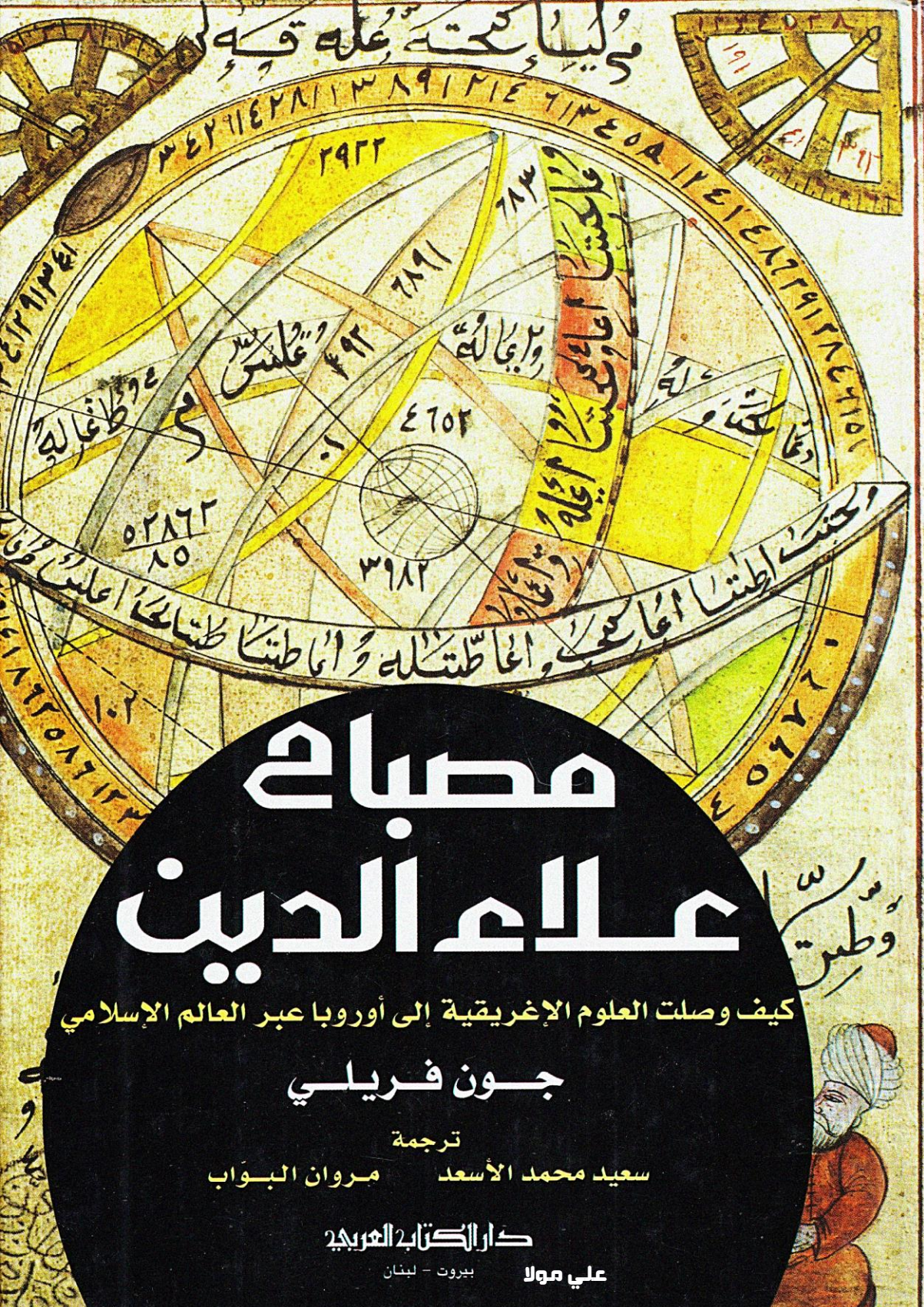


مصباح علاء الدين

كيف وصلت العلوم الإغريقية إلى أوروبا عبر العالم الإسلامي

جون فريلي

ترجمة

سعيد محمد الأسعد مروان البوّاب

دار الكتاب العربي

بيروت - لبنان

علي مولا

مصباح علاء الدين

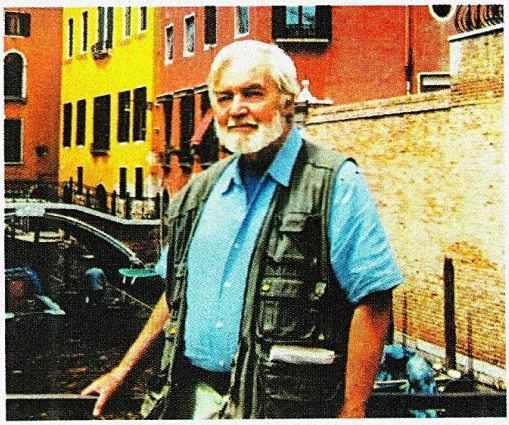
كيف وصلت العلوم الإغريقية إلى أوروبا عبر العالم الإسلامي

جون فريلي

ترجمة

سعيد محمد الأسعد مروان البوّاب

دار الكتاب العربي
بيروت - لبنان



وُلِدَ **جون فريلي** في بروكلن، نيويورك ونشأ فيها وفي إيرلندا قبل أن يلتحق، وهو فتًى لم يُجاوز السابعة عشرة من عمره، بسلاح البحرية الأمريكي، فشَهِدَ السنتين الأخيرتين من الحرب العالمية الثانية، وكانت له مهماتٌ خاصة في بورما والصين. ثم انتسب إلى الجامعة ونال درجة الدكتوراه في الفيزياء من جامعة نيويورك. تابعَ دراساتِه العليا (ما بعد الدكتوراه) في أكسفورد في مجال تاريخ العلوم. اشتغل منذ العام 1960 بتعليم الفيزياء وتاريخ العلوم في جامعة البوسفور بإستانبول (كلّية روبرت سابقًا)، وتخلَّلت ذلك نوباتٌ تعليميةٌ في أثينا ولندن وبوسطن والبندقية. تجاوزَ عددُ مؤلَّفاته أربعين كتابًا، منها: إستانبول: المدينة الإمبراطورية (Istanbul: The Imperial City)؛ شواطئُ تركيا الغربيةُ (The Western Shores of Turkey)؛ تطوافٌ عبر أثينا (Strolling Through Athens)؛ المسيح المفقود (The Lost Messiah)؛ من داخل السراي: الحياة الخاصة للسلاطين في إستانبول (Inside the Seraglio: The Private Lives of the Sultans in Istanbul)؛ تطوافٌ عبر إستانبول (Strolling Through Istanbul)؛ نشوء العلم الحديث في الشرق والغرب (The Emergence of Modern Science, East and West). يقيم حاليًا مع زوجته في مدينة إستانبول.

يضمُّ الكتابُ نحو 30 شكلاً توضيحيًّا وخريطتين.

صورة وجه الغلاف: رسمٌ تمثيليٌّ لفلكيٍّ يدرس حركةَ الشمس باستعمال ذات الحلَق (armillary sphere ، وهي آلةٌ فلكية قديمة مؤلَّفةٌ من حلقاتٍ تمثِّل مواقعَ الدوائر الرئيسية في الكرة السماوية) ودوَّارة (فرجار). من مخطوطةٍ عثمانية تعود إلى القرن السادس عشر، موجودةٍ ضمن أرشيف الفنون بمكتبة جامعة إستانبول.

مصباح
علاء الدين

مصباح علاء الدين

كيف وصلت العلومُ الإغريقية إلى أوروبا عبر العالَم الإسلامي

جون فريلي

ترجمة

سعيد محمد الأسعد　　مروان البوّاب

دار الكتاب العربي
بيروت - لبنان

مصباح علاء الدين

حقوق الطبعة العربية © دار الكتاب العربي 2010

ISBN: 978-9953-27-920-6

Authorized Translation from the English Language Edition:

Aladdin's Lamp

Copyright © 2009 by John Freely

جميع الحقوق محفوظة،
لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب،
أو اختزال مادته بطريقة الاسترجاع، أو نقله على أي نحو،
وبأي طريقة، سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية
أو بالتصوير أو بالتسجيل أو خلاف ذلك،
إلاّ بموافقة الناشر على ذلك كتابة ومقدماً.

الناشر

DAR AL KITAB AL ARABI

دار الكتاب العربي

Verdun St., Byblos Band Bldg.
P.O. Box 11-5769
Beirut 1107 2200 Lebanon

شارع فردان، بناية بنك بيبلوس
ص. ب. 11-5769
بيروت 1107 2200 لبنان

هاتف Tel (+961 1) 800811-862905-861178
فاكس Fax (+961 1) 805478
بريد إلكتروني E-mail daralkitab@idm.net.lb

www.dar-alkitab-alarabi.com

www.academiainternational.com

الآراء الواردة في هذا الكتاب تعبر عن فكر أصحابها
ولا تعبر بالضرورة عن رأي الناشر.

المحتوى

تقديم 7

قائمة بالأشكال والرسوم التوضيحية 9

المقدمة 13

1. أيونيا: علماء الطبيعة الأوائل 17

2. أثينا القديمة: مدرسة بلاد اليونان 41

3. الإسكندرية الهِلّينية: المتحف والمكتبة 61

4. من أثينا إلى روما والقسطنطينية وجنديسابور 92

5. بيت الحكمة البغدادي: من اليونانية إلى العربية 107

6. عصر النهضة الإسلامية 121

7. القاهرة ودمشق 136

8. الأندلس، إسبانيا الإسلامية 150

9. من طليطلة إلى باليرمو: من العربية إلى اللاتينية 167

10. باريس وأكسفورد I: فهم جديد لأرسطو 189

11. باريس وأكسفورد II: نشأة العلم الأوروبي 205

12. من بيزنطة إلى إيطاليا: من اليونانية إلى اللاتينية 225
13. دوران الكرات السماوية 244
14. الجدل على منظومتَي العالَمَيْن 261
15. الثورة العلمية 288
16. من سمرقند إلى إستانبول: حقبة الركود الطويلة للعلوم الإسلامية 309
17. العِلْم المفقود والمستعاد 322
18. حرَّان: الطريق إلى بغداد 337
كلمة شكر 347
فهرس الأعلام والأماكن (عربي - إنكليزي) 349
فهرس الأعلام والأماكن (إنكليزي - عربي) 359

تقديم

من أهم مسلّمات التاريخ هو أن التقليد الإسلامي له فضل كبير على انتعاش الفكر والعلم في الغرب، وخاصةً في الرياضيات والعلوم التطبيقية. وهذا ما يتحدّث عنه «جون فريلي» في كتابه الجديد "مصباح علاء الدين"، معلناً فيه عن الكثير من الحقائق اللافتة الآسرة.

«فريلي» هو عالم في الفيزياء، وأستاذ في علم التاريخ، كتب حوالي 40 كتاباً، ومنها ذاك الذي وضع له عنواناً فرعياً: "كيف أتى العلم الإغريقي إلى أوروبا عبر العالم الإسلامي". وهو يملك خبرة شخصية واسعة في العالم الإسلامي ـ فقد علّم لسنين في جامعة تركية، ويُظهرُ العديدُ من كتبه السابقة ثقافته العالمية ـ وهذا ما يجعله يتفوق على غيره في سعة المعلومات التي يقدّمها. إضافة إلى ذلك، فإن اطلاعه على الأدب يؤهّله لأن يقتبس عن "دون"، و"دانتي"، و"شكسبير"، و"تشوسر"، و"سبنسر"، مما يغني كتابه بأفكار من الشرق والغرب. وإن شغفه بعلوم الجهتين ومعرفته بكل الذين يمارسونها، مهما كان إرثهم، واضحٌ جلي في كل صفحة من الكتاب.

يبدأ كتاب "مصباح علاء الدين" بموجز يبيّن كيف صارت الفلسفة الطبيعية رائدة عند الإغريق والرومان لفترة من الزمان، وكيف مرت البشرية من واقع الخرافات والجهل، وآلت إلى الطريقة العلمية الحالية المتخلفة والبدائية. يصوّر الكتاب "ميليتوس"، الدولة المدينية، وكيف ازدهر فيها علم الفلك، والفيزياء، والهندسة. ويتناول فلاسفةً ثوريين من ذوي الحكمة والعقل الراجح، مثل "طاليس"، و"أناكْسِمَنْدَر"، و"أناكْسيمينيس"، و"هِرَقليطُس".

هنا نتبيّن الشكل الذي سيرتّب عليه «فريلي» مادةَ كتابه: فسيتبع نهر الأفكار الواسع عبر سِيَرٍ ذاتيةٍ موجَزة للمفكّرين، مقدّماً لنا الملامحَ والمحطات البارزة في حياة

هؤلاء، والمساهمات الفكرية التي قدّموها، وأيضاً العلاقة بينهم جغرافياً وزمنياً، بشكل واضح مقنع. ثم يستهلّ حكايةً سريعةً جارفة شيّقة، ويتحدّث عن حلقة المعرفة العلمية المُهَدَّدة من أعداء همجيين. وإذ تخيّم الظلمةُ على الحضارة الغربية، يأتي خطرُ ضياع المعرفة إلى الأبد. بيد أن جماعة من الزملاء الشجعان من مناخات أجنبية يهبّون إلى النجدة. فيحمون ويحفظون الكنز الذي وصلهم، ويسلّمونه بعد حين إلى ذرية المؤسّسين، وصولاً إلى نهضة حقيقية. ولكن الأمر المأساوي هو أن حرّاس الكنز ينحدرون بعد ذلك إلى مبادئ تتنافى مع العلم.

وتأتي مقدمة الكتاب بعد ميليتوس، للإحاطة بأثينا والإسكندرية، وروما، والقسطنطينية. ثم تُسدل الستارة على الغرب. إلا أن العلماء والدارسين يكونون في شغل شاغل في بغداد، يترجمون الكتابات اليونانية إلى العربية، ولا تلبث أن تستمر حركةُ الإشراف على العلم.

ولضرورات الزمان والمكان، ينتقل «فريلي» بسرعة في الأحداث. ويجعلنا نجتاز القرون ونعبر مختلف المدن كالقاهرة ودمشق والأندلس. وهذا هو لبّ الكتاب الذي يحفل بخدام أبطال معظمهم مجهول بالنسبة لنا هنا، وكلهم يجاهدون ليضيفوا شيئاً إلى العلم. ولكل واحد منهم خاصّية معينة وسمات مميزة تجعلنا نميل إليه. "بنو موسى"، على سبيل المثال، هم ثلاثة أبناء لقاطع طريق، يتبنّاهم الخليفة ويكبرون في كنفه، فيصبحون مستشارين، وجباة، ومؤلفين لحوالي عشرين كتاباً في علم الفلك، والرياضيات، والهندسة.

