

الفصل الرابع

علم الفلك

أريستيلوس وتيموخارس :

ذكر بطليموس^(١) أن فلكيين من اليونانيين يسمي أحدهما أريستيلوس والثاني تيموخارس (عاشا في النصف الأول من القرن الثالث قبل الميلاد) قد سبقا هيبارخوس (في النصف الثاني من القرن الثاني ق . م) إلى القيام بأرصاد فلكية . فعملاً في مستهل القرن الثالث (حوالي ٢٩٥-٢٨٣) في الإسكندرية ، حيث أقاما ما يشبه مرصداً ، ويحتمل أنه كان قسماً من معهد العلوم ، وكانت الأجهزة التي استخدمهاها غاية في البساطة . ومن الجائز أنهما استعملتا نوعاً من المزاويل الشمسية ، كالشخص الرأسى Gnomons ، وكرة ذات حلق ، وهي عبارة عن هيكل كروي يتألف من عدة دوائر عظمى متحدة في المركز ومقسمة إلى درجات^(٢) « وكسور من الدرجة » . ويحتمل أن تكون إحدى هذه الدوائر واقعة في المستوى الاستوائى ، والأخرى عمودية عليه . وهذه تدور حول محور العالم ولا بد أنهما استخدمتا مسطرة أو « عضادة » متصلة بمركز الكرة لتعيين اتجاه النجم بواسطتها . ومن ثم توضع الدائرة العمودية في هذا الاتجاه وقراءة رقم ميل النجم عليها ورقم المطلع المستقيم على الدائرة الاستوائية . واستفاد هيبارخوس من قياسات تيموخارس ، إذ تعرف بها على قيمة مبادرة الاعتدالين . والواقع أن هناك فارقاً بين قياسات تيموخارس لأطوال النجوم وقياسات هيبارخوس ، تصل قيمته إلى درجتين قوسيتين . ولما كانت الفترة الزمنية بين هذه القياسات تبلغ ١٥٤ أو ١٦٦ عاماً ، فقد اتضح أن قيمة مبادرة الاعتدالين هي ٤٣ر٤[°] أو ٤٦ر٨[°] في السنة . وهذه القيمة أقرب إلى الصواب من القيمة التي حصل عليها بطليموس . ومقدارها ٣٦[°] في السنة ، (علماً بأن القيمة الحقيقية التي توصل إليها العلم الحديث لمبادرة الاعتدالين هي ٥٠ر٣٧٥[°] في السنة) .

أريستارخوس الساموسى (٣) :

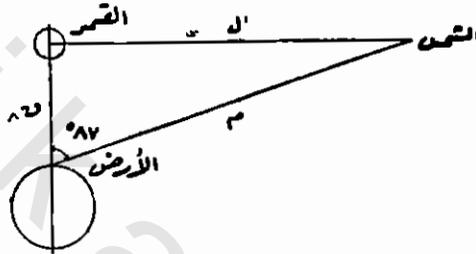
يعد العالم الفلكى أريستارخوس الساموسى الذى عاش فى النصف الأول من القرن الثالث ق . م . ، أعظم شائناً من معاصريه أريستلوس وتيموخارس . ولا تزال علاقة أريستارخوس بهذين العالمين من جهة ، وبمدرسة الإسكندرية من جهة أخرى ، أمراً يحتاج إلى تحقيق . وإذا ألقينا نظرة على خريطة حوض البحر المتوسط تبين لنا أن الإقلاع بالبحر من مدينة ساموس إلى أثينا رحلة ميسرة ، فى حين نجد الإقلاع من ساموس إلى الإسكندرية رحلة أطول بكثير . ونحن نعلم أن أريستارخوس كان من تلامذة ستراتون اللبساكى ، وهو المرئى والمرشد لبطلميوس فيلادلفوس الثانى ، والذى كان قد عاونه على إنشاء معهد العلوم . ولما توفى تيوفراستوس تولى ستراتون الإشراف على اللىقيوم لمدة ثمانية عشر عاماً (حوالى ٢٨٦ - ٢٦٨) .

ومن المحتمل أن يكون أريستارخوس قد تتلمذ على ستراتون ، فى الإسكندرية (قبل سنة ٢٨٦) أو فى أثينا (بعد هذا التاريخ) . ويبدو لى أن الاحتمال الأخير أقرب وأرجح ، بدليل أن الفلكى بطلميوس (فى النصف الأول من القرن الثانى ق . م) ، قد أغفل الإشارة إليه . والتاريخ الوحيد الثابت فى حياة أريستارخوس هو الفترة التى بين ٢٨١ ، ٢٨٠ ، وهى التى قام فيها برصد الانقلاب الصيفى . فلو كان قد سجل هذه الأرصاد بالإسكندرية ، لكان لابد لبطلميوس أن يذكره ، كما ذكر أريستولوس وتيموخارس . والواقع أنه من العسير أن تعرف — على وجه التحقيق — أية مدرسة فلكية فى العصور الإغريقية ، لأن الأرصاد الفلكية لم تكن تؤخذ فى مكان واحد ، بل فى أماكن متعددة فى الإسكندرية وأثينا وصقلية وسليوكيا (على نهر دجلة) ورودىس .

وإذا كان المكان الذى مارس فيه أريستارخوس أعماله الفلكية غير محدد ، فإن تاريخه قد عرف على صورة مقنعة . وعندما قام برصد الانقلاب الصيفى فى سنة ٢٨١ ق . م . ، كان قد بلغ — على الأقل — العشرين من

عمره ، ولهذا فمن المحتمل أن يكون تاريخ ميلاده سنة ٣٠٠ ق . م . أو قبل ذلك بقليل .

فإذا أضفنا إلى ذلك أن أرشميدس قد أشار إليه في كتابه « حاسب الرمل » الذى وضعه قبل سنة ٢١٦ ، كان لنا أن نطمئن إلى تجديد تاريخ نشاطه بالفترة التى تتخلل النصف الأول من القرن الثالث ق . م .



(افتراض أريستارخوس عن القمر)

وضع أريستارخوس رسالة عن « أحجام الشمس والقمر وأبعادهما » وقد انتهت إلينا فى صورة كاملة . وقد كتبت الرسالة على نمط إقليدى ودقة إقليدية ، ولكنها — مع الأسف — تستند على بيانات غير صحيحة . وهى تبدأ بستة افتراضات تجرى على النحو التالى :

- ١ — يستمد القمر نوره من الشمس .
- ٢ — تعتبر الأرض كأنها النقطة المركزية لكرة يتحرك فوقها القمر (وقد تجنبت هذه الفكرة المبسطة التعقيدات الناجمة من زاوية اختلاف المنظر) .
- ٣ — تقع الدائرة العظمى التى تفصل الجزء المظلم من الجزء المنير للقمر فى اتجاه البصر عند الترابيع (انظر شكل ١٦) .
- ٤ — يقل البعد الزاوى بين الشمس والقمر ، وهو فى الترابيع ، بمقدار جزء من ثلاثين جزءاً من الزاوية القائمة ، أى إن هذا البعد يساوى ٨٧° .
- ٥ — يبلغ مدى اتساع ظل الأرض (على البعد الذى يعبر فى خلاله القمر فى أثناء الخسوف ما يساوى بدرين متلاصقين) (٤) .

