



كيف تم قياس المسافة بين الأرض و القمر؟

تعرفنا في المقالات السابقة على مصدر القمر وأصله¹، وعلى سبب دوران القمر حول الأرض²، وعلى إحدى تجليات تأثير القمر على الأرض : المد والجزر³. أما في المقالة التالية فسنعرف على الكيفية التي تم بها قياس المسافة بين الأرض و القمر.

تدقيق لغوي : مريم السهلاوي

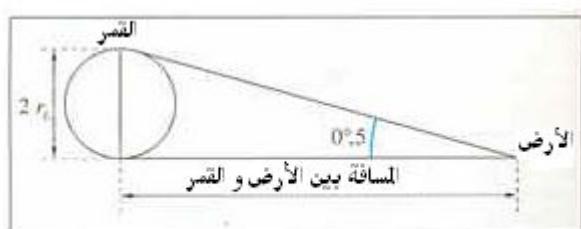
إعداد : محمد الخمري



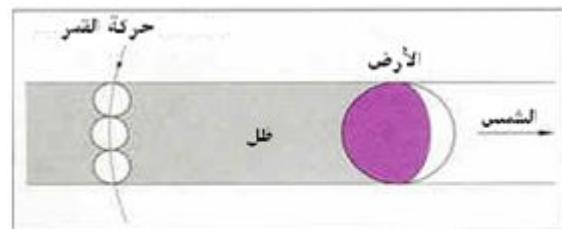
يتتحرك القمر حول الأرض في مدار بيضاوي مما يؤدي إلى تغير المسافة بينهما حسب موقع القمر، لكن متوسط المسافة بينهما قد تم تحديده في 384399 كيلومتر. ولدرك هذه القيمة فهي تقارب عشر لفات حول الأرض في خط الاستواء.

لكن كيف تم قياس هذه المسافة؟

هناك عدة طرق لقياس المسافة بين الأرض و القمر، و تذكر المراجع أن أول من قام بعملية القياس هاته هو Aristarque de Samos (ولد 310 قبل الميلاد و توفي 230 قبل الميلاد)، و ذلك باستخدام ظاهرة خسوف القمر: حيث لاحظ أن ظل الأرض يمكنه أن يحتوي على 3 أقمار، و بالتالي فشعاع الأرض يساوي 3 أضعاف شعاع القمر (الشكل 1: $R_L = 3 R_T$). بالإضافة إلى هذا فقد كان معلوما لديه أن قطر القمر يرى تحت زاوية تقدر ب 0.5 درجة (الشكل 2).



الشكل 2



الشكل 1

$\tan(0.5) = \frac{2 R_L}{D_{T,L}}$ و باستخدام النسب المثلثية وبالضبط الظل، نجد أن

$D_{T,L} = \frac{2 R_L}{\tan(0.5^\circ)}$: و منه يمكن التوصل إلى أن المسافة بين الأرض والقمر تكتب :

$D_{T,L} = \frac{\frac{2}{3} R_T}{\tan(0.5^\circ)}$ و باستخدام العلاقة بين شعاع الأرض وشعاع القمر، نجد أن :

و بهذه الطريقة السهلة و الذكية توصل Aristarque إلى معرفة المسافة بين الأرض والقمر، لكنه لم يوفق لمعرفة شعاع الأرض R_T الذي تم تحديد قيمته فيما بعد في 6380 كيلومتر من طرف Eratosthène⁴. و بإضافة هذه القيمة إلى المعادلة السابقة، نجد أن المسافة بين الأرض والقمر هي 487384 كيلومتر.

إن هذه القيمة أكبر من القيمة المعتمدة حالياً، و يرجع ذلك إلى أن ظل الأرض عبارة عن مخروط وليس أسطوانياً كما افترضه Aristarque. فكيف تم قياس القيمة الحالية؟

إن القيمة المعتمدة حالياً هي $D_{T,L} = 384399 \text{ Km}$ ببعض سنتيمترات كهامش خطأ. و قد تم التوصل إلى هذه القيمة من خلال إرسال شعاع Laser من الأرض نحو القمر لينعكس على عاكسات (تم تثبيتها على سطح القمر خلال مهام أبواب الفضائية)، ثم يرتد الشعاع نحو الأرض فنقيس الوقت اللازم لذهاب وإياب الشعاع، و باستخدام سرعة الضوء المعروفة

$V = \frac{\text{المسافة}}{\text{المدة الزمنية}}$ إلى المسافة التي قطعها (km/s) 300000 نتوصل (باستخدام تعريف السرعة V الشعاع خلال ذهابه وإيابه).



و تجدر الإشارة إلى أنه تم تجميع عدة قياسات بين سنة 1969 و 2009، مما ساهم في التوصل إلى أن القمر يزحف مبتعداً عن الأرض بـ 38 ملم سنوياً.

المراجع:

[3](#) , [2](#), [1](#)