وبمرور الأيام، تبدأ ترجمة النصوص الإسلامية إلى اللاتينية، وتدخل هذه شيئاً فشيئاً إلى الجامعات الأوروبية، والأديرة، والمجالس. ويختفي المسلمون في تؤدة من السرد الذي يضعه «فريلي»، ونجد أنفسَنا في عالَم مألوف أكثر بالنسبة لنا: بيئة تلتمع فيها النظريات المتعلّقة بالشمس التي قال بها "كوبرنيكوس"، و"غاليليو"، و"نيوتن"، وأمثالهم.

يربط «فريلي» الزمن من الفيلسوف "طاليس"، الأكثر قِدَماً، حتى "إسحاق نيوتن"، الأكثر حداثةً، ويضعه في سلسلة من الفكر والتحري والاستقصاء والاستكشاف، سلسلة لا تنكسر، رغم الفترة الزمنية التي تتجاوز الألفية، وذلك بفضل التواصل بين الدارسين والعلماء المسلمين وزملائهم الغربيين على مرّ العصور. وإننا ندين لـ «فريلي» بالشكر لإلقائه الضوء على تلك الفترة الزمنية الذهبية الطويلة.

الناشر

قائمة بالأشكال والرسوم التوضيحية

20 العالَم اليوناني في القرنين الخامس والرابع قبل الميلاد. [خريطة]

22 استعمال شاخص المِزْوَلَة في تحديد فصول السنة (المصدر: Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution*).

48 الحركة الظاهرية لنجومٍ نموذجيةٍ في الجزء الشمالي من السماء على مدى ساعتين من الزمن، حيث مركزُ الدوران هو القطبُ الشمالي السماوي، مسقطُ القطب الشمالي الجغرافي (المصدر: Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution*).

49 الحركة الظاهرية للشمس بين البروج؛ الانطباع الحاصل يعود إلى أن الراصد، على الأرض، طوّافٌ حول الشمس (المصدر: James B. Kaler, *Astronomy*).

51 ميلان محور الأرض باعتباره العامل المسبِّب لتعاقُب الفصول (المصدر: Robert H. Baker, *Astronomy: An Introduction*).

52 (الشكل الأعلى): مسارُ الشمس الظاهريُّ عبر برجَي الحَمَل والثور.

(الشكل الأسفل): مسارُ كوكب المرِّيخ عبر برجَي الحَمَل والثور، مع تمثيلٍ لحركته التراجعية (المصدر: Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution*).

55 مفهوم الكونيات عند أرسطو (المصدر: Petrus Apianus, *Cosmographia*

.(*per Gemma Phrysius Restituta* [Antwerp, 1539]

65 قياس محيط الأرض وفقًا لحسابات إيراتوستينيز (المصدر: Cecelia Payne-Gaposchkin, *Introduction to Astronomy*).

70 اختلاف المنظر النجمي (المصدر: Cecelia Payne-Gaposchkin, *Introduction to Astronomy*).

71 من كتاب أريستارخوس في حجوم وأبعاد الشمس والقمر. (الشكل الأعلى): الفُرْقان القمري. (الشكل الأسفل): رسمٌ تخطيطي للخسوف القمري (المصدر: Albert Van Helden, *Measuring the Universe*).

72 القطوع المخروطية (المصدر: Cecelia Payne-Gaposchkin, *Introduction to Astronomy*).

73 نظرية فلك التدوير (الدُّحروج) لأپولونيوس (المصدر: G. E. R. Lloyd, *Greek Science After Aristotle*).

76 من مخترَعات هيرو. (الشكل الأعلى): أبواب معبدٍ تُفتح بنارٍ تُوقَد على مذابح القرابين. (الشكل الأسفل): محرِّك بخاريّ (المصدر: G. E. R. Lloyd, *Greek Science After Aristotle*).

78 مبادرة الاعتدالين. (الشكل العلوي): مبادرة ناشئة عن فعل قوَّتَي الشمس والقمر في الانتفاخ الاستوائي للأرض. (الشكل السفلي): مسار القطب السماوي الشَّمالي في الكرة السماوية (المصدر: Robert H. Baker, *Astronomy: An Introduction*).

82 مفهوم بطليموس لنقطة التعادل (المصدر: A. Pannekoek, *A History of Astronomy*).

83 صيغة مبسَّطة لنموذج بطليموس الكوكبيّ (المصدر: G. E. R. Lloyd, *Greek Science After Aristotle*).

84 دراسة بطليموس التجريبية لظاهرة الانكسار (المصدر: G. E. R. Lloyd, *Greek Science After Aristotle*).

109 العالَم الإسلامي قرابة عام 800 للميلاد. [خريطة]

128 كوكبة الجبَّار كما أوردها الصوفي في كتابه رسالة في بروج النجوم

الثابتة، عن مخطوطةٍ عربية تعود إلى القرن العاشر (المصدر: The British Library, Or. Ms. 5323 f.21v).

134 آلة لرفع المياه، من مخطوطةٍ عربية تعود إلى القرن الرابع عشر لكتاب الجزري في معرفة الحيل الهندسية المبتكَرة (المصدر: Bodleian Library, Oxford; Peter Whitfield, *Landmarks in Western Science*).

185 تطوُّر الأرقام الهندية ـ العربية (المصدر: Carl Boyer, *History of Mathematics*).

224 تكوُّن أقواس قزح الأوَّلية والثانوية (المصدر: كتاب إسحاق نيوتن *Opticks*).

254 نظرية كوپرنيكوس الشمسية المركز، من كتاب *De Revolutionibus*، 1543 (المصدر: Angus Armitage, *Copernicus and Modern Astronomy*).

265 نموذجٌ للنظام الكوپرنيكي من كتاب *A Prognostication Everlasting* لتوماس ديجس، 1576 (المصدر: Peter Whitfield, *Landmarks in Western Science*).

271 نظام تيخو (المصدر: Tycho Brahe, *De Mundi aetherei recentioribus phaenomenis..., Uraniborg, 1588; Kitty Ferguson, Tycho and Kepler*).

278 قانونا كِپْلر الأوَّلان في الحركة الكوكبية (المصدر: Kitty Ferguson, *Tycho and Kepler*).

300 رسمٌ من كتاب المبادئ لنيوتن يمثِّل قذيفةً في مسارها حول الأرض.

316 مرصد تقي الدين في إستانبول (المصدر: *Shahanshahi-namah*، المخطوطة رقم 1404، مكتبة جامعة إستانبول).

مختصرات مستعملة في الحواشي

ARI: Alexandria, Real and Imagined, ed. Anthony Hirst and Michael Silk
DSB: Dictionary of Scientific Biography, 16 vols., ed. Charles Coulston Gillespie
EGS: Early Greek Science: Thales to Aristotle, G. E. R. Lloyd
EHAS: Encyclopedia of the History of Arabic Science, 3 vols., ed. Roshdi Rashed and Regis Morelon
GPTP: Greek Philosophy, Thales to Plato, John Burnet
GSAA: Greek Science After Aristotle, G. E. R. Lloyd
GTAC: Greek Thought, Arabic Culture: The Graeco-Arabic Translation Movement in Baghdad and Early Abbasid Society, Dimitri Gutas
HAA: A History of Arabic Astronomy, George Saliba
HGP: A History of Greek Philosophy, 6 vols., William K. C. Guthrie
HMES: A History of Magic and Experimental Science, 8 vols., Lynn Thorndike
LA: The Library of Alexandria, ed. Roy MacLeod
LEP: Lives of Eminent Philosophers, Diogenes Laertius
LMS: The Legacy of Muslim Spain, 2 vols., ed. Salma Khadra Jayyusi
MASI: Mathematicians, Astronomers and Other Scholars of Islamic Civilization and Their Works (7th–14th Centuries), B. A. Rozenfeld and Ekmeleddin Ihsanoğlu
MEMS: Medieval and Early Modern Science, 2 vols., A. C. Crombie
MPNP: Mathematical Principles of Natural Philosophy, Isaac Newton
NAR: Never at Rest: A Biography of Isaac Newton, Richard S. Westfall
ORHS: On the Revolutions of the Heavenly Spheres, Nicholas Copernicus
PL: Plutarch's Lives, trans. Bernadotte Perrin
PWD: The Philosophical Writings of Descartes, trans. John Cottingham, et al.
RGOES: Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, A. C. Crombie
SCI: Science and Civilization in Islam, Seyyed Hossein Nasr
SHMS: Studies in the History of Mediaeval Science, Charles Homer Haskins
SMMA: The Science of Mechanics in the Middle Ages, Marshall Clagett
STLOE: Science, Technology and Learning in the Ottoman Empire, Ekmeleddin Ihsanoğlu
TCT: Three Copernican Treatises, Edward Rosen
TPP: The Presocratic Philosophers, G. S. Kirk and J. E. Raven

المقدمة

ترقى أصولُ العلم الحديث إلى بلاد اليونان القديمة، وإلى أوائل فلاسفة الطبيعة في القرن السادس قبل الميلاد. فقد ازدهر العلمُ الإغريقيُّ لأكثر من ألف سنة، انتهت بأُفول نجم الحضارة الكلاسيكية مع بدايات التاريخ الميلادي، عندما حاقَ بِمُدن العالَم الإغريقي ـ الروماني جُلِّها دمارٌ ماحق، مؤذنًا ببداية العصور المظلمة في أوروبا الغربية. حتى إذا ما انقضت ألفُ سنةٍ أخرى، راحت الآدابُ الإغريقيةُ تبعثُ عصرَ النهضة وتزفُّ ولادةَ العلم من جديد. فعندما نَشَرَ كوپرنيكوس ـ عام 1543 ـ نظريتَه الكوكبية التي تتَّخذ من الشمس مركزًا للمنظومة الشمسية، كان في واقع الأمر يُحْيي نظريةَ فلكيٍّ إغريقيٍّ طرحَ الفكرةَ نفسَها قبل ذلك بنحو ثمانية عشر قرنًا.

كيف تَهيَّأ للعلم الإغريقيِّ القديمِ الصمودُ والبقاء إذن؟ وبأية وسائل انتقل إلى أوروبا الغربية؟ إن الإجابة عن هذين التساؤلين تمثِّل صُلبَ هذا الكتاب وخلاصةَ موضوعه الرئيسي: قصةٌ بدأت أحداثُها على الشواطئ الإيجيَّة لآسيا الصغرى عند مدينة مِليتوس، حيث ظهر علماءُ الطبيعة الإغريق الأوائل، متأثِّرين بتراث بلاد ما بين النهرين في عِلْمَي الفلك والرياضيّات. ثم انتقلت مشاهدُ القصة تباعًا إلى أثينا القديمة، والإسكندرية الهلينيَّة، وروما الإمبراطورية، والقسطنطينية البيزنطية، وجنديسابور النَّسطورية، وبغداد العباسية، وإلى القاهرة ودمشق الفاطميَّتَيْن، وقرطبة الأندلسية، وطُليطلة المستردَّة، وپاليرمو النورماندية،

وأكسفورد وباريس اللاتينيَّتَيْن في القرن الثالث عشر، ممهِّدةً الطريقَ للثورة العلمية الأوروبية في القرنين السادس عشر والسابع عشر؛ وأخيرًا إلى سمرقند المُغْولية وإستانبول العثمانية، مواكِبةً آخرَ ذُرا المجد الأثيل للعلوم الإسلامية، ثم حقبة انحدارها الطويل.

على أن القصَّةَ لم تُدَوَّن قطُّ بكامل تفاصيلها في كتابٍ للقارئ العادي، بل ليس ثمة عملٌ متخصِّصٌ في هذا الموضوع أساسًا، حسبما علمتُ عندما بدأتُ حياتي المهنية باحثًا فيزيائيًّا، وطَفِقْتُ أقرأ في تاريخ العلوم. كانت أولى دراساتي في هذا الميدان عام 1966ـ1967، عندما حصلتُ على منحةٍ للدراسات العليا (ما بعد الدكتوراه) من جامعة أكسفورد بإشراف الأستاذ ألستير كرومبي، الذي كان من روَّاد مَن عكفوا على دراسة العلوم الإغريقية، وكيف وصلت إلى أوروبا الغربية عن طريق الترجمة من اللغة العربية إلى اللغة اللاتينية بعد أن حُفِظَت وطُوِّرَت في العالَم الإسلامي. وقد ساقني ذلك إلى دراسة عصر النهضة الإسلامية في القرنين الثامن والتاسع ـ تلك الحقبة التي نشطت فيها ترجمة الأعمال الإغريقية، العلميةِ والفلسفية، إلى العربية أيام الخلافة العباسية في بغداد، فكانت فاتحةً للمرحلة الأولى من الرحلة التي أفضت في خاتمة المطاف إلى بزوغ العلم في أوروبا. وفي هذا السياق يرى ديميتري غوتاس من جامعة ييل، التي تُعَدُّ إحدى المرجعيَّات الثِّقات الرائدة في مضمار نقل الثقافة الإغريقية إلى العالَم الإسلامي، أن "حركة الترجمة اليونانية ـ العربية في بغداد تؤلِّف بحقٍّ مرحلةً فيصلاً بعيدةَ الأثر... تعادل في أهميتها... حقبةَ أثينا المزدهرة في عهد پيريكليز [نحو 495 ـ 429 قبل الميلاد]، أو عصر النهضة في إيطاليا، أو عصر الثورة العلمية في القرنين السادس عشر والسابع عشر؛ وهي جديرةٌ بأن نوليَها التقديرَ الذي تستحق، ونُنْزِلَها المنْزِلَ اللائقَ من مساحة وعينا التاريخي."[1]

وهذا الكتابُ ليس بحثًا أكاديميًّا، بل سِفْرًا ثقافيًّا مُعَدًّا لكلِّ قارئٍ ذي اهتمامٍ بالتاريخ الثقافي غير التقليدي، يَنصَبُّ التركيزُ فيه على الأفراد والأماكن

(1) Gutas, *GTAC*, p. 8.

والثقافات ذات الصلة بالقصة. إنه ـ باختصار ـ رحلةٌ فكريةٌ تشقُّ طريقَها بين الشرق والغرب؛ يركب أمواجَ التاريخ، فيقتفي أثرَ الحضارات وأطوارها: مزدهرةً ومنحدرة، منبعثةً ومحتضَرَة.