٦ - تبلغ الزاوية المقابلة لقطر القمر $\frac{1}{10}$ من علامة بروجية 2° .
والافتراضان ، الرابع والسادس ، بعيدان كل البعد من الدقة . فالبعد
الزاوي بين مركزي الشمس والقمر وهو في التربيع يساوي $89^\circ 50'$ ، وليس 87° .
وعلى الرغم من أن هذا الفرق قليل نسبياً ، إلا أنه يؤدي إلى فروق كبيرة
في النتيجة . فالزاوية $89^\circ 50'$ تقرب جداً من 90° ، ومهما يكن مقياس
الرسم كبيراً ، فإن ضلعي المثلث ل ق م يكادان يكونان متوازيين ، ويتلاشى
المثلث ش ق ا الذي يربط الشمس والقمر والراصد كما هو مبين في (الشكل ١٦) .
ومن العسير تفهم الخطأ الثاني ، لأن الزاوية الظاهرية المقابلة لقطر القمر
تبلغ حوالي 30 دقيقة قوسية . ومن السهل قياسها بأي نوع من الأجهزة البسيطة
العادية ، كما لا يمكن أن يخطئ القياس إلى هذا الحد .

كانت طريقة أريستارخوس بارعة ، إلا أن الخطأ الجسيم الذي ظهر
في النتائج التي حصل عليها ، إنما يرجع إلى أرساده الفجة .
لقد عبر أريستارخوس عن القياسات التي قام بها بطريقة النسب ، وهي طريقة
ممثلة في أبسط أنواع حساب المثلثات الذي لم يكن معروفاً لذلك العهد ، وهذا
مما حفزه إلى استنباط طرق هندسية بارعة ومعقدة لكي يصل إلى هذه النسب .
ولم يتمكن من تحديد قيمة هذه النسب إلا على وجه التقريب ؛ إذ كان يعبر
عن القيمة « س » على النحو الآتي :

$$\frac{ج}{د} < س < \frac{ا}{ب}$$

أي إن النتيجة س تنحصر قيمتها بين نسبتين : $\frac{ج}{د}$ ، $\frac{ا}{ب}$ ، فهي أقل
من الأولى وأكبر من الثانية . وفي كثير من الأحيان تكون هذه النسب معقدة ،
أو يكون الفرق بينها كبيراً جداً .

مثال ذلك ما ورد في النص الأخير (رقم ١٨) من الرسالة : يقول
المؤلف : إن نسبة حجم الأرض إلى حجم القمر أكبر من نسبة $\frac{١,٢٥٩,٧١٢}{٧٩٥,٠٧}$ ،

وأصغر من نسبة $\frac{216,000}{68,09}$. وهذا يعني - تقريباً - أن نسبة الحجمين تنحصر بين ١٧ والرقم ٣١ ، والقيمة الحقيقية لهذه النسبة هي ٤٩ .

فلو كانت الزاوية عند الأرض ، بين الشمس والقمر في التربع تساوي ٨٧° - كما ظن ذلك أريستارخوس بدلا من القيمة الحقيقية ٥٠° ٨٩ ، فإن المسافة بين الشمس والأرض تزيد على المسافة بين القمر والأرض ١٩ مرة (نص ٧) بينما القيمة الحقيقية هي ٤٠٠° .

ولما كان الحجم الظاهري للشمس مساوياً للحجم الظاهري للقمر (٥) ، فقد استنتج أن قطر الشمس يزيد على قطر القمر ١٩ مرة في حين أن القيمة الحقيقية هي ٤٠٠ مرة (نص ٩) .

ونسبة حجم الشمس إلى حجم القمر أكثر من ٥٨٣٢ وأقل من ٨٠٠٠ ، (نص ١٠) في حين أن القيمة الحقيقية هي ٦٣٧٠٠٠٠٠٠ .

ونصف قطر مدار القمر حول الأرض يزيد $\frac{1}{4}$ ٢٦ مرة على قطر القمر (نص ١١) . والواقع أن البعد المتوسط بين الأرض والقمر يساوي ما يزيد على ١١٠٥ مرة من قطر القمر .

وقطر الشمس يساوي ما يزيد على ٦٧٥ مرة من قطر الأرض (نص ١٥) . والواقع أن النسبة هي ١٠٩ مرات .

والشمس أكبر من الأرض بمقدار ٣١١ مرة تقريبا (نص ١٦) . في حين أن النسبة الحقيقية من ناحية الحجم هي ١٣٠٠٠٠٠٠ . ونسبة قطر القمر إلى قطر الأرض هي نسبة ٩ إلى ٢٥ ، أي إن قطر الأرض يساوي ما يزيد على ٢٨٥ مرة من قطر القمر (نص ١٧) . أما القيمة الفعلية فهي ٣٧ .

لقد كانت النتائج العددية لأعمال أريستارخوس ضعيفة جداً ، بالرغم من أنه أول فلكي قام بقياسات نسبية للأحجام والأبعاد . وهذا يعتبر في حد ذاته من المآثر العلمية البالغة الأهمية . ولو أنه عرف حجم الأرض لأمكنه عن طريق

٥ في الأصل الإنجليزي أن القيمة الحقيقية ١٠٦,٦٠٠,٠٠٠ وهذا الرقم غير صحيح والصواب ما ذكرنا (المترجم) .

النسب الحصول على الحجم المطلق للشمس والقمر . وعلى الرغم من أن النتائج العددية لهذا القياس كانت بعيدة جداً عن الصواب ، فإن القيام بقياس أبعاد الأجرام السماوية في عصره يعتبر - بحق - من الأعمال الهامة جداً . ومن الجائز أنه عرف حجم الأرض على وجه التقريب طبقاً للقياسات التقريبية التي حصل عليها أرسطو أو ديكيارخوس المسيحي الذي عاش في الثاني من القرن الرابع ق. م ، وهو الذي أوضح أن محيط الأرض يبلغ ٣٠٠٠٠٠٠ ستاديا (٦) (فراسخ) ، ولكنه على فرض أنه تمكن من الحصول على هذه القياسات ، فإنه لم يشر إليها ، ولم يستفد منها في رسالته .

والحقيقة أن الجهود التي بذلها أرسطو وديكيارخوس وأريستارخوس في قياس أبعاد الشمس والقمر وأحجامهما سوف تظل دائماً جديرة بالشكر والثناء ، فالأرقام العددية ليست من الأهمية بقدر الطريقة التي حصلوا بها عليها . فهذه بمثابة إنسان صغير حاول أن يبلغ النيرين اللذين يضيئان الليل والنهار .

ويتضح من أقوال أرشميدس أن أريستارخوس لا بد أنه صحح بعض أخطائه البارزة بنفسه في أخريات حياته ، فبدلاً من اعتبار القطر الظاهري لكل من الشمس والقمر يساوي درجتين ، صرح - فيما بعد - بأن هذه القيمة تبلغ فقط ٣٠ دقيقة قوسية ، وهي قريبة جداً من الصواب . فإذا كان الأمر كذلك فليس لنا أن نتشكك فيما قاله أرشميدس من أن أريستارخوس قد وضع رسالته وهو في ريعان شبابه .

ومرة أخرى أكرر القول بأن هذه الرسالة تعد بحق من الآثار العظيمة في تاريخ العلوم ، وليس فقط لأنها شرحت لنا طريقة قياس أبعاد الأجرام السماوية وأحجامها ، ولكن لأنها باكورة لعلم حساب المثلثات .

