

العلماء العرب والمسلمون وقياس محيط الأرض

الصغير محمد الغربي

تعتبر تجارب قياس محيط الأرض في تاريخ الحضارة العربية والإسلامية، رغم عددها القليل، من بين أكثر الأشياء التي أثارت إعجاب الغرب بعبقريّة الرياضيين والفلكيين العرب والمسلمين. وكان من أهم تلك القياسات تلك التي قام بها فريق من علماء الفلك والرياضيات في عهد المأمون في بداية القرن التاسع الميلادي (ستشرح لاحقاً)، ثم التجربة التي قام بها البيروني مُطَبِّقاً قاعدته الشهيرة (ستشرح لاحقاً).

ولم تكن محاولات العلماء المسلمين قياس محيط الأرض هي الأولى من نوعها في التاريخ، فقد سبق للعالم الإسكندري إيراتوستينس، الذي عاش في القرن الثالث قبل الميلاد، أن أجرى تجربة قياس محيط الأرض معتمداً على فكرة انعدام الظل يوم الانقلاب الشمسي في مدينة أسوان جنوب مصر وبقائه في نفس الوقت في الإسكندرية. ووجد قيمة مقارنة للقيمة المعروفة اليوم لقطر الأرض.

ولا شك أن الرياضيين والفلكيين العرب قد اطلعوا على هذه التجربة ونتائجها، لذلك كان قيامهم بقياس محيط الأرض وقطرها بدافع التثبّت مما ورد في كتب الأولين من قياسات باتباع منهجيات مختلفة في عمليات القياس.

أول هذه القياسات هي التي تمت في عهد الخليفة العباسي المأمون وبأمر منه. ويعتبر المأمون بلا منازع أكثر الخلفاء تشجيعاً للعلم وشغفاً به. ففي عهده ازدهرت الحياة العلمية في بيت الحكمة وزاد نشاط الترجمة والنقل وأصبحت بغداد، أكبر المدن في الإمبراطورية الإسلامية، تعج بالعلماء ودارسي العلم. وفي عهده اجتمع عدد كبير من العلماء في بيت الحكمة يمثلون شتى الاختصاصات في الطب والرياضيات إلى الفلك والفلسفة.

ويذكر ابن خلكان أن مشروع قياس محيط الأرض كان ببادرة من المأمون الذي سعى للتأكد مما ورد في كتب القدماء من قياسات له ويقول: "إن المأمون كان مغري بعلم الأوائل وتحقيقها ورأى فيها أن دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل كل ثلاثة أميال فرسخ فأراد أن يقف على حقيقة ذلك". فشكّل الخليفة المأمون بعثتين علميتين، وأمرهما بالتوجه إلى منطقتين مختلفتين. وعين على رأس هاتين البعثتين مجموعة من علماء الفلك المشهورين إذ ضمت الأولى سند بن علي وخالد بن عبد الملك المروزي. بينما كان في البعثة الثانية كل من علي بن البحتري وعلي بن عيسى الأسطرلابي.

وتنص الطريقة المستخدمة من البعثتين حسب إدوارد س. كينيدي على اختيار منطقة مسطحة في البادية السورية في أول الأمر، ثم على رصد زاوية خط العرض انطلاقاً من نقطة أولية معينة. ثم يتوجه الراصدون بعد ذلك نحو الشمال أو الجنوب وقيسون المسافة المقطوعة ويتابعون هذه العملية إلى أن يصلوا إلى مكان تكون فيه قيمة زاوية خط العرض مساوية لقيمتها الأولى بعد زيادة أو إنقاص درجة واحدة. عندئذ تكون المسافة المقطوعة مساوية لدرجة على خط الزوال. ويقوم كل فريق بتركيز وتد ثم اتخاذ نجم القطب الشمالي نقطة ثابتة، بعدئذ يتم قياس الزاوية الناشئة بين الودد المنصوب عمودياً على سطح الأرض وبين الخط الوهمي الواصل من النجم القطبي إلى رأس الودد. ثم يسير الفريق شمالاً أو جنوباً حتى يصل مكاناً زادت فيه الزاوية درجة كاملة.