إن التأثُّرَ الثقافيَّ المتعدِّدَ الجوانب، الذي وَلَّد العلومَ الحديثة، ينبغي أن يَحظى اليوم باهتمامٍ خاصّ، في ضوء ما يتناقله الناسُ من أحاديث شديدة الخطر عن صراع حضاراتٍ بين الإسلام والغرب، علمًا أن الصراعَ الأصليَّ الذي صاحَبَ ظهورَ الإسلام وانتشارَهُ نَقَلَ العلومَ اليونانية ـ الإسلامية إلى الغرب، مستهلّاً بذلك عهدَ الإرث العلميِّ الحديث. ولعلَّ الوقت الآن باتَ مؤاتيًا لسرد هذه القصة، بكل تعقيداتها الثقافية، في العالَم المترابط الذي وقعت فيه أحداثُها، والذي وَصَفَه المفكِّرُ إدوارد سعيد بأنه "ذو ثقافاتٍ متشابكةٍ بعضِها ببعض، ليس من بينها ثقافةٌ مستقلَّةٌ أو أصيلة، بل كلُّها ثقافاتٌ هجينةٌ متباينةٌ ومتخالفةٌ إلى حدٍّ بعيد."[2]

فإلى تفاصيل القصة التي تروي كيف وصلت العلومُ الإغريقيةُ إلى أوروبا عبر العالَم الإسلامي، بدءًا من مدينة مِليتوس الأيونية في عهدٍ مغرقٍ في القِدَم من التاريخ اليوناني (750ـ480 قبل الميلاد).

(2) Said, *Culture and Imperialism*, p. xxv.

أيونيا: علماء الطبيعة الأوائل

تقع مدينة مِليتوس القديمة على الساحل التركي لبحر إيجة، إلى الجنوب من مدينة إزمير (أو سْمِيرنا باليونانية). عندما زُرتُها أوَّلَ مرَّة في شهر نيسان/إبريل 1961 وجدتُها مدينةً مهجورةً تمامًا، إلا من راعٍ يسيم أغنامَه، فيشقُّ رنينُ أجراسها جدارًا من الصمت المطْبِق يلفُّ تلك الأطلال التي جُسْتُ خلالَها: المسرح الإغريقي العظيم، والحمَّامات الرومانية الكهفية، والطريق المعمَّد المفضي إلى مرفأ لَيُون پورت، وما يجاوره من حوانيت ومستودعاتٍ كانت في يومٍ من الأيام زاخرةً بالبضائع الواردة إليها من مستعمرات مِليتوس البعيدة كمصر وپونتوس. وألفيتُ مبانيها خرابًا يبابًا، وقد غطَّى جزءًا منها ما ذَرَتْه رياحُ الزمان عليها من أديم الأرض، فشَطَأَت فيها أكمامُ أزاهير الربيع، وخرجَ نباتُ الخشخاش أرجوانيًّا قانيًا، في تباينٍ لونيٍّ صارخٍ مع بقايا حطام القِلَع المرمرية البيضاء الشاحبة للمدينة المَوَات.

وقد خضعَ موقعُ مدينة مِليتوس لعمليات تنقيبٍ منذ أواخر القرن التاسع عشر؛ ومن ثم فإن جميع آثارها التاريخية الباقية قد استُخرِجت من باطن الأرض ورُمِّمَتْ قدرَ المستطاع. وقد تَمَّ ذلك مع أن مرفأها القديم لَيُون پورت قد احتشى بالرُّسابات الطينية منذ زمنٍ طويل، إلى درجةٍ جعلت مدينة مِليتوس تنعزل عن البحر أميالاً. وعلى مدخل المرفأ ما زال ينتصب تمثالان من المرمر لسَبُعَيْن رابضَيْن كأنهما حارسان، ومنهما اقتبسَ المرفأ اسْمَه، مع أنهما اليوم باتا شبه مطمورَيْن برواسب التراب والطمي، غير أنهما يمثِّلان رمزًا شاهدًا على مدينةٍ عريقةٍ ذائعة الصيت، سمَّاها المؤرِّخ هيرودوتس [نحو 485 ـ نحو 425 قبل

الميلاد] "مفخرة أيونيا"[3]، وكَتَبَ الجغرافيُّ الإغريقي سترابو [63 قبل الميلاد-21 للميلاد] يقول فيها: "كثيرةٌ هي مآثر هذه المدينة، لكنَّ أعظمَها كثرةُ عدد مستعمراتها؛ فقد استَعمرت هذه الشعوبُ منطقةَ البحر الأسود ومنطقة بحر مرمرة، وعددًا من المناطق الأخرى."[4]

وقد كَشَفَت عملياتُ التنقيب أن أقدم الآثار في مِليتوس يعود إلى النصف الثاني من القرن السادس عشر قبل الميلاد، عندما أقام مستعمرون من جزيرة كريت المينوية (الإقريطشية) Minoan Crete، فيما يُعتقد، مستوطَنةً هناك. وأُنشِئتْ مستعمرةٌ ثانية في الموقع نفسه إبَّان الهجرة الجماعية للإغريق في مطلع الألفية الأولى قبل الميلاد، إذ غادروا وطنَهم في البرِّ الرئيسي لليونان، متوجِّهين شرقًا عبر بحر إيجه، ونزلوا بساحل آسيا الصغرى وجزائرها في الغَمْر قبالة الساحل. وقد شارك في هذه الهجرة ثلاثُ قبائل إغريقية - الإيوليُّون Aeolians شمالاً، والأيونيُّون Ionians في الوسط، والدُّوريُّون Dorians جنوبًا - صَنَعَت معًا تباشير الحضارة اليونانية: فمن الإيوليِّين خرجت الشاعرةُ الغنائية سافو Sappho؛ ومن الأيونيِّين نبغَ الشاعرُ الملحميُّ هوميروس، وعلماءُ الطبيعة من أمثال طاليس وأناكسيمَنْدر وأناكسيمينيز؛ ومن الدُّوريِّين بَرَزَ هيرودوتس، المعروف بـ "أبي التاريخ".

يصف هيرودوتس هذه الهجرة في كتابه *Histories*، فيذكر أن الأيونيِّين انتهى بهم المطافُ إلى أحسن بقعةٍ في آسيا الصغرى، إذ "قادهم يُمْنُ طالعهم إلى إقامة مستوطناتهم في منطقةٍ هي من ألطف المناطق مناخًا فيما نعلم."[5] ويَصف الرحَّالةُ پوسانياس في مصنَّفه وصف بلاد اليونان، الذي وَضَعَه في القرن الثاني الميلادي، تلك المنطقةَ بما فيها فيقول: "يتمتَّع الريف الأيوني بجوٍّ معتدلٍ في فصوله كلِّها، ولا نظير لمحميَّاته الطبيعية في حُسنها."[6] ويتابع قائلاً:

(3) Herodotus, *Histories*, book v, p. 28.
(4) Strabo, *Geography*, vol. 6, pp. 206-7.
(5) Herodotus, *Histories*, book I, p. 142.
(6) Pausanias, *Description of Greece*, vol. 1, p. 240.

"لا تنقضي عجائب أيونيا العديدة، وهي لا تقلُّ شأنًا عن بدائع بلاد اليونان."[7]

وسرعان ما انتظمت المستعمراتُ الأيونيةُ في اتِّحادٍ أُطلق عليه اسم "العصبة الپانيونية"، التي اشتملت على مدينةٍ من كلٍّ من جزيرَتَيْ كييوس Chios وساموس Samos، وعشر مدنٍ تقع على البرِّ الرئيسي المقابل من آسيا الصغرى، هي فوسيا Phocaea وكلازومينا Clazomenae وإريثرا Erythrae وتِييوس Teos وليبيدوس Lebedus وكولوفون Colophon وإفسس Ephesus وپريني Priene وميليوس Myus ومِليتوس Miletus. وكان هذا الاتحاد (الذي عُرِف أيضًا باسم الدوديكاپوليس the Dodecapolis، أي الحاضرة الاثنتي عشرية) يتَّخذ من الپانيوريوم the Paniorium ـ الواقع على البرِّ الرئيسي قبالة جزيرة ساموس ـ ميدانًا لاجتماعاته العامة. ومما يجدر ذكره كذلك أن الأيونيِّين كانوا يجتمعون في جزيرة ديلوس Delos، التي تزعم الأسطورةُ أنها مسقط رأس أپولو ـ آلهتهم الوليَّة الحافظة. وهناك يعبِّرون عن تمجيدهم للآلهة في مهرجانٍ أحسَنَتْ وَصْفَه الترنيمةُ الهوميريَّة يخاطَب فيها أپولو، إله ديلوس:

> فليهنأ قلبُك سرورًا في ديلوس اليوم، حيث يتقاطر الأيونيُّون بأثوابهم الطويلةِ السابغة، مع أولادهم وزوجاتهم المحتشمات تقديسًا لك وتبجيلاً. وبكلِّ ما ينبغي من اهتمام يُبْهِجونك بأفانين الرقص والغناء وضروب المصارعة والنِّزال. ولو شَهِدَ شخصٌ جَمْعَهُم هذا لَوجدَ فيهم الشبابَ الدائمَ والخلودَ السرمدي في كنفك؛ إذ سيلحظ مناقبهم جميعًا، وتقرُّ عينُه ويثلج صدرُه برؤية النسوة المؤتزرات المتأهِّبات، والرجال ذوي المراكب السريعة والشهرة الواسعة[8].

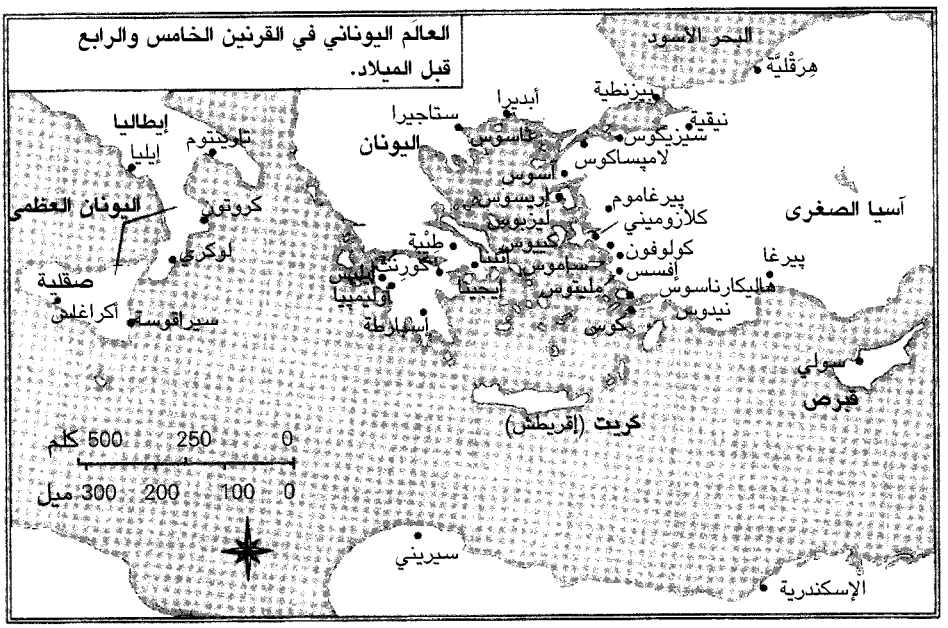
وقد فاقت مِليتوس إلى حدٍّ بعيد سائرَ المدن الأيونية الأخرى في مختلف

(7) Pausanias, *Description of Greece*, vol. 1, p. 245.

(8) Hesiod, *the Homeric Hymns and Homerica*, vol. 3, pp. 148-58.

فعالياتها البحرية والتجارية، فأنشأت أولى مستعمراتِها في القرن الثامن قبل الميلاد على شواطئ البحر الأسود. وفي غضون القرنين التاليين بلغت مِليتوس في بناء المستعمرات شأوًا بعيدًا تجاوزَ ما بلغته دولُ المدن (الدُوَيلات) city-states الأخرى جميعًا في العالَم اليوناني، وذلك بتأسيسها ثلاثين مدينةً حول البحر الأسود، ونفوذِها إلى مضيق هيليسپونت (الدردنيل) وبحر مرمرة. وأصبح لمِليتوس محطةٌ تجاريةٌ في نوكراتيس، وهو المركز التجاري الإغريقي الواقع على دلتا نهر النيل، والذي شُيِّد في نحو عام 650 قبل الميلاد. وفي ذلك الوقت أقامت مدنٌ إغريقيةٌ أخرى مستعمراتٍ لها حول السواحل الغربية للبحر المتوسط، وكان أكثر مناطق الاستيطان كثافةً سكانيةً جنوب إيطاليا وجزيرة صقلِّية، فأصبحت تلك المناطق تُعرَف باسم اليونان العظمى Magna Graecia.

وفي آخر الأمر فَقَدت المدنُ الأيونيةُ استقلالَها، على يد اللِّيديِّين أولاً، ثم على يد الفُرس، الذين انتهت محاولتهم لفتح اليونان بهزيمتهم من الحلفاء الإغريق في معركة پلاتيا عام 479 قبل الميلاد. غير أن ملكَ فارس زيركْسِيْز (أحْشورُش الأول) [نحو 519 ـ 465 ق.م.] انتقمَ لتلك الهزيمة بتدمير مدينة مِليتوس، التي



سرعان ما أُعيد بناؤها فاستردَّت عافيتَها، ورجعت في أواسط القرن الخامس قبل الميلاد مرفأً مزدهرًا ومركزًا تجاريًّا مفعمًا بالحياة والنشاط.