وإذا كنا قد اعتبرنا هذه الرسالة على درجة كبيرة من الأهمية ، فهى على كل حال أقل أهمية من أعمال أخرى قام بها أريستارخوس ، وظلت غير مدونة ، أو لعلها دونت ثم عفي عليها الزمن قبل أن تصل إلينا . ولقد عرفنا بعض هذه الأعمال مما سجله العالم أرشميدس (٧) المعاصر له والأصغر سنّاً . وقد يكون من المفيد أن نشير إلى كلمات أرشميدس نفسه في هذا الشأن

في كتابه «حاسب الرمل» . فلا مراء في أن قراءتها تستحث مشاعر الإنسان المرهف إذا ما أدرك أنها كتبت في سنة ٢٢٦ قبل الميلاد :

« لا بد أنك^(٨) تعلم أن الكون هو الاسم الذي أعطاه الفلكيون لكرة مركزها مركز الأرض ونصف قطرها يساوى المسافة بين مركز الشمس ومركز الأرض . هذه هي العبارة التي تسمعا عادة من الفلكيين ، ولكن أريستارخوس الساموسى قد وضع كتاباً يشمل عدة افتراضات ، ويستخلص منها أن الكون الحقيقي أكبر من الكون الذى سبق ذكره بمرات عديدة . وتعتمد افتراضاته على أن النجوم والشمس تبنى ثابتة في مكانها بدون حركة ، وأن الأرض تدور من حول الشمس في مسير دائرى تتوسطه الشمس ، وأن كرة النجوم الثابتة متحدة في المركز مع الشمس ، وهي من الاتساع بحيث إن نسبة الدائرة التي تمثل دوران الأرض من حول الشمس إلى بعد النجوم الثابتة كنسبة مركز الكرة إلى سطحها ..»

هذا بيان عظيم رائع . وربما جنح الإنسان إلى عدم تصديقه ، لو أنه جاءنا من مصدر آخر . ولكن لاسيبل إلى الشك فيما قاله أرشميدس الذى ولد في أثناء حياة أريستارخوس ، وكان معاصراً له ، وربما عرفه شخصياً ، وإلا فما الذى دعا أرشميدس إلى اختلاق مثل هذا البيان ؟ وإذا فرضنا جدلاً أنه قد اختلقه عليه ، فإنه — مع هذا — يظل محتفظاً بروعته وعظمته .

ولكى نوضح هذه الآراء بكلمات مبسطة ، نقول إن أريستارخوس الساموسى قد وضع مركز الكون في الشمس ذاتها بدلا من الأرض التي افترض دورانها اليوى حول محورها ، ودورانها السنوى من حول الشمس . فالكواكب كلها تدور حول الشمس ، والقمر فقط هو الذى يدور حول الأرض . أما النجوم فهي ثابتة ، وحركتها اليومية ليست سوى خدعة مرجعها دوران الأرض حول محورها في الاتجاه المضاد . أما كرة النجوم الثابتة فهي كبيرة جداً بحيث يمثل مدار الأرض حول الشمس نقطة بالنسبة إلى هذا الاتساع الهائل . وهذا الافتراض الأخير هو فى الواقع من أهم الافتراضات وأروعها ، لأنه يعنى امتداداً فى الكون لا يمكن إدراكه . ويدل هذا الافتراض — كذلك — على الجرأة العلمية التي

تحلى بها أريستارخوس. فلقد وضع الشمس في مركز الكون، ثم جعل الكون يتمدد إلى ما لا نهاية حتى تنعدم زاوية اختلاف المنظر للنجوم، بالرغم من سعة مدار الأرض حول الشمس. ولم يتردد أريستارخوس لحظة واحدة في قبول هذا الافتراض غير المعقول بوضع الشمس في مركز الكون. ويتطلب الأمر منا شيئاً من قوة التخيل لكي نتصور هذه الجراءة في الافتراض، لأن « هرشل » قد اختزل هذا الكون إلى « صفر » كما اختزله علماء الفلك النجمي في أيامنا هذه إلى ما لا نهاية له في الصغر.

لقد أدرك أريستارخوس في زمنه ما نسميه الآن « الكون الكوبرنيكي » ، وذلك قبل زمان كوبرنيكس بثمانية عشر قرناً ، مما جعل أريستارخوس جديراً بالتسمية الحديثة « كوبرنيكس القدماء » إذ تدل رسائله الفلكية دلالة واضحة، وبخاصة تلك الرسالة التي سبق وصفها على الوعي الفلكي. ولم يكن افتراضه الفلكي غير معقول، وإنما كان له من تجاربه ما يبرره. مثال ذلك أنه عندما تحقق من أن الشمس أكبر بكثير من القمر، وجد أنه من غير المعقول أن جسماً صغيراً مثل الأرض يتحكم في جسم كالشمس يفوقه في الكبر. وكذلك آلاف النجوم، لماذا تبدو كأنها تدور حول الأرض على مسافات شاسعة منها وفي انتظام بديع؟ أفلا يكون من الأبسط أن نفكر بأن الأرض هي التي تدور حول محورها؟

كان افتراض أريستارخوس إذن، وإن اتسم بالجرأة المتناهية، ينطوي على المعقولة. هذا بالإضافة إلى أن الافتراض لم يكن كله جديداً. فإن أحد معاصريه القدماء، ويدعى هيراكليديس البونتي (of Pontos) (في النصف الثاني من القرن الرابع ق. م.)، والذي عاش، قبله في أثينا، وكانت ذكراه ما زالت حية لامعة في الأكاديمية، قد وضع افتراضاً مماثلاً، إلا أنه غير مكتمل. فقد افترض هيراكليديس دوران الأرض اليومي، ورغم أن الكواكب السفلى مثل الزهرة وعطارد، تدور حول الشمس، بينما تدور الشمس والقمر والكواكب الأخرى

من حول الأرض . فهو مزيج يجمع بين النظام الذى يضع الأرض فى مركز الكون والنظام الذى يضع الشمس فى مركز الكون ، وكأنه بذلك يسبق آراء Tycho Brahe تيخوبراهه ، ومع ذلك فليس من الجائز أن نسمى هيراكليديس « تيخوبراهه القدماء » بقدر ما هو جائز أن نسمى أريستارخوس « كوبرنيكس القدماء » .

وفى ختام هذا البيان عن حياة أريستارخوس نصيف إلى ما ذكرناه اهتمامه بالموضوعات الفيزيائية كما هو المنتظر من رجل مثله تتلمذ على ستراتون ، فلقد وضع رسالة عن الضوء والإبصار واللون ، إلا أنها مفقودة . كما ابتكر نوعاً من المزاويل الشمسية يسمى سكافيه scaphé وهو « وعاء مجوف » وهو ليس مستويّاً استواء المزاويل المألوفة ، وإنما هو نصف كروي فى شكله ، وله مؤشر يتمشى مع نصف القطر ، ويمكن بواسطته معرفة اتجاه الشمس وارتفاعها بقراءة ظل المؤشر من حيث موقعه من الخطوط المرسومة على الوعاء المجوف.

وتعد هذه الجهود ثانوية بالقياس إلى الأعمال التى سبق وصفها .

التراث الأريستارخى : يعتبر هذا التراث ذا أهمية خاصة ، وعلينا أن نأخذ فى الاعتبار أثرين أو تقليدين منفصلين :
أولهما يختص برسائله التى وصلت إلينا . والثانى يتعلق بالافتراض الخاص بوضع الشمس فى مركز الكون .