وينقل المستشرق الإيطالي كارلو نلينو عن الفلكي ابن يونس المصري المتوفي سنة 1009م في كتابه "الزيج الكبير الحاكمي" رواية بلسان سند بن علي حول مهمة قياس محيط الأرض فقال أن المأمون أمره هو خالد بن عبد الملك المروزي أن يقيس مقدار درجة من أعظم دائرة من دوائر سطح كرة الأرض. قال فسرنا جميعاً وأمر علي بن عيسى الأسطرلابي وعلي بن البحري بمثل ذلك فساروا إلى ناحية أخرى. وأضاف سند بن علي قائلاً: "فسرت أنا وخالد بن عبد الملك إلى ما بين واحة واسط وتدمر وقسنا هنالك درجة من أعظم دائرة تمر بـ سطح كرة الأرض فكان سبعة وخمسين ميلاً وقاس علي بن عيسى وعلي بن البحري فوجدوا مثل ذلك وورد الكتابان من الناحيتين في وقت واحد".

وتوصل الراصدون خلال هذه المهمة إلى أن مسافة الدرجة الواحدة تبلغ 56 فرسخاً وثلاثي الفرسخ أي حوالي 111.8 كلم للدرجة الواحدة، وهي قيمة قريبة جداً من القيمة المعروفة اليوم وهي 111.3 كلم. وإذا ضربنا هذه القيمة في 360 نتحصل على محيط الأرض. وكانت النتيجة التي توصل إليها الأربعة هي 40248 كلم، وهي قريبة جداً من القياسات الحديثة أي 40075 كلم.

ويقول المستشرق نلينو في كتابه "علم الفلك وتاريخه" عن النتائج التي توصل إليها فلكيو المأمون ودقتها: "وهو دال أنه كان للعرب من الباع الطويل في الأرض وعمل المساحة"، ويعتبر أن هذا القياس: "هو أول قياس حقيقي أجري كله مباشرة مع ما اقتضته المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة واشتراط جماعة من الفلكيين والمساحين في العمل فلا بد لنا من عد ذلك القياس من أعمال العرب العلمية المجيدة الماثورة".

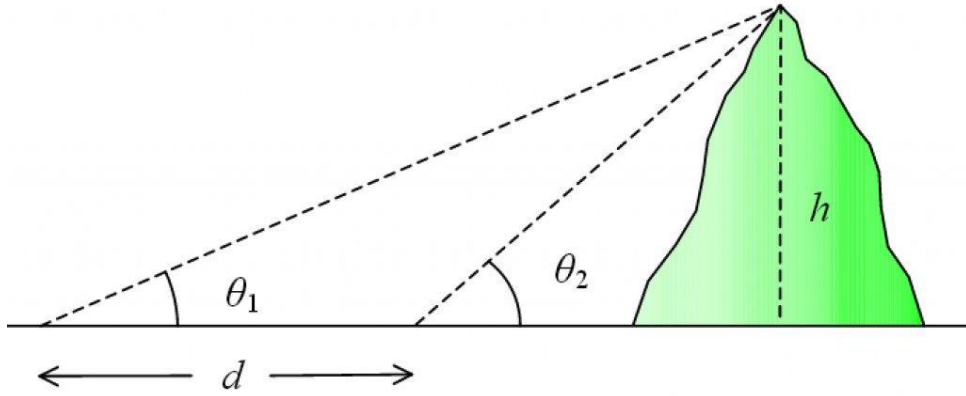
أما تجربة قياس محيط الأرض الثانية فقد قام بها العالم الفكي الشهير أبو الريحان البيروني الذي عاش في القرن الحادي عشر. وقام بوضع قاعدة رياضية لاستخراج مقدار محيط الأرض تعرف اليوم بقاعدة البيروني، وتقوم على علم المثلثات المستوية ولا تتطلب أن يتحرك من موقعه باستثناء صعود جبل وقت غروب الشمس من أجل معرفة درجة انحناء الأفق. وأورد البيروني هذه القاعدة في كتابه "الإسطرلاب" بقوله: "وهو أن تصعد جبلاً مشرفاً على بحر أو برية لمساء وترصد غروب الشمس فتجد فيه ما ذكرناه من الانحناء ثم تعرف مقدار عمود ذلك الجبل (أي ارتفاعه) وتضربه في الجيب المستوي لتمام الانحناء وتقسّم المجتمع على الجيب المنكوس لذلك الانحناء نفسه ثم تضرب ما خرج من القسمة في اثنين وعشرين أبداً وتقسّم المبلغ على سبعة فيخرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذي به قدرت عمود الجبل".