ثم إن الأنشطةَ البحرية البعيدةَ المدى والمتعدِّدة المجالات لسكان مِليتوس جعلتهم على اتصالٍ مباشِرٍ بحضاراتٍ قديمةٍ هي أكثر تقدُّمًا في الشرق الأوسط، ولا سيّما في مصر؛ فعادَ الإغريقُ منها بانطباعاتٍ وآراء، إضافةً إلى ما حملوه من السلع والبضائع. وفي ذلك كَتَبَ هيرودوتس يقول: "لقد اكتشفَ المصريون، عن طريق بروعهم في دراسة علم الفلك، السنةَ الشمسية، وكانوا أولَ مَن قسمَها إلى اثني عشر جزءًا. وإنني أرى أنَّ طريقتَهم في الحساب تفوق الطريقةَ اليونانية."[9]

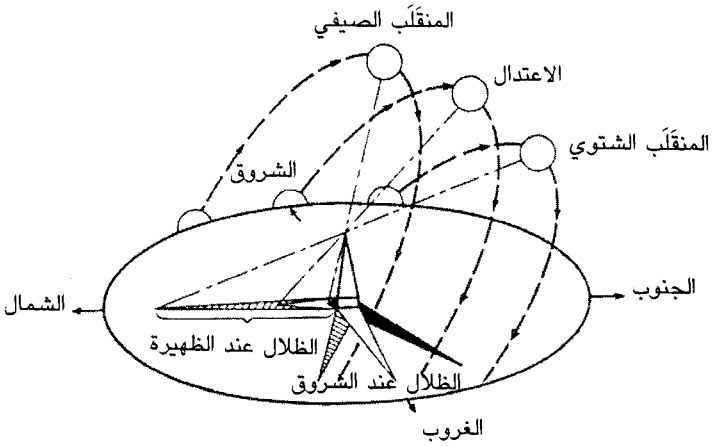
وقد دانت لأهل مِليتوس الطرقُ التجارية حتى بلغوا بلادَ ما بين النهرين، حيث يرجَّح أنهم اكتسبوا معرفةً شاملةً في علم الفلك أفادوا منها في الملاحة السماوية celestial navigation [الملاحة برصد مواقع الأجرام السماوية والاستهداء بها] وضبط الزمن. وهناك حصلوا على شاخص المِزْوَلة gnomon، حسبما يذكر هيرودوتس من أنَّ "معرفة المزولة (الساعة الشمسية) والشاخص وأجزاء اليوم الاثني عشر قد وصلت اليونانَ من بابل."[10] واستُعمل الشاخصُ أيضًا لتحديد موعد الاعتدالَيْن equinoxes [الربيعي والخريفي]، عندما تطلع الشمسُ من جهة الشرق تمامًا وتغيب في جهة الغرب تمامًا، فيتساوى طولُ الليل والنهار؛ وكذلك لتحديد موعد المنقلَبَيْن الشمسيَّيْن solstices [الصيفي والشتوي]، عندما تكون الشمسُ أبعدَ ما تكون عن خط الاستواء السماوي، فيبدو الظلّ وقتَ الظهيرة أقصرَ ما يكون أو أطولَ ما يكون، على التوالي.

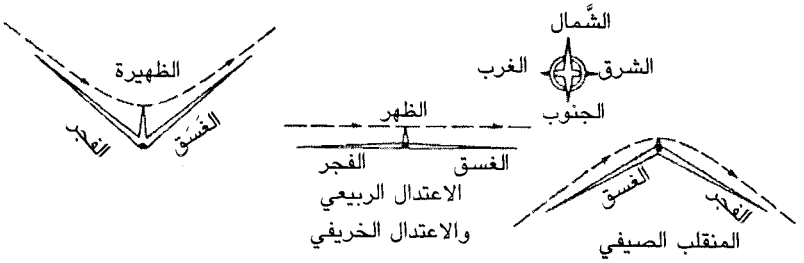
هذا وقد اشتُقَّت الكلمة اليونانية *aster* (وتعني: نجم) من الاسم "عشتار"، إلاهة الخصب عند البابليِّين، التي يقرنها الإغريقُ بكوكب الزُّهَرة (ڤينوس). وكان اعتقادهم بادئ الأمر أن ڤينوس نجمان مختلفان؛ فحملَهم ذلك على أن يُطلقوا عليه اسمَ إيوسْفُوروس عندما يُرى قُبَيْل بزوغ الفجر، واسمَ هِسْپيروس عندما يَظهر في

(9) Herodotus, *Histories*, book II, p. 4.

(10) Herodotus, *Histories*, book II, p. 109.

المساء. لكنهم تبيَّنوا فيما بعدُ أن نجمَي الصباح والمساء ما هما سوى جِرْمٍ سماويٍّ واحدٍ أطلقوا عليه اسم أفروديت، إلاهة الحب، فخلعوا بذلك صفةَ الخلود والقداسة على عشتار البابلية. ويُذكر أن الزُّهَرة هو الكوكبُ الوحيد الذي ذكره هوميروس في إلياذته؛ فأَورده تارةً باسم إيوسفوروس في معرض وصف جِنازة پاتروكلوس، وباسم هِسْپيروس في سياق الحديث عن المعركة بين أخِيْل وهيكتُور تارةً أخرى. ويُشار أيضًا إلى أن الشاعرةَ سافو تَغَنَّت هي الأخرى بكوكب الزُّهَرة دون غيره من كواكب السماء، ونَعَتَتْه بأنه "أروع الأجرام السماوية المضيئة على الإطلاق."[11]





استعمال شاخص المِزْوَلة في تحديد فصول السنة. الأمثلة الواردة هنا مستمَدَّةٌ من خطوط العرض الشَّمالية الوسطى. يمثِّل الرسمُ الأعلى التبدُّلاتِ الفصليةَ لمسار الشمس، والظلال التي تلقيها وقتَ الظهيرة وعند الغروب. ويشير تعبير "الاعتدال" (أي تساوي الليل والنهار) إلى الاعتداليْن: الربيعي والخريفي. وتمثِّل الرسومُ السفلى ظلالَ الشاخص عند المنقلبَيْن والاعتداليْن.

(11) Edmonds, *Lyra Graeca*, vol. 1, p. 203.

لم يمضِ زمنٌ طويلٌ حتى أحرزَ الإغريقُ الأيونيُّون تقدُّمًا فكريًّا فاقوا به أسلافَهم أشواطًا بعيدة، ولا سيّما في مِليتوس، التي برز منها في الربع الأخير من القرن السادس قبل الميلاد أولُ ثلاثةٍ من فلاسفة الطبيعة، كلُّ ما أُثِرَ من حصائد عقولهم لا يعدو شذراتٍ مفكَّكةً وغير متكاملة، أو مقاطعَ من أعمالهم مصوغةً بأقلام كُتَّابٍ متأخِّرين. وقد سمَّاهم أرسطو *physikoi* أو علماء الطبيعة، اشتقاقًا من الكلمة اليونانية *physis* وتعني "الطبيعة" بأوسع معانيها؛ في مقابل اللاهوتيين *theologoi* الأوائل الذين تحرَّوا معرفة الله من طريق دراسة الطبيعة وتفسير ظواهرها على أسسٍ منطقيةٍ عقلانية، لا من منطلقاتٍ ماورائية أو خارقةٍ للطبيعة. خذْ مثلاً على ذلك ظاهرة الزلازل، تَرَ أن هوميروس وهِيْسيود يعزوانها إلى فعل پوسيدون إله الزلازل، في حين يتمثَّلها طاليس على أنها هزَّةٌ تعتري الأرضَ وهي تعوم في مياه الإله أوقيانوس، المحيطة بالعالَم.

وقد صَنَّفَ أفلاطونُ طاليسَ (نحو 625 ـ نحو 547 ق. م.) أحدَ السبعة الحكماء في بلاد اليونان القديمة، على حين عَدَّه أرسطو "المؤسِّسَ الأول"[12] للفلسفة الطبيعية الأيونية. ومما تناقلَتْه الأجيالُ أن طاليس زار مصر، حيث يُعتقَد أنه تمكَّن من حساب ارتفاع أحد الأهرامات بقياس طول ظلِّه عددَ خُطًا، وذلك في وقتٍ من النهار يكون طولُ كلِّ جسمٍ مساويًا طولَ ظلِّه. ويَنْسُب هيرودوتس إلى طاليس الفضلَ في التنبؤ بحدوث كسوفٍ شمسيٍّ كلِّيٍّ يظهر للعيان في وسط آسيا الصغرى بتاريخ 28 أيار/مايو من عام 585 قبل الميلاد[13]، بينما كان اللِّيديُّون والفرس في حالة حرب. على أننا لو نظرنا في مستوى المعرفة آنذاك لخلصنا إلى أن التكهُّنَ بحدوث كسوفٍ ظاهرٍ في تلك المنطقة [وبتلك الدقة] ضربٌ من المستحيل. ويبدو أن طاليسَ ما إن أُحيط بالهالة المصونة في عداد الحكماء السبعة العظام، حتى نُسِبَ إليه من أنواع المنجزات والمآثر الفكرية الشيء الكثير، ولعلَّ منها المبرهَنات الهندسية الأولى التي عَرَفَها الإغريق.

(12) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 40.

(13) Herodotus, *Histories*, book I, p. 74.

ومن أهم ما خرجَ به علماءُ الطبيعة في مِليتوس من آراءٍ ما زالت باقيةً على الزمان تأمُّلاتُهم في طبيعة المادة، ولا سيّما اعتقادهم بوجود مادةٍ أساسيةٍ أو جوهريةٍ *arche* تبقى صامدةً لمختلف عوامل التغيُّر الظاهري. فقد كَتَبَ أرسطو يقول: "إن طاليسَ، الذي بَرَعَ في هذا النوع من الفلسفة، يؤمن بأن أصل الأشياء هو الماء؛ ومن هنا اعتقدَ أن الأرضَ تستقرُّ على الماء."[14]

ويذهب أرسطو إلى أن طاليس إنما اختارَ الماءَ أساسًا "بملاحظته أن غذاء الكائنات الحيَّة نديٌّ ومخضلٌّ في تكوينه، وأن الماء هو الأصل في طبيعة معظم الأشياء النديَّة."[15] ولا شكَّ في أن اختيارَه يعود إلى أن الماء في حالته الطبيعية سائل، غير أنه يتحوَّل إلى بخارٍ إذا سخن، وإلى جليدٍ إذا تَجمَّد. وهكذا تتَّخذ المادةُ نفسُها الحالاتِ الثلاثَ للمادة. وأهمُّ من ذلك أن طاليس كان يسعى إلى الإجابة عن السؤال الذي يمثِّل بدايةَ الفلسفة الإغريقية: ما طبيعة الحقائق الكامنة وراء الظواهر الطبيعية؟

أما أناكْسِيْمَنْدَر (نحو 610 ـ نحو 545 ق. م.)، فكان من أصدقاء طاليس الأصغر سنًّا، وابن بلده مِليتوس. وإذ لم يُخلِّف طاليس مكتوباتٍ تُذكر، يصف ثيميستيوس (نحو 317 ـ نحو 388) أناكسيمَنْدر بأنه "كان ـ فيما نعلم ـ أولَ من تجرَّأ من الإغريق على نشر رسالةٍ بحثيةٍ في الطبيعة."[16] ونَسَبَتْ مصادرُ قديمةٌ إلى أناكسيمَنْدر أيضًا مصنَّفاتٍ في علم الفلك يقال إنه ذكرَ فيها استعمال شاخص المزولة لتحديد "المنقلَبَيْن والأوقات والفصول والاعتداليْن"[17]، إضافةً إلى مؤلَّفٍ في الجغرافيا، كان فيه أولَ مَن رَسَمَ خريطةً للعالَم المأهول.

أطلقَ أناكسيمَنْدر على المادة الأساسية أو الجوهرية اسم أپيرون *apeiron*، وتعني "غير المحدود" أو "اللامتناهي"، أي إنها غير محدودةٍ بخصائص معيَّنة. وقد أدرك أن الماء لا يمكن أن يكون هو تلك المادة، إذ إنه يحمل خصائص

(14) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 55.
(15) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 55.
(16) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 72.
(17) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 74.

تميِّزه، في حين يتعيَّن أن تتَّصف المادةُ الأساسيةُ بأنها غير متمايزة مطلقًا في حالتها الأصلية.

وثمة ـ وفقًا لمبادئ أناكسيمَنْدر ـ عددٌ لا يُحصى من العوالم "تنفصل"[18] عن اللانهاية في وقتٍ ما. وهذه الرؤية مستقاةٌ من اعتقادٍ إغريقيٍّ قديم مفاده أن السماء والأرض كانتا في البدء رتقًا فانفتقتا فيما بعد واتَّخذتا عددًا لانهائيًّا من الهيئات. ويشير الشاعر يوريبيديز [نحو 484 ـ 406 ق.م.] إلى هذه المقولة في مسرحيته *Milanippe the Wise* بالقول: "ليس الخبر من بنات أفكاري، بل علمتُه من أمِّي، وهو أن السماء والأرض كانتا شكلاً واحدًا؛ وعندما انفصلت إحداهما عن الأخرى تولَّدت عنهما الأشياءُ كلُّها، وبرزت إلى الحياة كائناتٌ كالأشجار والأطيار والوحوش وصغار كائنات البحر المالح وبني البشر."[19]

واعتقدَ أناكسيمَنْدر أن الأرض ـ التي تَصَوَّرها أسطوانيةَ الشكل ـ هي مركزُ الكون، وأنها "تتدلَّى من غير عوائق أو قوًى تؤثِّر فيها، غير أنها تبقى في مكانها بسبب تساوي بُعدها عن كلِّ شيءٍ."[20] وهو يرى أن الأرض تبقى ثابتةً في المركز إذ ليس ثمة ما يَحملها على الحركة في أيِّ اتجاه، وفقًا لما يُعْرف بمبدأ "فقدان السبب الكافي الموجب". ويمثِّل استعمالُ أناكسيمَنْدر لهذا المبدأ الحدَّ الفاصلَ بين الأسطورة والعلم، وهذا يستلزم تفسيرًا من زاوية وجود علَّةٍ كافيةٍ موجبة.

كذلك كتبَ أناكسيمَنْدر في نشأة الحياة الحيوانية والبشرية، وعَزا پلوتارك [46؟ـ120م.] إليه الاعتقادَ بنظريةٍ للتطوُّر: "وهو يقول [أي أناكسيمَنْدر] أيضًا إن الإنسان وُجد أصلاً من كائناتٍ ذات أنماطٍ أحيائيةٍ مختلفة، وذلك تأسيسًا على أن سائر الكائنات الحية تصبح قادرةً على الخروج لالتقاط قُوتِها في غضون مدةٍ

(18) L. Taran, "Anaximander," *DSB*, 1, pp. 150-51.

(19) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 69.

(20) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 98.