ولنبداً بالأثر الثانى . ولا مرأى فى أن آراء أريستارخوس فى هذا الموضوع كانت مستمدة من آراء هيراكليديس ، ولكنها متفوقة عليها ، وإن كان تراث هيراكليديس أقوى شهرة وأكثر استمراراً . ولقد أحيا هذا التراث من جديد ثيون Theon الأزميرى الذى عاش فى النصف الأول من القرن الثانى ق . م . ويعد هذا العمل نهاية التراث اليونانى أو العلمى . ثم نجد من ناحية أخرى أن شيشرون (فى النصف الأول من القرن الأول ق . م .) وقروقيس (فى النصف الثانى من القرن الأول ق . م .) ، قد تناولوا بالذكر الآراء الهيراكليدية مما حفز جماعة ممتازة من الكتاب إلى إنشاء تراث لاتينى . هؤلاء هم خالكديس (فى النصف

الأول من القرن الرابع الميلادي) ومكروبيوس (في النصف الأول من القرن الخامس) ومارتيانوس كابلاً (في النصف الثاني من القرن الخامس) . ومن الممكن أن نجد آثار هذا المزيج الذي جمع بين النظام القائل بأن الأرض مركز الكون والنظام القائل بأن الشمس مركز الكون ، فيما دونه بالعبرانية أبراهام بن عزرا الذي عاش في النصف الأول من القرن الثاني عشر الميلادي وموسى الليوني الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثالث عشر . أو في هذا الكاتب الذي ألف كتاب زُهر (Zohar) . كما نجد آثاره أيضاً في الكتب اللاتينية التي ألفها : وليام الكونكي الذي عاش في النصف الأول من القرن الثاني عشر ، وبارثلميو الإنجليزي الذي عاش في النصف الأول من القرن الثالث عشر ، والمنجم بلدوين الثاني الكورثيني الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثالث عشر ، وبيترو الإباني الذي عاش في النصف الأول من القرن الرابع عشر . وقد حققت الطبقات المبكرة من مؤلفات بارثلميو وبيترو وترويج هذه الآراء .

كما يرجع رواج هذا النظام المزدوج للشمس - أو الأرض - في مركز الكون ، إلى تلك المدارات الفريدة للكواكب السفلى . وكانت آراء ولیم الكونكي Conches تمثل نموذجاً خاصاً ؛ إذ أنه لم يقتف أثر هيراكليديس بأمانة ، بل افترض أن المدارات الثلاثة للشمس والزهرة وعطارد كان لها نصف قطر واحد تقريباً ، غير أن مراكز هذه المدارات تقع على مسافات قصيرة بعضها من بعض ، على الخط الموصل إلى الأرض .

والتقاليد الأريستارخية في البحث تختلف عن التقاليد الهيراكليدية اختلافاً بيناً ، مما أدى إلى مهاجمة أريستارخوس واتهامه بتهمة الضلالة المشثومة . فقد وجه إليه أحد معاصريه ، وهو كليانثيس الأسوسي^(١٠) (في النصف الأول من القرن الثالث ق. م .) الاتهام بأنه نقل مسكن الكون من المركز المألوف ، ثم حاول بعد ذلك إنقاذ الظواهر الفلكية بافتراض أن السماء ثابتة ، وأن الأرض تدور في مدار مائل كما تدور من حول محورها^(١١) .

أما قروثيس فقد قدره تقديراً عالياً باعتباره من الرجال الذين لهم إلمام عميق

بمختلف فروع العلوم على السواء - وكتب عنه قتر وقيس يقول : إن الرجال الذين من هذا النوع قليلون جداً في العالم ، ومن أمثالهم في العصور الماضية : أريستارخوس الساموسي ، وفيلولاوس ، وأرخيتاس التارنتي وأبولونيوس البرجي ، وأراتوستينيس البرقاوي ، وأرشميدس وسكوبنياس ، وكلاهما من سيراكوسه^(١٢) (سيراكوز) .

وإذا رجعنا إلى رجال العلم مرة أخرى ، وجدنا أن النظام الذي يقضى بأن تكون الشمس في مركز الكون قد وجد تأييداً من سليوكس البابلي الذي عاش في النصف الأول من القرن الثاني قبل الميلاد . ولكن لم يلبث أن رفضه هيبارخوس الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثاني ق . م . وكان في رفضه قضاء نهائي على هذا النظام ، لأن هذا الرفض قد صدر من هيبارخوس ، وهو أكبر فلكي عند القدماء . وقد أيدته في ذلك بطلميوس الذي عاش في النصف الأول من القرن الثاني ق . م . وأكدته في رفضه . لذلك لم يشأ كل من هذين العالمين أن يوجه أي التفات إلى آراء هيراكليديس ، فأوقفنا بذلك تطور كل نظام فيما عدا النظام الذي يقضى بوضع الأرض في مركز الكون . وبعد مضي ثمانية عشر قرناً ، جاء كوبرنيكس (١٥٤٣) بالتأييد التام للنظام الشمسي المركزي ، وكان على معرفة تامة بالجهود التي بذلها فيلولاوس (القرن الخامس ق . م .) وهيكتاس (الخامس ق . م .) وإكفانتوس (في النصف الأول من القرن الرابع ق . م .)^(١٣) ثم هيراكليديس وأريستارخوس . فكان كوبرنيكس قد عبر عن ضمير هؤلاء ، إذ أحيا آراءهم من جديد بعناية .

أما الطريقة الهيراكليدية فهي تنحونحو الأدب وضرب من الفلسفة ، وتتجه اتجاهاً كلياً نحو الغرب ، أي نحو الثقافة اللاتينية والعبرانية . وعلى العكس من ذلك كانت الطريقة الأريستارخية تنحونحو الجانب العلمي والشرقي ، أي نحو اليونانيين والعرب . وإذا كانت هذه الطريقة قد رفضت لأسباب فنية لم تكن متوافرة وقتئذ ، فإن كوبرنيكس قد أحياها من جديد وتولاها بالشرح في أعظم كتاب علمي ظهر خلال عصر النهضة (١٥٤٣) . ثم رفضها تيخوبراهه (١٥٨٥)

لأقوى الأسباب الفنية ، إذ تعذر عليه التعرف على زاوية اختلاف المنظر للنجوم بواسطة الأجهزة السائدة في هذا الوقت * . وأخيراً تمكن كبلر (١٦٠٩) من توطيد هذا النظام إلى الأبد . ويرجع انتصار النظرية المركزية للشمس إلى أنها كانت فوق المستوى الفكري للقدماء ، حتى لأبولونيوس نفسه ، إذ أنهم كانوا يرفضون - بصفة مبدئية - إبدال المدارات الدائرية للكواكب بمدارات إهليلجية .

وتكاد الفترة الزمنية بين هيراكليديس وأريستارخوس تساوى الفترة بين كوبرنيكس وبراhe؛ ففي كلتا الحالتين نجد أن الأصغر يولد حوالى زمن وفاة الأكبر .

غير أن هذا التوالى كان معكوساً عند القدماء، إذ نجد أن براhe القدماء قد سبق في الزمن كوبرنيكس القدماء . ومن الممكن تفسير هذه الظاهرة بسهولة . فالانتقال من هيراكليديس إلى أريستارخوس كان خطوة نحو التجريد ، أما الانتقال من كوبرنيكس إلى براhe فكان خطوة نحو الدقة .