هذه القاعدة التي ذكرها البيروني تكتب بلغة الرياضيات المعاصرة على الشكل التالي:

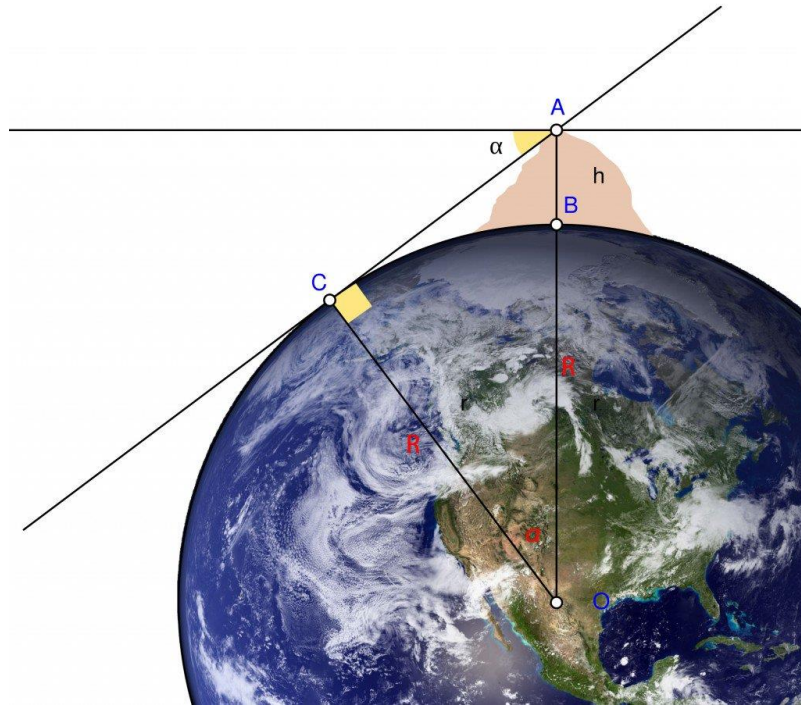
بداية حسب ارتفاع الجبل (أي قيمة h في الشكل 1)، باستخدام المعادلة:

$$h = \frac{d \tan \theta_1 \tan \theta_2}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$$

وقيمة d معروفة له إذ يستطيع قياسها على الأرض، وكذلك الزوايا θ_1 و θ_2 باستخدام الإسطرلاب.



الشكل 1 (مأخوذ من الإنترنت)



الشكل 2 (مأخوذ من الإنترنت)

ومن ثم استخدم المعادلة التالية لإيجاد قيمة نصف قطر الأرض R (انظر الشكل 2):

$$R = \frac{h \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

وقيمة الزاوية α يقيسها بنفس طريقة قياس θ_1 و θ_2 .

والمعادلة الأولى والثانية تُستخرجان باستخدام قواعد علم المثلثات. واختار البيروني جبلاً في بلاد الهند مشرفاً على البحر وعلى بركة مستوية، ثم قاس ارتفاع الجبل فوجده 652 ذراعاً و 20/1 من الذراع، وقاس

زاوية الانحطاط α فوجدها 34 دقيقة. فبطريقته وحسابه يكون نصف قطر الأرض تقريباً 6339 كلم أي بفارق بسيط جداً عن القيمة الحديثة، ويكون محيط الأرض بحساباته تقريباً 39845 كم بفارق بسيط جداً عن القيمة الحديثة وهي تقريباً 40075 كم. وقد استخدم البيروني لقيمة π القيمة 22 على 7. وقد حظيت عمليات قياس محيط الأرض في الحضارة العربية الإسلامية باهتمام المستشرقين وإعجابهم. مقابل ذلك فإن الدول الأوروبية توصلت لنفس النتائج المذكورة فقط في القرن السادس عشر الميلادي.

البريد الإلكتروني للكاتب: gharbis@gmail.com