وجيزة، في حين أن الإنسانَ وحده يحتاج إلى وقتٍ طويل من الرضاعة أولاً؛ ومن ثَمَّ فلو كانت صورةُ الإنسان الأول كما هي صورتُه اليوم لما استطاع أن يستمرَّ في الحياة." [21]

وأما أناكْسِيمينيز (الذي كان نجمه لامعًا عام 546 قبل الميلاد) فكان معاصرًا لأناكسيمَنْدر، وأصغر منه سنًّا، وقيل إنه صديقه ومؤدِّبه. وقد رأى أناكْسِيمينيز أن التفسير الوحيد المعقول للواقع الفيزيائي للطبيعة هو "أن جميع الأشياء منبثقةٌ من مصدرٍ واحد، ومتفكِّكةٌ إلى مكوِّنات الشيء نفسه." [22] وكان يؤمن بأن المادة الأساسية أو الأصلية للأشياء هي *pneuma*، وتعني "نَفَس" أو "هواء"، وأن هذه المادة تتَّخذ أشكالاً عديدةً بحكم حركتها الأبدية اللانهائية. ولم يكتفِ بتعرُّف المادة الجوهرية *arche*، بل إنه وصفَ الظواهرَ الطبيعيةَ التي بسببها تتَّخذ هذه المادةُ هذا الشكل أو ذاك. وتُعَدُّ تلك بالتأكيد خطوةً أخرى متقدِّمةً في مضمار تطوُّر العلم. وينقل سيمپليسيوس ـ فيما كتبه في القرن السادس الميلادي ـ عن أناكْسِيمينيز قوله إن الهواء "يختلف في نقائه وكثافته تبعًا لاختلاف المواد. فإذا تخلخلَ انقلَبَ نارًا؛ وإذا تكاثَفَ تحوَّل أولاً إلى رياحٍ ثم إلى سحاب؛ فإذا تكاثَفَ أكثرَ فأكثر صار ماءً وترابًا وحجرًا. وكلُّ شيءٍ مؤلَّفٌ من هذه المواد." ولَحَظَ سيمپليسيوس أن أناكْسِيمينيز افترضَ وجود "حركةٍ أزليةٍ لانهائية هي في الواقع سببُ التغيُّر." [23]

واعتقد أناكْسِيمينيز أن الأرض مسطَّحةٌ تطفو على الهواء "كورقة الشجر" [24]، وكذلك الأجرام السماوية. وقال إن الأرض والأجرام السماوية كلَّها محاطةٌ بهواءٍ لا حدود له، يحتوي على عددٍ لامتناهٍ من العوالم الأخرى. ويُظهِر اقتباسٌ صغيرٌ من كتاباته قياسًا تمثيليًّا بين الإنسان والكون إذ يقول: "فكما أن جوهرنا، المتمثِّل بالهواء، يشدُّ أجزاءَنا بعضَها إلى بعض فيجعلنا متماسكين،

(21) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 102.
(22) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 69.
(23) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 121.
(24) Burnet, *GPTP*, p. 20.

كذلك يكتنف النَّفَسُ والهواءُ عالَمنا كلَّه."[25]

على أن ثمة نظرةً في الطبيعة مخالفةً تمامًا خرجَ بها هِرَقليطس (وكان نجمه ساطعًا في نحو عام 500 قبل الميلاد)، وهو معاصرٌ لأناكْسِيمينيز وأصغر منه سنًّا، وُلد في مدينة إفسس الأيونية الواقعة إلى الشَّمال من مِليتوس.

عُرِفَ هِرَقليطس باسم سكوتينوس، أي "الغامض"، وذلك بسبب الطبيعة المبهَمَة لآرائه المتصلة بالوحي، ومنها قوله "إن الإله [أپولو] - ومهبط وحيه مدينة دِلْفي - لا يُفصِح ولا يتكتَّم، بل يومئ إيحاءً."[26] وسمَّاه معاصروه بصانع المفارقات *paradoxolog* لوَلَعه بها وميله إلى استعمالها. يقول ديوجينيز لايرتيوس في كتابه سِيَر كبار الفلاسفة *Lives of Eminent Philosophers* (المؤلَّف نحو سنة 325 ميلادية) أن هِرَقليطس جَمَعَ أقوالَه في الحكمة والأمثال في كتابٍ أودعه معبدَ آرتميس في إفسس. وتزعم روايةٌ، ربما تكون منحولة، أن يوريپيديز عندما سأل سقراط يومًا عن رأيه في هذا الكتاب أجاب: "ما فهمتُه منه لا يُستهان به، وكذلك بالتأكيد ما لم أفهمه؛ لكنه على كل حال يحتاج إلى غوَّاص ليسبر غوره."[27]

اعتقَدَ هِرَقليطس أن الحقيقة الباقية في الطبيعة ليست الوجود، كما في وجود مادةٍ كونية، بل هي السيرورة، أي التبدُّل السرمدي. ومن هنا تبرز حكمتُه المعروفة: "*Panta rhei*" (كلُّ شيءٍ في حالة تغيُّرٍ مستمر).[28] وفي حين كان علماءُ الطبيعة في مِليتوس يبحثون عن مادةٍ أساسيةٍ تبقى صامدةً للتغيُّر في الظواهر الطبيعية، كان تركيز هِرَقليطس منصبًّا على التغيُّر نفسِه والتبدُّل الدائب الذي لا يتوقَّف للطبيعة، آيةُ ذلك ما أورده أفلاطون من أن "هِرَقليطس ذكرَ في مكانٍ ما أن الأشياء كلَّها تمرُّ في سيرورةٍ مستمرة، وما من شيءٍ يبقى ثابتًا. وهو يشبِّه الأشياءَ الكائنةَ بتيار نهرٍ دافق، فيرى أن المرء لا يمكن أن يخوض

(25) Burnet, *GPTP*, p. 19.
(26) Kirk and Raven, *TPP*, p. 211.
(27) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 412.
(28) Burnet, *GPTP*, p. 46.

في نهرٍ واحدٍ مرتين." [29]

إن الاستقرار النسبيَّ للطبيعة هو نتيجةٌ لما أسماه هِرَقليطس التوتُّر المعاكس، وهو توازن قوًى متضادَّة من شأنها أن تولِّد التوازن. أما وحدة الكون فناشئةٌ عن العقل *Logos* الذي يسبغ النظامَ على العالَم الطبيعي. واعتقَدَ هِرَقليطس أن الآلهة هي وحدة الأضداد، كما يبدو ذلك من قوله: "إن الإله نهارٌ ليل، شتاءٌ صيف، حربٌ سلام، شِبَعٌ جوع. وهو عرضةٌ للتغيُّر بأسلوبٍ شبيهٍ بتغيُّر تسمية النار إذا أُلقيت فيها أنواع الطِّيْب، فهي تسمَّى باسم الرائحة التي يبعثها كلُّ نوعٍ منها." [30]

يعتقد هِرَقليطس أن شهادة الحواس دليلٌ خادعٌ يجب التعامل معه بحذر، كما يقول في إحدى حِكَمِه: "شِرارُ الشهود هم أعين الناس وآذانهم، إذا كانت قلوبهم لا تفقه لغتَهم." [31]

ومع تطوُّر العلم، حقَّقَ علماءُ الطبيعة تقدُّمًا في بعض ميادينه وتوسَّعوا فيما كان قد استهلَّه الأوَّلون. فالعالِم هيكاتيوس من مِليتوس (كان لامعًا عام 500 ق. م. أو نحوه)، وهو معاصر لهِرَقليطس، نَسَجَ على منوال أناكسيمَنْدر في رسْم خريطةٍ للعالَم المعروف لدى الإغريق. وألحقَ خريطتَه بدليلٍ سمَّاه *periegesis* (رحلة حول العالَم)، وَصَفَ فيه الأمصارَ والشعوبَ التي يمرُّ بها المسافرُ في رحلةٍ ساحليةٍ حول البحر المتوسط والبحر الأسود، إضافةً إلى بعض الجولات في الأجزاء الداخلية من بلدانٍ بعيدة مثل: سيثيا وفارس والهند، علمًا بأن ما يستغرق الجزء الأعظمَ من خريطته ذِكْرُه الأقاصي التي وصل إليها الإغريق في أنشطتهم الاستيطانية والتجارية، وما اطَّلعوا عليه من ثقافاتٍ حول حوض البحر المتوسط والبحر الأسود.

وفي غضون الربع الثالث من القرن السادس قبل الميلاد امتدَّت الاستنارةُ

(29) Kirk and Raven, *TPP*, p. 197.
(30) Kirk and Raven, *TPP*, p. 191.
(31) Kirk and Raven, *TPP*, p. 189.

الفكرية الأيونية إلى اليونان العظمى، ووطَّأها اثنان من أبرز عقول العصور الإغريقية المبكِّرة هما: فيثاغورس وزينوفانيز.

أما فيثاغورس (نحو 560 ـ نحو 480 ق. م.)، فقد وُلد على جزيرة ساموس، وهي إحدى جزيرتَيْن إيجيَّتَيْن كانت جزءًا من المجموعة الپانيونية، وتقع بعيدًا عن الساحل الإيجي لآسيا الصغرى، إلى الشمال الغربي من مِليتوس. وثمة روايةٌ متأخرة تقول إن فيثاغورس سافر في صدر شبابه إلى مصر وإمبراطورية بابل لدراسة الرياضيّات. وعندما بلغ سنَّ الرشد خرجَ فارًّا من سطوة الطاغية پوليكراتيز حاكم ساموس، واتَّجَه إلى كروتون جنوبي إيطاليا، وهي مستعمرةٌ يونانية أُسِّست في القرن الثامن قبل الميلاد. وهناك أنشأ جمعيةً كانت في آنٍ معًا مدرسةً علميةً وفرقةً دينية اشتملت مبادئها على الإيمان بتناسُخ الأرواح. وفيما عدا ذلك لا يُعرَف الكثير عن فيثاغورس نفسه، ومن غير الممكن تمييز آرائه الشخصية عن آراء أتباعه ومريديه.

ويُنسَب إلى الفيثاغوريين [أتباع فيثاغورس] وضْعُ أسس الرياضيّات الإغريقية، ولا سيّما الهندسة ونظرية الأعداد. على أن أبرز مكتشفاتهم الرياضيّاتية يتمثَّل في مبرهنة فيثاغورس الهندسية التي تقول بأن مربَّع طول الوتر في مثلَّثٍ قائم الزاوية يساوي مجموعَ مربَّعَي ضلعَيْه القائمتَيْن.

كذلك ساقتْهم معتقداتُهم الدينية إلى الخوض في المعاني الخفيَّة للأعداد numerology، ومن ذلك اعتقادُهم بأن للأعداد الفردية خصائص ذكورية، وللأعداد الزوجية خصائص أنثوية. وقد وجدوا في العدد 10 أقدس الأعداد؛ فهو يساوي مجموع الأعداد الأربعة الأولى [1، 2، 3، 4]، وقالوا إن العدد 1 يمثِّل "ذرَّة" الأعداد، فإذا وُجد منها اثنتان تولَّد عنهما مستقيم، ووجود ثلاثٍ ليست على استقامةٍ واحدة يحدِّد سطحًا؛ وإذا كانت أربعًا لا تنتمي إلى سطحٍ واحدٍ فهي تحدِّد رؤوس مجسَّمٍ فراغي. ولو رُتِّبت الأعدادُ أحدها فوق الآخر كسلسلةٍ من النقاط أو "الأعداد الرمزية" ـ هكذا: 1(.)، 2(..)، 3(...)، 4(....) ـ لألَّفت الأعدادُ الصحيحةُ الأربعةُ الأولى شكلاً هندسيًّا متساوي الأضلاع يُعرَف باسم *tetractys*، أي العدد الكوني، باعتباره مستغرقًا لجميع الأبعاد الممكنة. وأضحى

هذا الشكلُ رمزًا للفيثاغوريين، الذين ذاع صيتُهم في وقتٍ ما بأنهم سَحَرَةٌ ومشعوذون؛ فقد كَتَبَ هيبوليتوس، أحدُ آباء الكنيسة في القرن الثالث الميلادي، في مصنَّفه *Philosophumena* عن "فنون السِّحر وأعداد فيثاغورس"[32]، ولَحَظ أن "فيثاغورس قد تعاطى السِّحر، كما يقولون، واكتشفَ هو نفسُه فنًّا في الفراسة، واضعًا أعدادًا وقياساتٍ معيَّنةٍ أساسًا لذلك."

ومن الفِكَرِ الأخرى التي تُنسَب إلى الفيثاغوريين مفهومُ الكون "cosmos" (أو *kosmos* باليونانية). يعطي أفلاطون المعنى الإغريقي الأصلي للكون في مقطعٍ من كتابه *Meno*، حيث تبدو أشارتُه للفيثاغوريين واضحة: "يخبرنا أولئك الحكماءُ أن السماء والأرض والآلهة والناس تجمعها روابط النَّسَب والمحبّة والنظام والاعتدال والإنصاف. ولهذا السبب، يا صديقي، يطلقون على الوحدة المتكاملة اسم الكون، وهو اسمٌ لا يطلقونه على ما يتضمَّن معنى الفوضى أو التحلُّل الأخلاقي."[33]

وقد نُقِل إلينا أن الفيثاغوريِّين كانوا أولَ مَن عرفَ العلاقاتِ العدديةَ المتصلةَ بتآلُف الألحان الموسيقية، عن طريق تجاربهم على الآلات الوترية، وأفضى بهم ذلك إلى الاعتقاد بأن الكون مصمَّمٌ بقدرةٍ إلهيةٍ تنتظمها مبادئ غايةٌ في الإحكام والاتِّساق، وأن بالإمكان التعبير عن هذا الاتِّساق بلغة الأعداد. وفي ذلك كَتَبَ أرسطو عن الفيثاغوريين: "لقد رأوا في الأعداد عناصرَ كلِّ شيء، وفي السماء سُلَّمًا موسيقيًّا ولحنًا شجيًّا."[34]

ويُعتقَد أن فيلولاوس من كروتونا، الذي سطعَ نجمُه في النصف الثاني من القرن الخامس قبل الميلاد، قد صنَّفَ مؤلَّفًا شاملاً في علم الكون الفيثاغوري، يقول فيه إن الفيثاغوريين اعتقدوا أن الأرض ليست ثابتة، بل طوَّافةٌ في دائرةٍ حول نارٍ مركزيةٍ تسمَّى هِسْتِيا Hestia، موقدَ الكون، إلى جانب الشمس والقمر

(32) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 370.
(33) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 209.
(34) Kirk and Raven, *TPP*, p. 237.