أما الأثر الآخر لأريستارخوس ، فهو أبسط بكثير من هذا ، وهو محدد في رسالته التى وصلت إلينا . وقد تناولها بابوس الذى عاش في النصف الثانى من القرن الثالث الميلادى ، بالشرح ، وصانها من الضياع بضمها إلى الكتاب المشهور « الفلك الصغير » - وهو مجموعة رسائل فلكية قام بها عدد من العلماء القدامى مثل أوتولوكوس ، وأريستارخوس ، وإقليدس ، وأبولونيوس وأرشميدس ، وهوبسكيليس مينلاوس وبطلميوس . وقد نقلت هذه الرسائل ، ثم نسخت في قراطيس ، وتولى فيما بعد ترجمتها قسطا بن لوقا البعلبكي الذى عاش في النصف الثانى من القرن التاسع الميلادى . وعلى هذا ساعد قسطا في إيجاد نص عربى ، لكتاب « الفلك الصغير » ، وسماه « كتاب المتوسطات بين الهندسة والهيئة » . وعلى مر الزمن أضيفت رسائل عربية فلكية إلى هذا الكتاب الذى نقل من اللغة اليونانية . وكان نصير الدين الطوسى الفارسى (عاش في النصف الثانى من القرن الثالث عشر) أول من تناول بالدراسة الجدية كتاب المتوسطات ،

* ابتداء من العبارة (إذ تعذر عليه) هوشرح إضافى من المترجم .

اللاتينية وطبعت في البندقية سنة ١٤٨٨ ، طبعها أنطونيو دى سترانا .
 وطبعت مرة أخرى في نفس المدينة في سنة ١٤٩٨ طبعها بشيلاكو Bevilaqua
 (انظر شكل ١٧) (١٤) . كما أصدر فديريكو كوماندينو طبعة أخرى
 للنسخة اللاتينية من رسالة أريستارخوس ، مصحوبة بتعليقات بابوس ،
 وذلك في بيزارو سنة ١٥٧٢ (انظر شكل ١٨) . أما « مبادئ اليونان »
 "Greek princeps" (شكل ١٩) فلقد نشره جون واليس بعد مضي قرن
 واحد (في أكسفورد بالمرح الشلدوني في سنة ١٦٨٨) . ثم تولى فورتيا
 دى أوربان Fortia d'Urban نشر طبعة يونانية لاتينية في باريس
 سنة ١٨١٠ ، كما نشر ترجمة فرنسية لها في باريس سنة ١٨٢٣ . وهناك ترجمة

ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ ΣΑΜΙΟΥ

Περὶ μεγεθῶν ἢ ἀποστάσεων Ἡλίου ἔξ Ἰσουλίων,

B I B L I O N.

ΠΑΠΠΙΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΩΣ

Τῆς ἑξ Ἑσφαγωγῆς ΒΙΒΛΙΟΥ Β

Ἀπόσπασμα.

ARISTARCHI SAMII

De Magnitudinibus & Distantiis Solis & Lunæ,

L I B E R.

Nunc primum Græce editus cum Federici Com-
 mandini versione Latina, notisq; illius & Editoris.

PAPPI ALEXANDRINI

SECUNDI LIBRI

MATHEMATICÆ COLLECTIONIS,

Fragmentum,

Haecenus Desideratum.

*E Codice MS. editis, Latineque fecit,
 Notisque illustravit*

JOHANNES WALLIS, S.T.D. Geometriae
 Professor Savilianus ; & Regalis Societatis
 Londini, Socius.

O X O N I Æ.

E THEATRO SHELDONIANO.

1688.

شكل ١٩ - من كتاب « مبادئ »
 أريستارخوس مع ترجمة لاتينية لكوماندينو
 وتعليقات لبابوس Pappos نشرها جون واليس
 (١٦١٦ - ١٧٠٣) (أكسفورد :
 المسرح الشلدوني ، ١٦٨٨) (بتفضل
 من مكتبة كلية هارفرد) .

ألمانية قام بنشرها أ. نوك A. Nokk في فرايبورج سنة ١٨٥٤ . ونشر السير توماس هيث طبعة إنجليزية يونانية في أكسفورد بمطبعة كلارندن في سنة ١٩١٣ .

أراتوس السولي:

ولكى نستكمل البيان الخاص بالفلك في العصر الهليني المبكر (من القرن الثالث إلى الأول ق.م.) ، لا بد أن نتحدث عن أراتوس السولي الذي عاش في النصف الأول من القرن الثالث ق.م. وأراتوس شاعر تعليمي ، لم يزدهر في الإسكندرية ، وإنما ازدهر في قيليقية ومقدونية ولم يكن فلكياً بالمعنى الذي نطلقه على أريستارخوس ، وإنما كانت معرفته وثيقة الصلة بالفنون والخبرات الشعبية (الفولكلور) مما أكسبه شهرة واسعة .

على أننا يجب أن نعرف عن حياته شيئاً ؛ فقد ولد في سولوى^(١٥) ، في نهاية القرن الرابع ، ربما في زمن مبكر كالعام ٣١٥ ق.م. تلقى العلم في إفسس^(١٦) ، وأثينا . وكان من جملة التلاميذ أو المستمعين أو المنتسبين إلى عدد من فلاسفة هذا العهد وعلى رأسهم الرواق الشهير زينون الكيتوني Zenon of Cition (في النصف الثاني من القرن الرابع ق.م.) . كان أراتوس معاصراً لشاعرين من أكابر الشعراء ، وهما : ثيوكريتوس السيراكوزي وكليماخوس^(١٧) . ومن المحتمل أنه التقى بالأول في كوس Gos وتعرف بالتأكيد إلى الثاني في أثينا . ودعى إلى بلاط الملك المقدوني أنتيجونوس جوناتاس من حوالي ٢٨٣ إلى ٢٣٩ ، في مدينة بلاّ (Pella) حيث نظم قصيدته المشهورة المسماة فينومينه (حوالي ٢٧٥ ق.م.) . وفي السنة التالية (٢٧٤ - ٢٧٣) ، غزا بيروس ملك إيروس مقدونية ، وأسفرت المعركة عن هزيمة أنتيجونوس وخلعه عن العرش . وعندئذ هاجر أراتوس إلى بلاد الملك أنطيوخس الأول سوتر بن سليوكس ، في سورية . وهناك أنجز تصنيف الأوديسا . ولما توفي بيروس (في سنة ٢٧٢ ق.م.) ، وارتقى أنتيجونوس العرش مرة ثانية ، عاد أراتوس إلى البلاط المقدوني في « بلاّ » حيث أدركته المنية قبل وفاة أنتيجونوس في سنة ٢٣٩ ق.م. كان أراتوس رجلاً علامة ، صنف كتباً

عديدة ، ولكن قصائده الفلكية هي التراث الوحيد الباقى .

من هذه القصائد قصيدتان : إحداهما تسمى « فينومينه » ، والثانية تسمى ديوسيميا - (أى التنبؤ بالطقس) . والأولى مستمدة من أقوال يودكسوس الكنىدى of Cnidos (عاش فى النصف الأول من القرن الرابع ق . م .) ، والأخرى معظمها مشتق من ثيوفراستوس الإريوسوى of Eresos (عاش فى النصف الثانى من القرن الرابع ق . م .) . وتصف قصيدة فينومينه الكوكبات الشمالية والأبراج ، فيبدأ الشاعر بالنجم القطبي والدين ، ثم يتجه نحو الجنوب ، ويعود مرة أخرى إلى الدين ، ثم ينحو نحو الأبراج ، ويتناول بالوصف ثلاثين كوكبة شمالية وخمس عشرة كوكبة أخرى جنوبى الدائرة الكسوفية . ويقترن هذا الوصف بالمصادر الأسطورية . وبعد أن أشار إشارة قصيرة إلى الكواكب الخمسة التى لم يشأ تسميتها ، تناول بالمنقشة خمس دوائر من الكرة السماوية . وهى على التوالى : المحجرة ، ومدار السرطان ، ومدار الجدى ، والاستواء والأبراج ، ثم خصص أخريات القصيدة (وهى الأبيات التى بين ٥٥٩ ، ٧٣٢) للتحدث عن شروق النجوم وغروبها ، وهى النجوم التى يتفق زمن شروقها مع إحدى العلامات البروجية أو تلك التى تغرب عند شروق العلامات البروجية^(١٨) .