والنجوم والكواكب الخمسة المرئية ـ عطارد والزُّهَرة والمِرِّيخ والمشتري وزُحَل ـ إضافةً إلى جِرمٍ آخر، يسمُّونه نظير الأرض counter-earth، غيرِ مرئيٍّ لوقوعه في الجهة المقابلة من الكون. وكتبَ ألكسندر أوف أفروديزياس في تعليقه على كتاب أرسطو *Metaphysics* يقول إن الفيثاغوريين ذهبوا إلى الاعتقاد بأن الأجرام السماوية تتحرك بطريقةٍ تُحْدِثُ تناغُمًا سماويًّا. ويتابع القول: "يزعمون أن الأجرام الدوَّارةَ حول المركز تحتفظ بأبعادٍ متناسبةٍ فيما بينها، وأنَّ بعضَها يتسارع في دورانه وبعضَها يتباطأ، فتَصدُر أصواتٌ عميقةٌ عن الدوران البطيء، في حين تَصْدُر أصواتٌ عاليةٌ في حالة الدوران السريع. تتَّحد هذه الأصوات، تبعًا لنسب المسافات، لتُحدِثَ معًا أثرًا متناغمًا."[35]

ويبيِّن أرسطو كيف فسَّرَ الفيثاغوريُّون سببَ تعذُّر سماع هذا التناغم السماوي: "إنهم يفسِّرونه بقولهم إن الصوت يلازمنا منذ الولادة، ومن ثم فليس له ضدٌّ متميِّزٌ من الصمت ليُبْرِزَه؛ ألا ترى أن الصوتَ والصمتَ يُدرَكان بالتباين بينهما؟ والبشر جميعُهم يمرُّون بتجربةٍ تشبه ما يمرُّ به نحَّاسٌ محترف، إذ يعود ـ بحكم الاعتياد وطول العهد ـ غير حافلٍ بِجَلَبة الطنين والطَّرْق من حوله."[36] وهكذا لا يدرك الإنسانُ العاديُّ التناغمَ السماويَّ، كما يبيِّن لورنزو ذلك لجيسيكا في مسرحية شكسبير تاجر البندقية:

> ما من جِرمٍ في هذه الأجرام التي تَرَيْنَها إلَّا هو ضالٌّ نغمتَه السماوية
> إلى خورس الملائكة ذاتِ العيون الملأى صِبًى،
> ومثل هذا الشَّجى الشائق يتردَّد في النفس الخالدة،
> ولكنَّ الكساءَ الضافي علينا من نَسْجِ الفساد وحَمْأةِ الصَّلصال
> يَحُول دون سماعِنا ذلك الإيقاع.[37]

(35) Cohen and Drabkin, *Source Book in Greek Science*, p. 96.

(36) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 296.

(37) Shakespeare, *The Merchant of Venice*, Act V, scene I.

وُلِدَ الشاعرُ والفيلسوف زينوفانيز (نحو 570 ـ بعد 478 ق. م.) في مدينة كولوفون الأيونية، إلى الشمال الغربي من إفسس، وهو معاصرٌ لفيثاغورس وأكبر منه سنًّا بقليل. قيل إنه من أتباع أناكسيمَنْدر. خرج هاربًا من أيونيا بعد أن غزاها الفُرس في سنة 545 قبل الميلاد، وانتقلَ إلى اليونان العظمى، حيث استقرَّ به المقام ـ وفقًا لرواية ديوجينيز لايرتيوس ـ في صقلِّية، عند زانكلي وكاتانا، وهما مستعمرتان إغريقيتان أُنشئتا في القرن الثامن قبل الميلاد. أصبح شاعرَ حركة التنوير الأيونية في الغرب. ومع أن الشذراتِ الباقيةَ من أعماله ليست علمية، بل ذات طابعٍ أدبيٍّ في المقام الأول، فإن بعضَ آرائه وفِكَرِه الإبداعية "اللاقحة" كان لها أثرٌ بعيدٌ في تطوُّر الفلسفة الطبيعية في اليونان العظمى.

عارضَ زينوفانيز تجسيدَ هوميروس وهيسيود لتعدُّد الآلهة وخَلْعَهما صفاتٍ بشريةً عليها، وأنكرَ عليهما إذ "نَسَبا إلى الآلهة جميعَ الأفعال التي تُعَدُّ بين الناس مدعاةً للخزي والعار: كالسرقة والزنى والخداع المتبادَل."[38] وقال إن البشر يجعلون الآلهةَ على صورة أنفسهم، فقد "زَعَمَ أهلُ الحبشة أن آلهتَهم خُنْسُ الأُنوف، سُمْرُ الأَدَمة؛ وادَّعى أهلُ تراقيا أن آلهتَهم زُرْقُ العيون، حُمْرُ لون الشَّعر."[39]

آمنَ زينوفانيز بالوحدانية وقال بوحدة الوجود. ويبدو ذلك جليًّا في إحدى شذرات كتاباته المجزوءَة: "الإله واحد، وهو العظيم بين الآلهة والناس، الفريد في صفاته فلا يشبه البشرَ في شيءٍ، وهو بصيرٌ خبيرٌ سميعٌ لكل شيء، ثابتٌ لا يبرح مكانه، إذ لا يليق به أن يتنقَّل. ومن غير أن يَمسَّه نَصَبٌ يُنْفِذ أمرَه بتوجيه مشيئته إلى الأشياء لتكون، فتكون."[40]

سَخِرَ زينوفانيز من الاعتقاد الفيثاغوري بتناسخ الأرواح؛ ففي قصيدةٍ له

(38) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 371.
(39) Kirk and Raven, *TPP*, p. 168.
(40) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 374.

يحكي كيف استوقَفَ فيثاغورس شخصًا يضرب كلبًا، قائلاً له: "توقَّفْ، لا تضربْه؛ إنه روحُ صديقٍ لي، لقد عرفتُ ذلك من صوته!"[41]

وقد نُقِل إلينا أن زينوفانيز كان معلِّمًا لپارمينيديز (نحو 515 ـ نحو 450 ق. م.) من مستعمرة إيليا، التي أُقيمت على الساحل الجنوبي لإيطاليا، قريبًا من مدينة فوسيا. أكَّد پارمينيديز ـ شأنَ هِرَقليطس ـ عدمَ موثوقية الحواسّ، قائلاً إن عليك ألَّا "تسمح للعادة أو العُرف أن تحملك على أن تضلَّ الطريقَ القويم بعينك تنظر على غير هدًى، أو أذنك تُرجع الصَّدى، أو لسانك؛ ولكن استَقْتِ عقلَك في الوصول إلى البيِّنة ـ التي يكتنفها الشِّقاق ـ على أنني تكلَّمتُ."[42]

وفي حين يعتقد هِرَقليطس أن كلَّ شيءٍ في حالة تغيُّر مستمرّ وأن لا شيءَ سرمديّ، ينكر پارمينيديز كليًّا إمكان الحركة وسائر أنواع التغيُّر، مؤكِّدًا أن ذلك كلَّه مجرَّدُ وهْمٍ أو خداعٍ للبصر والحواس. وقد بيَّن ذلك في قصيدته التعليمية *The Way of Truth* (سبيل الحقيقة) قائلاً: "إن الشيء إما أنه كائنٌ أو غير كائن"[43]، ويعني بذلك أن الوجود أو الفناء أو ما سواهما من أنواع التغيُّر، ومنها الحركة، أمرٌ مستحيل.

كذلك أنكَرَ پارمينيديز وجودَ التعدُّدية في الأشياء الكائنة وفي الزمن، ورأى أن كلَّ ما هو موجود واحدٌ وحاضر. أما الكون كما يراه، فهو كرةٌ من الجوهر مملوءةٌ وغير قابلةٍ للتلف، غير متحركة ولا يعتريها التغيُّر، سرمديةٌ وتامةٌ ومطلقة، وكلُّ دليلٍ حسِّيٍّ على ما سوى ذلك هو محض خيالٍ ووهم. وقد تردَّدت أصداءُ فلسفةِ پارمينيديز الكونيةِ الثابتة هذه منذ القِدَم، وحتى عصر النهضة في أوروبا، كما يظهر في النشيد الأخير من قصيدة إدموند سْپِنْسِر المشهورة *The Faerie Queene* (ملكة الجانّ):

(41) Lloyd, *EGS*, p. 11.
(42) Kirk and Raven, *TPP*, p. 271.
(43) Kirk and Raven, *TPP*, p. 269.

عندما أتأمَّلُ في نواميس الطبيعة،
ثم في الزمن الذي عادَ لا يُرجى منه تَغَيُّر،
بل هو جمودٌ دائمٌ وسكونٌ لكلِّ ما هو كائن؛
لجميع الأشياء المُتَشبِّثة بأعمدة الأبد اللانهائي،
أُدركُ كم أنَّ هذا مناقضٌ لفطرة التحوُّل؛
فكلُّ ما يتحرَّك يزكو بالتجدُّد ويزدهر(44).

حظيت فلسفةُ پارمينيديز بتأييدٍ كبيرٍ ودفاعٍ قويٍّ من تلميذه زينو الإيلي (نحو 490 ـ نحو 425 ق. م.) الذي قدَّم عددًا من المفارقات بغية إثبات أن الحركة الظاهرية وهمٌ لا حقيقة. من تلك المفارقات سباقٌ افتراضيٌّ جرى بين أَخِيْل [بطل إلياذة هوميروس] وسُلَحْفاة، بعد أن مُنِحَت هذه أفضليةَ الانطلاق قبله تعويضًا عن بطئها. وإذ يعدو أخيل ليدركها، كان عليه أولاً أن يصل إلى نقطة انطلاقها، فيستغرق ذلك منه زمنًا تكون السلحفاةُ قد قطعت في غضونه مسافةً أخرى، وهكذا يحصل في كلِّ فاصلٍ زمنيٍّ تالٍ. ويرى زينو أن عدد هذه الفواصل الزمنية هو عددٌ لانهائي. ومع أن الأزمنة تتقاصر أكثر فأكثر، يبقى مجموعُها غيرَ محدود، ومن ثَمَّ فإن أخيل لن يدرك السُّلَحْفاة أبدًا، والنتيجة هي أن الحركة ليست سوى خداعٍ للحواسّ. وتجدر الإشارة إلى أن هذه المفارقة وغيرها من مفارقات زينو لم يُتَوَصَّل فيها إلى حلٍّ نهائيٍّ حتى النصف الثاني من القرن التاسع عشر، عندما أثبتَ علماءُ الرياضيّات أن مجموعَ متسلسلةٍ لانهائية [infinite series: مجموعةٌ متتاليةٌ تتعاقبُ حدودُها وفق نظامٍ معيَّن من غير أن تنتهي هذه الحدودُ أبدًا مهما تضاءلت قيمتُها]، كتلك المتَّصلة بالسباق بين أخيل والسلحفاة، يمكن أن تكون متناهيةً أو محدودة.

ويشار إلى أن بعض المسائل العميقة الغَوْر التي أثارها پارمينيديز قد تناولَها إمپيدوكليز (نحو 482 ـ نحو432 ق. م.) من أكراغاس، وهي مستعمرةٌ

(44) Spenser, *The Faerie Queene*, book 7, canto VIII, l. 2.

إغريقية أخرى في صقلِّية. فقد ألَّف إمپيدوكليز قصيدتَين سداسيَّتَي التفاعيل، تحمل إحداهما العنوان *On Nature*، والأخرى *Purifications*، بقي منهما 450 بيتًا على صورة اقتباساتٍ أوردَها أرسطو وغيرُه من الكتَّاب المتأخِّرين. وفي حين يتَّفق إمپيدوكليز مع پارمينيديز على وجود مشكلةٍ عويصةٍ فيما يتعلَّق بموثوقية الانطباعات الحسيَّة، يؤكِّد أننا نعتمد على حواسِّنا اعتمادًا كاملاً، باعتبارها وسيلتنا المباشرة الوحيدة للاحتكاك بعالَم الطبيعة من حولنا. على أنه ينبِّه إلى ضرورة تحرِّي الدقَّة في تقويمنا للمعلومات التي نحصِّلها من طريق حواسِّنا ابتغاءَ الوصول إلى معرفةٍ صحيحة. يقول: "لكن عليك أن تستنفد قدراتِك كلَّها في معرفة حقيقة أيِّ شيء، فلا تعوِّل على بصرك مقارنةً بسمعك، ولا تستغنِ بسمعك المرهف عن الدليل الواضح الذي تُحصِّله بلسانك، ولا تحجب ثقتك عن أيٍّ من جوارحك حيثما تيسَّر لك سبيلٌ للفهم. ولكن فكِّرْ مليًّا في كلِّ أمرٍ كيفما يظهر لك جليًّا."[45]

يرى أرسطو أن إمپيدوكليز كان أوَّلَ مَنْ قال بوجود أربعة عناصر أساسية - هي التراب والهواء والنار والماء - سمَّاها "أصول الأشياء كلِّها".[46] وبالإشارة إلى هذه العناصر الأربعة يقول: "من هذه الأشياء نشأ ما كان في الماضي من الكائنات، وما هو كائنٌ منها، وما سيكون، من شَجَرٍ وبَشَرٍ وحيوانٍ وطيرٍ وأسماك، بل وحتى الآلهة المعمَّرة، المتفرِّدة في امتيازاتها."[47] ويرى أن هذه العناصر الأربعة تتمازج وتنفصل بتأثير قوَّتَي الائتلاف والاختلاف فيقول: "وهذه العناصر عرضةٌ باستمرار لتغيُّرٍ متناوب؛ فهي تتمازج بالائتلاف حينًا، وتنفصل بالاختلاف حينًا آخر."[48]

وهكذا قدَّم إمپيدوكليز مفهومَ القوة force، تمييزًا لها عن المادة matter، بوصفها العلَّة المادّية لظواهر الطبيعة. وصوَّرَ الكونَ في حالةٍ من التوازن

(45) Kirk and Raven, *TPP*, p. 325.
(46) Zeller, *Outline of the History of Greek Philosophy*, p. 56.
(47) Kirk and Raven, *TPP*, pp. 328-29.
(48) Kirk and Raven, *TPP*, pp. 329-30.

الديناميّ بين القوَّتين المتعارضتَيْن، بحيث تحدث الحركة عندما تتغلَّب إحداهما على الأخرى. ويلاحَظ أن تعريفه لعناصر التراب والماء والهواء ينسجم مع التصنيف الحديث للمادة بحالاتها: الصُّلبة والسائلة والغازية. أما النار فلا تمثِّل له اللهبَ فقط، بل الظواهر السماوية كالبرق والمذنَّبات. وكانت نظريةُ إمپيدوكليز في العناصر الأربعة واحدةً من أكثر النظريات بقاءً واستمرارًا في تاريخ العلوم؛ فقد مكثت في الأرض أكثر من ألفَيْ سنة، وتركت أثرَها البعيد في الأدب كما تركتْه في العلم؛ يدلُّ على ذلك أبياتٌ من قصيدة ملكة الجانّ، يَذكر فيها سْپِنْسِر أن العناصرَ الأربعة "هي أصلُ هذا العالَم كلِّه، وما فيه من كائناتٍ حيَّة." ويتابع:

بيد أنها تتحوَّل (بطرائق أخرى مدهشة)
إلى ذاتها، وتفقد قدراتِها الفطرية؛
فتستحيل النارُ هواءً، والهواءُ ماءً،
والماءُ ترابًا؛ ومع ذلك يطفئ الماءُ النارَ،
ويذرو الهواءُ الترابَ؛
وبعدُ، فهي مجتمعةٌ في جسمٍ واحد،
وكجسمٍ واحدٍ تَظهر[49].

جاء إمپيدوكليز بعدَّة رؤى مبتكَرةٍ أخرى، منها أن الضوء ينتقل في الفراغ بسرعةٍ كبيرةٍ جدًّا لكنها محدودة. وكان أولَ مَن أثبتَ أن الهواء، مع أنه غير مرئي، هو مادةٌ حقيقية، ودلَّلَ على ذلك بساعةٍ مائيةٍ غَمَرها مقلوبةً رأسًا على عقب، فلم ينفذ إليها شيءٌ من السائل إلى أن سُمِحَ لقدرٍ مساوٍ من الهواء بالتسرُّب من داخلها.

هذا وقد أدّى بعضُ تصريحات إمپيدوكليز إلى انتشار أساطير تخلع عليه صفاتٍ إلهيةً من القدرة على الشفاء واجتراح المعجزات؛ فهو يزعم في إحدى

(49) Spenser, *The Faerie Queene*, book 7, canto VII, l. 25.

شذراته: "أما وإنني لم أعد بعد اليوم بشرًا فانيًا، بل من الآلهة الخالدة، فها أنا أطوف بينكم جميعًا، محاطًا بما يليق بي من مظاهر الإجلال، ومتوَّجًا بالشرائط وأكاليل الزهور."[50] ويتابع تصويره لمشهد تحلُّق الناس حوله، وهم "يلتمسون بركاته، وبعضهم ينتظر جواب الآلهة، وبعضهم الآخر يسعى إلى سماع كلمة الشفاء من جميع الأمراض والفوز بإكسير الحياة." ومن الروايات التي تدور حول وفاة إمپيدوكليز أنه قَفَزَ إلى داخل فوَّهة بركان إتنا في صقلِّية تاركًا خُفَّيْه. وتزعم رواياتٌ أخرى أنه أنهى حياته منفيًّا في شبه جزيرة البيلوپونيز.

على أن ثمة نظريةً في المادة، مختلفةً تمامًا عمَّا جاء به إمپيدوكليز وپارمينيديز، اقترحها ليوسيپوس، الذي يرجَّح أنه وُلِد في مِليتوس في أواخر القرن السادس قبل الميلاد، ثم انتقل إلى أبديرا في تراقيا، التي أنشأها قرابة عام 500 قبل الميلاد لاجئون من مدينة تِييوس الأيونية. يُعَدُّ كتابُه المفقود *The Greater World System* (نظام العالَم الأكبر) الأساسَ الموطِّئَ للنظرية الذرّية، التي تُنسَب عادةً إلى تلميذه ديموقريطس.

وُلِدَ ديموقريطس (نحو 470 ـ نحو 404 ق. م.) في أبديرا، وقيل إنه زار أثينا، لكنَّ أحدًا لم يعرفه هناك، وفقًا لرواية كاتب التراجم ديوجينيز لايرتيوس. دوَّن نموذجَه المتعلِّق بالنظرية الذرّية في كتابه *Little World System* (نظام العالَم الأصغر)، ولعلَّه اختار هذا العنوان احترامًا لأستاذه وتواضعًا له.

تقول النظريةُ الذرّيةُ التي نادى بها كلٌّ من ليوسيپوس وديموقريطس إن المادة الجوهرية *arche* توجد على صورة ذرّات (أي بُنًى قائمةٍ بحدودٍ دنيا يتعذَّر اختزالها) من جميع الموادّ، تَتَّخذ بحركتها الدائبة وتصادماتها المتبادلة مختلِفَ الهيئاتِ التي تُرى في الطبيعة. يقول ليوسيپوس في النبذة الوحيدة الباقية من كتابه: "لا شيءَ يحدث عَرَضًا، بل بعِلَّةٍ وضرورةٍ مدبَّرة."[51] وهو يعني بذلك أن الحركة الذرّية ليست حركةً عشوائية، بل خاضعة لقوانين الطبيعة الثابتة.

(50) Lloyd, *EGS*, p. 138.
(51) Kirk and Raven, *TPP*, p. 413.

يرى ديموقريطس أن لا حدود لعدد الذرّات أو لمجال امتدادها في الفراغ، ومن ثَمَّ فلا حدود لعدد العوالم المحتمَلة التي يؤلِّف عالَمُنا واحدًا منها. وهذا اقتباسٌ من كتاباته التي ما زالت باقية:

> ثمة عددٌ لا يُحصى من العوالم المختلفة الاتِّساع: بعضها لا شمسَ فيه ولا قمر، وبعضها فيه شموسٌ وأقمارٌ أكبر حجمًا مما في عالَمنا أو تزيد على الواحد. تقع هذه العوالم على مسافاتٍ غير منتظمة، أكثرها باتجاهٍ معيَّن وأقلُّها باتجاهٍ آخر؛ ومنها الفتيُّ النشِط، ومنها الهرِمُ الآيل إلى الاضمحلال. بعضُها ينمحق بالتصادم مع غيره، وبعضها غير ذي حياةٍ حيوانيةٍ ولا نباتية ويفتقر إلى الماء[52].

وفي نبذةٍ أخرى يقول ديموقريطس إنه المعاصر الأصغر سِنًّا من الفيلسوف أناكساغورَس، المولود في نحو عام 500 قبل الميلاد في مدينة كلازومينا الأيونية، التي غادرها إلى أثينا عندما بلغ العشرين من عمره، فكان أولَ فيلسوفٍ يقيم في أثينا، إذ امتدَّ مُكْثُه فيها ثلاثين سنة، وصار أستاذًا وصديقًا لپيريكليز.

كانت آراءُ أناكساغورَس في طبيعة المادة أكثرَ نزوعًا إلى التعدُّدية من آراء إمپيدوكليز؛ فقد افترضَ في نظريته في النشوء وجودَ أعدادٍ كبيرةٍ جدًّا من العناصر. يقول: "علينا أن نسلِّم بوجود أشياءَ كثيرةٍ من مختلف الأنواع ضمن أشياء متكتِّلة، بذورٍ من كلِّ شيء، ومن شتى الأنواع والأشكال والألوان والأذواق... ثمة مقدارٌ من كلِّ شيءٍ في كلِّ شيء."[53] وافترض كذلك وجودَ عنصرٍ يسمى الأثير *aether* يوجد في حالة دورانٍ دائم، ويحمل معه الأجرامَ السماوية. وأضاف إن "الشمسَ والقمرَ والنجومَ أحجارٌ صخريةٌ متوهِّجة الحرارة يحملها الأثير في دورانه."[54] ويلاحَظ أن فرضية الأثير من المفاهيم التي دامت

(52) Guthrie, *HGP*, vol. 2, p. 405.
(53) Kirk and Raven, *TPP*, p. 378.
(54) Kirk and Raven, *TPP*, p. 391.

زمانًا طويلاً، وما برحت تظهر من جديدٍ في النظريات الكونية حتى مطلع القرن العشرين.

ومن بين آرائه الأخرى ما كان يسمِّيه الإغريق في زمانه *Nous* أي العقل، ويقصد به الذكاء الموجِّه للكون، تمييزًا له عن المادة الخاملة. وقد أكْسَبَه ذلك لقبَ "العقل الفيَّاض"، كما ذكرَ پلوتارك في مصنَّفه *Life of Pericles* (حياة پيريكليز):

> أما الرجل الذي خالَطَ پيريكليز عن كثب... فهو أناكساغورَس الكلازوميني، الذي كان يحلو للناس في أيامه أن يلقِّبوه بالعقل الفيَّاض، إما لأنهم أكْبَروا فيه سَعَةَ إدراكه ونبوغَه في استقصاء الطبيعة، وإما لأنه كان أولَ مَن رفعَ في الكون مكانةَ العقل الخالص، وليس المصادفة ولا حتى الضرورة، ذلك أن العقل يميِّز الموادَّ ذات العناصر المتماثلة ويفردها، في غمرة ما قد يكون لولا ذلك كتلةً مشوَّشة[55].

وفي سنة 450 قبل الميلاد أو نحوها تألَّب أعداءُ پيريكليز، فرمَوْا أناكساغورَس بتُهَمٍ تتعلَّق بالفسوق ومحاباة الفُرس. غير أنه تمكَّن، بمساعدة پيريكليز، من الإفلات والهرب إلى لامپساكوس على مضيق هيليسپونت (الدردنيل)، حيث أسَّسَ مدرسةً تولَّى بنفسه إدارتَها بقيَّة حياته. وبعد وفاته (قرابة عام 428 قبل الميلاد) أقام له سكانُ لامپساكوس نصبًا تذكاريًّا في ساحتها العامة تخليدًا لذكراه، مهدًى للعقل والحقيقة، وهما جوهر فلسفته. واستمرَّ إحياءُ ذكرى وفاته زمنًا طويلاً بعد ذلك في لامپساكوس، حيث كان يُسمَح لطلبة المدينة بالخروج من المدارس في ذلك اليوم إنفاذًا لوصيَّته عند وفاته.

كان أناكساغورَس آخرَ علماء الطبيعة الأيونيِّين، إذ حَلَّت أثينا ـ حتى في

(55) Plutarch, *PL*, "Pericles," IV, 4.

حياته ـ مكانَ أيونيا مقرًّا للاجتماعات العامة لفلاسفة الطبيعة. وقد عزا زينوفانيز انحدارَ أيونيا إلى الغِنى المطغي لسكَّانها، كما بيَّنَ ذلك في قصيدةٍ له:

وقد اكتسَبوا عاداتِ ليديا العقيمةَ المترَفة
وهم ما زالوا طُلَقاء من قبضة الطغاة المقيتة.
كانوا يقصدون أماكنَ اجتماعاتهم مرتدين أبهى أثوابهم القرمزية،
عِدَّتهم ألفٌ أو يزيدون؛ وفي عُجْبٍ ومَخِيلة
يتباهَوْن بخصلات شعورهم الشقراء المسترسلة،
ويضوع منهم نَشْرُ أطيابهم المصطنَعة[56].

هكذا كان عالَم أيونيا، حيث بدأ علماءُ الطبيعة الأوائلُ التأمُّلَ في طبيعة الكون وحدودِ المعرفة. وخَلَفَ من بعدهم خَلْفٌ نَقَلوا الفلسفةَ إلى أرض اليونان العظمى وأثينا، فكانت تلك بمنْزلة الخطوة الأولى لرحلةٍ طافت بالفِكر والفرضيات العلمية بين الشرق والغرب، كمِثل طيورٍ مُرتَحِلةٍ تتابع تحليقَها لا تَنِي فيه أبدًا، بعد أن أُحِيلت مِليتوس وغيرُها من المدن الأيونية قاعًا صَفْصَفًا.

(56) Guthrie, *HGP*, vol. 1, p. 365.

أثينا القديمة:
مدرسة بلاد اليونان

ما برحت أطلالُ مدينة أثينا القديمة قائمةً في قلب المدينة الحديثة، وعلى رأسها معبد پارثينون العظيم الذي شيَّده پيريكليز في منتصف القرن الخامس قبل الميلاد. يقول المؤرِّخ الإغريقي ثوسيديديز [نحو 445 ـ 400 ق .م.]، مقتبسًا من أنشودة پيريكليز في الإشادة بمجد أثينا: "كم هو عظيمٌ ورائعٌ ما خلَّفته إمبراطوريتنا من معالِمَ وصروحٍ ستذكرنا بها الأجيالُ القادمة، مثلما تبصرها الأجيالُ الحاضرة، بكل العَجب والإعجاب."[57]

وما زال ثمة امتدادٌ قصيرٌ في أثينا للجدران العتيقة التي بناها ثيميستوكليز عام 478 قبل الميلاد مقيمٌ حتى اليوم في حيِّ ثيسيون من المدينة الحديثة. وهي تقع داخل الموقع الأثري لمقبرة كيراميكوس القديمة، خارجَ البوَّابَتَيْن الرئيسيَّتَيْن: بوّابة ديپيلون والبوّابة المقدّسة لجدران ثيميستوكليز. وقد استعارت البوّابةُ الثانيةُ منهما اسمَها من الطريق المقدَّس، طريق المواكب، الذي كان يصل بين أثينا ومزار إلوسيس العظيم، في حين كانت بوّابة ديپيلون تمثِّل بدايةَ الطريق المعروف باسم دروموس.

واعتبارًا من القرن السادس قبل الميلاد، باتت أبرزُ الشخصيات في تاريخ أثينا تُدفَن على جانبَي هذين الطريقَيْن اللذين كانا جزءًا من مدافن الدولة المسمَّاة

(57) Thucydides, *History of the Peloponnesian War*, vol. 2, p. 41.

ديموزيون سيما. وهذا هو عين الموقع الذي ألقى فيه پيريكليز خطبتَه التأبينية المشهورة في عام 431 قبل الميلاد تكريمًا للأثينيِّين الذين سقطوا في السنة الأولى من الحرب البيلوپونيزية [Peloponnesian War: حربٌ نشبت بين أثينا وإسبارطة (431 ـ 404 ق. م.) بسببٍ من مخاوف إسبارطة من تعاظُم قوة أثينا وإمبراطوريتها البحرية، انتهت بانتصار الإسبارطيِّين واحتلالهم أثينا. تعدُّ هذه الحرب منعطفًا مهمًّا في تاريخ الإغريق وبداية سقوط الحضارة اليونانية]، وذكَّر فيها أبناءَ بلاده بأنهم إنما يحاربون دفاعًا عن مجتمعٍ حرٍّ وديموقراطي "منفتحٍ على العالَم، مجتمعٍ جَعَلَ ـ بحبِّه لكلِّ ما يتَّصل بالعقل ـ من مدينتهم مدرسةَ بلاد اليونان".[58]

يسمَّى دروموس اليوم طريقَ أودوس پلاتونوس، يبدأ من مقبرة كيراميكوس ويُفضي إلى حيِّ أكاديميا، وهي مسافةٌ تقارب ميلاً أتيكيًّا (نحو 1,200 خطوة) خارج جدران أثينا القديمة. وتستعير هذه المنطقةُ السكنيةُ الهادئةُ اسمَها من أكاديمية أفلاطون، التي يتعرَّض موقعُها لعمليات تنقيبٍ جزئي، علمًا بأن ما بقي من المباني هو جزءٌ صغيرٌ جدًّا مما كان يُعرَف على مدى أكثر من تسعة قرون بمدرسة بلاد اليونان الذائعة الصيت.