ولاشك فى أن وصف النجوم والكوكبات هو نوع من الدراسات الفلكية يهتم بها كل إنسان ، ولا يزال هذا النوع محبباً إلى الكثيرين إلى يومنا هذا . بل إن كثيراً من الناس لا يعرفون عن الفلك أكثر من هذا ، إذ يعتقدون أن القدرة على معرفة الكوكبات وتسميتها بأسمائها المعروفة ، هى كل علم الفلك . ومع ذلك فإننا لانسمى هؤلاء بأنهم فلكيون ، كما أننا لانسمى الإنسان الذى يعرف أسماء النباتات ولا يدرك شيئاً عن حياة النبات بأنه عالم فى النبات . فإذا عرفنا أن وصف النجوم والكواكب لا يزال محبباً عند كثير من الناس إلى يومنا هذا ، أدركنا إلى أى حد كان تشبث القدماء وشغفهم بوصف النجوم ورواجه بينهم . وذلك للأسباب الآتية :

أولاً : - إن معظم الناس (وهم من سكان الريف) يشاهدون النجوم

في أثناء الليل وفي كل ليلة تقريباً ، على حين تحول الحياة في المدن دون ألفة هذه المشاهدة . هذا بالإضافة إلى أن عبادة النجوم كانت مقبولة لدى الجميع لأنها توحى بالروعة في النفوس ، فكل منها في مرتبة الإله . لهذا لم تقتصر دراسة الأجرام النيرة في السماء على الدراسات الفلكية البحث ، بل شملت الأساطير الأولى كذلك . فهي ديانة ولاهوت . وما كان أجل هذا وأروع ! وإذا تأملنا قليلا وجدنا أن الأسفار الدينية والإنجيل الخالد مبسطة دائماً في كل ليلة ، في السماء ، لمن يريد قراءتها وإدراك معانيها .

هذه الحالة النفسية تبرر المقدمة المقدسة التي وضعها أراتوس لقصيدته "Ec Dios archomestha" .

« دعنا نبدأ من زيوس ، نحن معشر البشر لا يمكن أن نغفل ذكره ، فالطرقات مليئة بزيوس ، وكذلك الأسواق الزاخرة بالرجال ، والبحار ، والسموات . إننا جميعاً نفتقر إلى زيوس دائماً . لأننا أيضاً ذريته وخلقه » .

هذه ترجمة مير Mair الحرفية الدقيقة للآيات اليونانية (من ١ - ٥) ، وهي التي أوردناها في الشكل ٢٠ ، وهي قطعة من كتاب « المبادئ » . وهناك أيضاً ترجمة للسير دارسي طومسون Sir D'Arcy Thompson وهي كما يأتي : « دعنا نبدأ بالدعاء إلى الله ، دعنا نقدر اسمه دائماً وإلى الأبد ؛ فهو موجود في جميع الطرق والبلدان والأسواق . والبحار والسموات مليئة بعظمته . فما أحوج الإنسان إليه في جميع الأمور ، لأننا أيضاً من ذريته وسلالته » .

هذه الكلمات الأخيرة مأخوذة من « أعمال الرسل » (أصحاح ١٧ : آية ٢٨) وهي لم ترد اعتباطاً كما تظهر ، وإنما هي إشارة خفية محددة من القديس بولس إلى أراتوس ، قال بولس : « لأننا به نحيا وبه نتحرك ونوجد ، كما قال بعض شعرائكم أيضاً ، لأننا من ذريته أيضاً » . أما الشاعران اللذان أشار إليهما القديس بولس ، فهما الرواقى كليانثيس - الأسوسى (في النصف الأول من القرن الثالث ق . م .) وأراتوس^(١٩) .

هذه البداية ذات التزعة السامية Semitic ليست بمستغربة في هذه القصيدة اليونانية ؛ إذ أن أراتوس ولد وتعلم في غربي آسيا ، وحصل على معارفه الفلكية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة من مصادر بابلية . فلا بد أنه اتصل بكثير من رجال الشرق . ولا أريد أن أذهب بعيداً فأزعم أنه سمع عن المزامير . فلم يكن هذا أمراً ضرورياً ؛ لأن مؤلف المزامير ، وترنيمة كليانثيس لزيوس ، ووصف السماء وروعها لأراتوس ، كل ذلك كان نابعاً من مصادر متشابهة ، أهمها الإحساس الديني المتولد من مشاهدة السماء المزدانة بالنجوم^(٢٠) .

تضم « الفيومينه » ٧٣٠ بيتاً وتضم قصيدة « التنبؤ الجوى » ٤٢٢ بيتاً . ومن البديهي أننا لسنا بحاجة إلى إبراز مدى أهمية التنبؤ بالطقس للرجل العادي وخصوصاً لزراع الأرض . فالأوزان الشعرية قد بلورت كل معنى يتضمنه التراث الشعبي للطقس ، كما سهلت حفظه . وبنفس الطريقة نقشت المواقع النسبية للكوكبات في عقل الإنسان من طريق أبيات من الشعر زاخرة بالأشباح والأرواح .

ولسنا بحاجة إلى بيان مدى أهمية القصائد التعليمية في نشر الوعي التعليمي العام قبل عصر الطباعة ؛ فقد كان هذا النوع من القصائد موجوداً من قديم الزمن عند اليونان قبل أيام أراتوس . خذ لذلك مثلاً من هزيود الذي عاش في القرن الثامن ق . م . فلما جاء أراتوس بعث هذا النوع من الشعر من جديد ، وصارت قصائده أكثر ذيوياً ورواجاً من غيرها في عهود الرومان . وسوف نعود مرة أخرى إلى هذا الموضوع . وأود أن أشير هنا إلى أن القصائد التعليمية استمرت في عصر النهضة وما بعده إلى وقتنا هذا ، إلا أن أهميتها أخذت تتضاءل شيئاً فشيئاً حتى صارت أكثر تكلفاً . ويسجل تاريخ الأدب اللاتيني الحديث كثيراً من هذه القصائد مثل قصيدة سفيليس Syphilis والتي نظمها جيرولامو فراكسترو Girolamo Fracastoro (فيرونا سنة ١٥٣٠) ، ومثل قصيدة Anti - Lucretius التي نظمها ملكيور كاردينال دي بولينياك Melchior Cardinal de Polignac (باريس ١٧٤٧) وبعض هذه القصائد قد نشر باللهجة الدارجة مثل قصيدة « الفصول » التي

نظمها جان فرانسوا دى سانت لامبرت ، (باريس ١٧٦٩) . ومن أحدث هذه القصائد قصيدة « حاملي الشعلة » The Torch-Bearers التي نظمها ألفرد نويز Noyes (إدينبره ١٩٢٢) . ولم يظهر من هذه القصيدة إلا مجلد واحد يتناول تاريخ الفلك من كوبرنيكس حتى السير جون هرشل . هذا هو التاريخ ، وتاريخ العلم بنوع خاص ، وهو بلا شك أكثر إنسانية من علم الفلك نفسه . ومع هذا فإنني لا أرى جدوى في إخضاع قصة الفلك لقيود الأوزان الشعرية ، فإنها قيود غير منطقية ، ولا ضرورية ، ولاتعين على تقدم العلوم . وربما كان إنشاء أمثال هذه القصائد أمراً مفيداً في العصور السابقة ، ولكنه يعد في وقتنا هذا ضياعاً شائناً للجهود الفكرية . فالقصيدة العلمية هي في الوقت نفسه ضعيفة من الناحيتين العلمية والفنية جميعاً .

التراث الأراقي :

كانت قصائد أراتوس موضع إعجاب كثير من العلماء الرياضيين والفلكيين كما كانت موضع إعجاب الكثير من رجال الأدب . وقد تناولتها بالدراسة جهات متعددة ، أهمها تلك التعليقات التي دونها هيبارخوس (في النصف الثاني من القرن الثاني ق . م .) ، وتعد عناية هيبارخوس بأعمال أراتوس أعظم تقدير لها . ومن غرائب المصادفات أن شرحه لهذه القصائد ، « قصائد أراتوس » هو الأثر الوحيد الذي انتهى إلينا من أعمال هيبارخوس ، وكما كنا نود أن نحصل على رسالته الفلكية بدلاً من ذلك .

لقد عقد هيبارخوس مقارنة بين فينومينه يودكسوس الكنيدي وفينومينه أراتوس ، وتبين له أن أراتوس نظم نثر يودكسوس في أبيات من الشعر ، وقد اشتملت قصيدة أراتوس على بعض أخطاء يودكسوس ، وأضافت إليها أخطاء جديدة ، وكان من أثر رواج تلك القصيدة أن زاد انتشار تلك الأخطاء ، مما أيقظ اهتمام الفلكي الكبير ، وفيما يلي نص كلماته :

« لقد تولى عدد كبير من الكتاب قصيدة الفينومينه لأراتوس بالنقد والشرح .

ومن أبرز الأعمال التي أنجزت في هذه السبيل تلك التي قام بها أتالوس Attalos
عالم الرياضة في وقتنا هذا^(٢١).

أما شرح القصيدة ذاتها ، فهو لا يحتاج إلى عناء كبير ، لأن كلام
الشاعر نفسه واضح صريح ، حتى لمن كانت معلوماتهم يسيرة . ولكن القدرة
التي تتحرى النصوص الخاصة بالأجرام السماوية فتميز فيها بين ما يتفق مع
الظواهر المشاهدة، وما هو خاطئ لا يتفق معها؛ هذه القدرة تعتبر - بحق - من
مميزات الرجل الرياضي ذى الخبرة الطويلة . إلا أنه تبين لنا أن كثيراً من التفصيلات
الواردة في نصوص أراتوس لا تتفق مع الظواهر الحقيقية المشاهدة ، وإنما هي
خاطئة، على الرغم من أن سائر المفسرين وعلى الأخص أتالوس يؤيدونها .

« ولقد عقدت النية تنفيذاً لرغبتك^(٢٢) المتوثبة نحو المعرفة ، وتحقيقاً للمنفعة
العامة على وضع بيان دقيق عن تلك الأمور التي تبدولى أنها خاطئة . ولقد
وجهت نفسى نحو هذه الغاية ، ليس سعياً وراء الفخر أو الجاه عن طريق نقد
الآخرين ، لأن عملاً كهذا يعد - بحق - عملاً عابثاً غير كريم ، بل على العكس
من ذلك ، فإنى أقرر فعلاً تقديري العظيم لهؤلاء الذين يبذلون جهداً شخصياً
مضنياً في سبيل المصلحة العامة، وإنما هدنى من وراء ذلك أن أتيج لك وللذين
يتطلعون إلى المعرفة ، تجنب الأخطاء الخاصة بالظواهر الحقيقية للكون ، تلك
الأخطاء التي أخذها كثير من الناس في أيامنا هذه قضية مسلمة . ولاشك في أن
جمال الشعر يضئ على معانيه نوعاً من القبول . وبخاصة أن جميع الذين
ينشدون هذه القصائد يشتركون في البيانات الخاطئة التي تروجها^(٢٣) .

ولقد أوردنا هذه النبذة الطويلة ، لكى نبين أن هيبارخوس لم يكن من
العلماء الذين يسعون وراء مديح رخيص ، وإنما هو في الواقع محب للحق ،
عظيم بقلبه وعلمه معاً .

أخذ التراث اليونانى في التدهور بعد هيبارخوس . وهناك تعليقات لآخيليوس
تاتيوس الذى عاش في النصف الأول من القرن الثالث ق.م. وبعض حواش
منسوبة إلى ثيون الإسكندرى الذى عاش في النصف الثانى من القرن الرابع .

ومن ثم يتضح أن العصور الوسطى اللاتينية كانت على علم تام بأعمال أراتوس .

ومما يؤيد شهرة أراتوس تلك الأعمال الفنية التي تم طبعها قبل سنة ١٥١٠ م ، وهي ثلاثة باللغة اللاتينية وواحد باليونانية . ويبدأ تاريخ الأول والثاني سنة ١٤٧٤ ، وأحدهما خال من اسم الناشر الذي نشره في برسكيا (Brescia) ، والثاني بالإضافة إلى طبعته الثانية المسماة بفلكيات مانيلوس (astronomicon of Manilius) (في النصف الأول من القرن الأول) تولى نشره كل من روجيروس وبرتوخس من بولونيا ، (Rugierus and Bertochus) أما الثالث فهو ترجمة أفينيس (Avienus) ، وقد طبعت في ستراتا (البندقية سنة ١٤٨٨) . أما الرابع فهو ضمن مجموعة فلكية تسمى : Scriptores astronomici veteres جمعها مانوتيوس وطبعت في البندقية في سنة ١٤٩٩ . (انظر شكل ٢٠) .

وتتضمن الطبعة الرابعة ثلاث ترجمات لاتينية مختلفة ، بالإضافة إلى النص اليوناني وحواشي تيون .

التعليقات :

- (١) ورد ذكر أرسطو ولويس وتيموخارس في قانون "Syntaxis" لبطلميوس .
- (٢) إن التقسيم إلى درجات محتمل ، ولكنه غير محقق . ويقال إن العالم الإغريقي هيبارخوس (في النصف الثاني من القرن الثاني ق. م .) كان أول من قسم دوائر أجهزته إلى ٣٦٠° . ومع ذلك فإن بطلميوس ينسب إلى تيموخارس قياسات بالدرجات . ومن المحتمل أن « ذوات الحلق » التي استخدمها تيموخارس ، كانت لها تقسيمات مختلفة ثم حولها هيبارخوس - فيما بعد - إلى درجات قوسية . ومن المؤكد أن ذوات الحلق مقسمة على نحو ما ، وإلا فإنها تصبح عديمة الفائدة .
- (٣) ساموس إحدى جزر أيونيا الرئيسية ، ولاتبعد كثيراً نحو الشمال الغربي من جزيرة ميليتوس (Miletos) . وأصبحت منذ القرن السادس قبل الميلاد من المراكز الثقافية الهامة . ويعتبرها هيرودوت من أعظم البقاع تمدناً في العالم . وكانت موطناً أو محل ضيافة لكثير من الفنانين والشعراء والفلاسفة واثنين من الفلكيين اللامعين هما أريستارخوس وكونون (Conon) الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثالث ق. م .
- (٤) إذا ما اعتبرت جميع المدارات الفلكية دائرية كانت المسافات التي بين الشمس والقمر من الأرض ثابتة المقدار .
- (٥) يتساوى القطر الظاهري للشمس والقمر تقريباً ، ولكن قيمته متغيرة في حالة القمر ؛ إذ تتراوح من ٢٦' ٢٩" إلى ٣٤' ٣٣" . فالقطر الظاهري للقمر قد يكون أكبر أو أصغر من قطر الشمس الظاهري . وقد يكون متساوياً معه . وبمعنى آخر ، يتغير القطر الظاهري للقمر بمقدار ١٣,٥ في المائة ، ولا يتغير القطر الظاهري للشمس إلا بمقدار ٣,٥ في المائة . وقد برهن سوسيجينس (Sosigenés) (الذي ازدهر في ٤٦ ق. م .) على أن عدم تساوي القطرين الظاهريين للتيرين يؤدي إلى حدوث كسوف حلق للشمس .
- (٦) حصل أراتوشينيس - فيما بعد - على قيمة الدائرة المحيطة بالأرض بدقة أكثر ؛ إذ بلغت ٢٥٢,٠٠٠ استادياً ، علماً بأن أراتوشينيس ولد في الوقت الذي كان فيه أريستارخوس في ريعان شبابه .
- (٧) إن الآراء التي سنتناولها الآن بالشرح ليست مذكورة في الرسالة الباقية من أريستارخوس وهذا مما يؤيد اعتقادنا بأن أريستارخوس كتب هذه الرسالة في مسهل حياته .
- (٨) الخطاب موجه للملك جيلون الثاني (Gelon) ملك سيراكوز الذي توفي قبل سنة ٢١٦ ، في حين كانت وفاة أرشميدس في سنة ٢١٢ . والفقرة التي أوردناها هنا مأخوذة من كتاب « حاسب الرمل » طبعة هايرج اليونانية اللاتينية : Sand reckoner Vol. 2 (1913) pp. 216 - 219 . وكذلك ترجمة هيث الخاصة بمؤلفات أرشميدس : Works of Archimedes (Cambridge 1897) pp. 221.

(٩) انظر الشرح في المجلد رقم (١) ص ٥٠٦ - ٥٠٨ .

(١٠) الحقيقة أن كليانثيس لم يتقدم بهذا الاتهام ، وإنما قال إنه ينبغي أن يوجه إليه الاتهام . وكان كليانثيس زعيماً للرواقيين ، ورئيساً للرواق من سنة ٢٦٤ إلى ٢٣٢ ق . م . ، وهي سنة وفاته . وقد كتب بالفعل نبذة ضد أريستارخوس . ولقد أحيا الرواقيون في فترة تحسهم الاعتقادى بمض قضايا سقراط المتحيزة ضد العلم . وقد كشف بلوتارك القناع عن عداء كليانثيس لأريستارخوس ، وذلك في كتابه : De facie in orbe lunae (الوجه في القمر) الفصل ٦ .

(١١) ويروى عن ثيون الأزيرى الذى عاش في النصف الأول من القرن الثانى، أن شخصا يدعى دركيليداس (Dercyllidas) قد وجه اتهاماً مماثلاً ضمنياً : انظر :

Eduard Hiller's edition, Theonis Smyrnaei Expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium (Leipzig 1878), p. 200

(١٢) وانظر أيضاً الفصل التاسع من De architectura, I, I وما اختاره فنروثيس طريف في بابيه . وجميع الرجال الذين أشار إليهم معروفون للقراء فيما عدا الأخير وهو اسكوپناس السيراكوزى ، فهو غير معروف .

(١٣) لم أشأ أن أتكلم كثيراً عن هؤلاء الثلاثة حتى أتجنب زيادة التعقيد في هذه القصة دون ضرورة ملحة . فقد وفد فيلولاوس من جنوب إيطاليا ، أما الاثنان الآخران فهما من سيراكوز . وعلى ذلك فهم جميعا يؤلفون جماعة إيطالية ، أى غربية . ولكنهم فيثاغوريون ولزيادة التوضيح انظر كتابي : Introduction Vol. I. pp 93, 94, 118 or Vol. I, pp. 288, 290

(١٤) يشير كلبس إلى الطبعة الثانية فقط (رقم ١٠١٢ - ١) إلا أنني تأكدت من أن الطبعة السابقة لم تكن وهمية . وهذه هي المرة الأولى التي كشفت فيها حذفاً في قائمة كلبس الممتازة . (١٥) تقع سولوى في قبليقية على الشاطئ الجنوبي من آسيا الصغرى ، أى بلاد الأناضول شمالي قبرص . وسولوى هي مسقط رأس كريسبوس الذى عاش في النصف الثاني من القرن الثالث ق . م . وهوزعيم الرواقيين (٢٣٣ - ٢٠٨) . ولولاه لما قامت الرواقية . وقد أعاد بومبى الأكبر بناء مدينة سولوى في سنة ٦٧ ق . م . وسماها بومبى بوليس .

(١٦) ما نوع الثقافة الذى يمكن أن يحصل عليه في أفسوس ؟ من الممكن أن نفترض أن معبد أرتيميس قد اجتذب العلماء والفلاسفة حيث وجدوا متعة في تعليم الشباب ، وربما كان هناك - كذلك - نوع من التعليم العام . ولسنا نعرف الكثير عن افسس ، ولكن لدينا وثيقة هامة عن التعليم العام في هذا العصر (في النصف الأول من القرن الثالث ق . م .) . في مدينة تيوس Teos وهي لا تبعد كثيراً عن افسس ؛ إذ تقع إلى الشمال الغربي على ساحل البحر . ويمكن أن نجد شيئاً عنها في النسخة الإنجليزية لكتاب : G.W. Botsford and E.G. Sihler, Hellenic civilisation (New York 1915), pp. 598-601.

وكانت تيريس مسقط رأس الشاعر الغنائى المشهور ، أناكريون الذى عاش فى القرن السادس وألخامس .

(١٧) ثيوكرتوس السيراكوزى هو مؤسس الشعر الغنائى (idyllic) ، زار الإسكندرية حوالى عام ٢٨٥ . وكان كليماخوس البرقاوى رئيساً لمكتبة الإسكندرية من حوالى عام ٢٦٠ إلى ٢٤٠ وسوف نتحدث عنهما فيما بعد .

(١٨) تناول هذا بالشرح الواقى ج. ر. ماير (R. Mair) فى طبعة لويب (Loeb) Callimachus, Lycophron, Aratus (Cambridge 1921), p. 377.

(١٩) لفت نظرى صديق القديم دارسى و. طمسون D' Arcy Thompson إلى هذا التشابه ، وذلك فى كلمته الممتدة التى ألقاها فى الجمعية الكلاسيكية فى سانت أندروز باسكتلندا فى سنة ١٩٣٥ ، وعنوانها : Astronomy in the classics, reprinted in Science and the classics (London : Oxford University Press 1940) (Isis 33, 269 (1941 - 1942), pp. 79 - 113.

(٢٠) قارن هذا ببيان « كانت » المشهور ، وهو : Kritik der praktischen Vernunft (Riga 1788) شيثان يملآن النفس بالإعجاب والرهبة: « كلما زاد تأمل الإنسان فيهما: للسماء الشاسعة فوق الإنسان ، والقواعد الأخلاقية فى الإنسان » .

(٢١) من المستغرب أن يكون أتالوس غير معروف . وهو الذى أشار إليه هيفارخوس بأنه « عالم الرياضة فى وقتنا هذا » .

(٢٢) الخطاب هنا موجه إلى صديق ، هيفارخوس وهو ايسخريون (Aischrion) الذى أهدى إليه هيفارخوس كتابه .

(٢٣) Hipparchi in Arati et, Eudoxi Phaenomena libri tres, I, 1, 3-8, pp. 4 - 7 (٢٣) in Karl Manitius Greek - German English version by T.L. Heath, Greek astronomy (London 1932) p. 116 (Isis 22 585 1934 - 35).