سُمِّيت الأكاديميةُ نسبةً إلى مزارٍ قديمٍ لبطل الأساطير الإغريقية هيكاديموس الأرضيِّ المنْبِت، الذي يُفترَض أنه غرسَ في هذا المكان اثنتي عشرة شجرة زيتون، يُزعَم أنها فسائل أُخِذت من الزيتونة المقدَّسة لأثينا إلاهةِ الحكمة، التي وهَبَتْها لشعب أتيكا. كانت مساحةُ المزار المقدَّسةُ واسعةً، استنباطًا من سعة نطاق عمليات التنقيب التي قُدِّر محيطها بنصف ميل. ويَذْكر پلوتارك أن تلك الأرض قد سُيِّجَت وطُوِّرَت على يد سايمون، الذي حوَّلها "من بقعةٍ جرداء عطشى إلى أيكةٍ ظليلةٍ وفيرة المياه."[59] وكان في هذه المنطقة قاعةٌ رياضيةٌ في أيام أرسطوفانيز، أشار إليها أحدُ شخوص مسرحيته *The Clouds* (أُنتجت

(58) Thucydides, *History of the Peloponnesian War*, vol. 2, p. 39.

(59) Plutarch, *PL*, "Cimon," XIII, 8.

عام 423 ق. م.) في سياق وصْفه لسباقات العَدْو التي كانت تجري في غياض الأكاديمية:

> بإمكانك قضاء أوقاتك، سعيدًا ومنطلقًا، في القاعات الرياضية... والانتقال إلى الأكاديمية لتشارك في السباقات مع أحدٍ من رفاقك على امتداد ظلال أشجار الزيتون المقدَّسة، المتوَّجة بالقصب الأبيض وعبير اللبلاب، وأشجار الحَوْر الأبيض طارحةً أوراقَها، سعيدةً بفصل الربيع، عندما تتهامس أشجارُ الدُّلب وأشجار الدردار[60].

وُلِدَ أفلاطون (427 ـ 347 ق. م.) بعد وفاة پيريكليز بسنتين. وتأثَّر تأثُّرًا عميقًا بسُقراط، ونوَّه به في كثيرٍ من "محاوراته". ففي محاورته *Phaedo* أو *On the Soul*، يصف أفلاطون الساعاتِ الأخيرةَ لسقراط قبل أن يضطرَّ إلى الانتحار عام 399 قبل الميلاد داخل السجن الحكومي، بعد إدانته بتهمة إفساد شباب أثينا بأفكاره الهدَّامة.

بعد موت سقراط، غادر أفلاطونُ أثينا إلى الخارج، فزارَ إيطاليا وصقلِّية، لكنه عاد إلى أثينا سنة 386 قبل الميلاد، وما لبث أن أسَّس أكاديميته بعد بضع سنين. ومع وجود مدارس ومؤسساتٍ أخرى ضمن أرض مزار هيكاديموس، فإن القاعة الرياضية التي أسَّسها أفلاطون اكتسبت شهرةً عريضةً بحيث بات اسمُ الأكاديمية مرتبطًا بها وحدها، حتى إن الشاعرَ الإنكليزي جون ميلتون [1608 ـ 1674] وصفها في قصيدته الملحمية *Paradise Regained* (الفردوس المستعاد) بأنها "غيضة زيتون أكاديمية أثينا، معتزَل أفلاطون، حيث يصدح العصفورُ الأثيني بتغريده طوال فصل الصيف."[61]

والواقع أنه لا يُعرَف شيءٌ عن تنظيم المدرسة أو مناهجها التعليمية، سوى أنها ربما سارت في سنواتها الأولى على مثال النظام التعليمي الذي وَصَفَه أفلاطون

(60) Aristophanes, *The Clouds*, 1008ff.

(61) Milton, *Paradise Regained*, book 4, 11. 244ff.

في مصنَّفه "الجمهورية" *Republic* ومصنَّفه "القوانين" *Laws*، ولا سيّما في الكتاب الأول من هذا المصنَّف الأخير، إذ يقول: "إن ما ينصرف تفكيرُنا إليه هو تعليم الفضيلة منذ الطفولة، وهي دُرْبَةٌ للفرد تؤدِّي إلى رغبةٍ جامحةٍ لديه كي يصبح مواطنًا كاملاً يدرك تمامًا كيف يَحْكُم ويُحْكَم، وفقًا لمقتضيات العدالة." [62]

ولعلَّ ثمة تشابهًا بين أكاديمية أفلاطون وكلِّيات الجامعات الأوروبية الأولى، من حيث وجود ثُلَّةٍ من العلماء والباحثين يجتمعون إلى مائدةٍ واحدة. يَذكر أثينيوس من نوكراتيس (كان لامعًا قرابة عام 200 ميلادية) أن "من أُولى اهتمامات الفلاسفة الاجتماع إلى الطلبة في حفلات ولائم يقيمونها وفقًا لقواعد معيَّنة" [63]، في حين يقول أفلاطون في "القوانين" إن حفلات الولائم كانت تُقام طبقًا لقواعد يتولَّى تنفيذها عريف الاحتفال، الذي يتعيَّن أن يظلَّ صاحيًا غيرَ ثمل. ويكتب أنتيغوناس من كاريستوس (الذي ذاعَ صيتُه قرابة عام 240 ق. م.) قائلاً إن أفلاطون لم يكن ليعقد تلك الحفلات ابتغاء القصف واللهو حتى الفجر، "بل تقديسًا للآلهة والاستئناس بصحبة الآخرين، وقبل هذا كلِّه تجديدًا للنفوس وإنعاشًا للقلوب بمناقشاتٍ علميةٍ مفيدة." [64]

وتشير محاوراتُ أفلاطون إلى عددٍ آخر من الفلاسفة الذين كانوا في أثينا أيام سقراط (469-399 ق. م.)، وفي عهده هو أيضًا؛ فكتابُه پارمينيديز *Parmenides* يعتمد على زيارةٍ مفترَضة قام بها پارمينيديز لمدينة أثينا في أواخر حياته، عندما التقى وتابِعُه زينو سقراطَ في شبابه. وفي ذلك يكتب أفلاطون: "نَزَلَ زينو وپارمينيديز بـ پاناثينيا العظمى Great Panathenaea. حينذاك كان پارمينيديز رجلاً أشيب وقورًا متميِّزَ المظهر، ومناهزًا الخامسةَ والستِّين من عمره، في حين كان زينو في الأربعين أو نحوها... وكان سقراط آنئذٍ في ريعان الشباب." [65]

(62) Plato, *Laws*, I, 643e.
(63) Guthrie, *HGP*, vol. 4, p. 21.
(64) Guthrie, *HGP*, vol. 4, p. 21.
(65) Plato, *Parmenides*, 127b-c.

وتأتي محاورةُ أفلاطون *Protagoras* على ذِكْر شابٍّ يقصد جزيرةَ كوس في بحر إيجة لدراسة الطب بإشراف الطبيب المعروف أبقراط (460 ـ نحو 370 ق. م.)، وكان معاصرًا لأفلاطون وأكبر منه سِنًّا. اشتُهِرَ بلقب أسكليپاد لانتمائه إلى إحدى الأُسَر التي خلَّدت تقديس أسكليپوس، إله الشفاء، الذي كُرِّسَتْ أُولى مزاراتِه في نحو عام 500 قبل الميلاد. وكان من أبرز مزارات الاستشفاء هذه مزار أسكليپيا في إپيدوروس وأثينا وپيرغاموم، إضافةً إلى مدارس طبّية مرموقة في كوس ونيدوس.

تضمُّ مؤلَّفاتُ أبقراط وأتباعِه، التي تسمَّى "مجموع أبقراط"، نحوًا من سبعين مصنَّفًا تستغرق كاملَ عهده حتى قرابة عام 300 قبل الميلاد. يشتمل هذا المجموع، إلى جانب الرسائل البحثية التي تتناول فروعًا شتى في الطب، على مدوَّناتٍ سريريةٍ وملاحظاتٍ وشذراتٍ من محاضراته التي كان يلقيها على العامة في مختلف الموضوعات الطبِّية. وتتضمَّن إحدى رسائله في أخلاقيات الطبِّ ما يسمَّى "يمين أبقراط"، التي ما زال يُقْسِمُها الأطباءُ حتى يوم الناس هذا عند تخرُّجهم. ومن بين البحوث التي يضمُّها مجموع أبقراط أيضًا بحثٌ بعنوان "المرض المقدَّس" تعبيرًا عن داء الصَّرَع، وكان يُعتقَد أن المبتلَيْن به قد أصابهم مَسٌّ من الآلهة. يقرِّر كاتبُ هذا البحث ـ الذي يُحتمَل أن يكون أبقراط نفسَه ـ أنَّ لداء الصَّرع، شأنَ سائر الأمراض، سببًا طبيعيًّا، وأنَّ مَن أسبغوا عليه صفةَ القدسية بادي الرأي إنما يحاولون إخفاء جهلهم.

ويتبدَّى موقفُ أفلاطون من دراسة الطبيعة مِمَّا وَرَدَ على لسان سقراط في المحاورة الأفلاطونية *Phaedo*، حيث يُفْصِح سقراط عن مدى إعجابه بآراء أناكساغورَس بسبب مفهومه للعقل، غير أن إعجابه هذا يتحوَّل في النهاية إلى خيبة أمل، إذ يجد أن أناكساغورَس لم يستعمل العقلَ لتفسير عنصر النظام في الطبيعة، بل يعرض أسبابًا وعللاً ماديةً بدلاً من ذلك. يقول: "كانت تتلاشى أمالي الوردية أكثر فأكثر كلما أوغلتُ في القراءة، وتبيَّن لي أن الرجلَ لم يستَعِن بالعقل، ولم يحمِّله أية مسؤوليةٍ في إدارة الأمور، بل جعلَ الهواءَ والأثيرَ والماء، وغيرها من الأشياء الغريبة، أسبابًا."[66]

(66) Plato, *Phaedo*, 98c.

كذلك خابَ فألُ سقراط بأناكساغورَس وغيرِه من أوائل فلاسفة الطبيعة عندما بيَّنوا له كيف وقعت الحوادثُ ليس غير، ولم يبيِّنوا لماذا وقعت، في حين أن سقراط كان يسعى إلى الحصول على تفسيرٍ غائيٍّ يتضمَّن أدلَّةً على نظام الطبيعة، انطلاقًا من اعتقاده بأن كلَّ ما في الكون موجَّه نحو تحقيق أفضل غايةٍ ممكنة. وقد حَشَدَ أفلاطونُ آراءَه الشخصيةَ في العلم ضمن مؤلَّفه *Timaeus* في المقام الأول؛ فهو يقدِّم فلسفةً للكون يقول إنها: "ليست أكثر من أنها تتَّفق مع النظريات المحتملة التي نعتمدها."[67] ومع ذلك فقد بقي هذا المؤلَّفُ فاعلاً وبعيدَ الأثر حتى عصر النهضة الأوروبية.

كذلك يَعرض أفلاطون في محاورته *Timaeus* موقفَه من علم التنجيم، فكَتَبَ عن "النجوم الدائمة البقاء والثابتة المواقع ـ تلك الأجرام السماوية الحيَّة"[68]، وهو تعبيرٌ تردَّدَ كثيرًا في كتاباتِ العصور الوسطى المتَّصلة بهذا العلم. أما في كتابه *Republic* فيستقصي تناغُمَ الكراتِ السماويةِ و"محورَ الضرورة، الذي تتمُّ بوساطته الدوراتُ المداريةُ كلُّها"[69]، ويرى أن النفسَ البشريةَ خاضعةٌ لحركات الأجرام السماوية.

وعلى مدخل الأكاديمية قيل إن ثمة نقشًا مكتوبًا ينصُّ على أنه: "يُحَظَّر على مَن يجهلون علمَ الهندسة دخولُ هذا المكان". وأغلب الظن أن هذه العبارة مستمدَّةٌ من كتاب أفلاطون "الجمهورية"، حيث يقول سقراط: "إن علينا أن نطلب من سكان مدينتنا الفاضلة ألَّا يهملوا الهندسة بحالٍ من الأحوال، بالنظر إلى أهميتها، حتى في تفاصيلها الثانوية."[70]

آمنَ أفلاطون بأن الرياضيّات مطلبٌ أساسيٌّ ولازمٌ للعملية الجدلية التي من شأنها أن تمنح قادةَ المستقبل البصيرةَ الفلسفية اللازمة لحكم الدولة. وهو يرى

(67) Plato, *Timaeus*, 59d.
(68) Plato, *Timaeus*, 40b.
(69) Plato, *Republic* X, 617c.
(70) Plato, *Republic* VII, 527c.

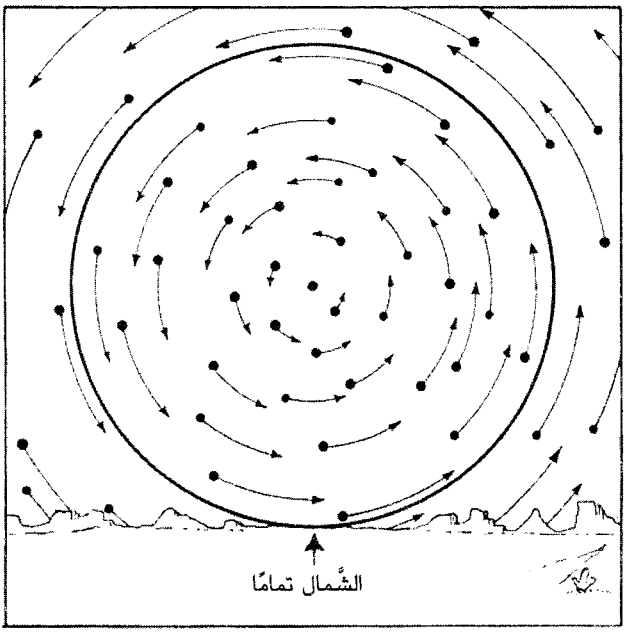
أن الرياضيّات تشمل علمَ الحساب، والهندسةَ المستوية والفراغية، وعلم التوافقيّات (الهرمونيقا)، وعلمَ الفلك أو الهيئة. أما علم التوافقيّات harmonica، فيبحث في دراسة فيزياء الأصوات، وتحليل العلاقات الرياضية المنسوبة إلى الفيثاغوريين في بحوثهم المتصلة بالموسيقا وخصائصها السمعية. وأما علم الفلك فإنه لم يُدرَس ابتغاء تطبيقاته العملية فحسب، بل لما كَشَفَه هذا العلمُ من "الأرقام الحقيقية والحركات الحقيقية"[71] الكامنة وراء الحركات الظاهرية للأجرام السماوية.

على أن التأثير الباقي لأفلاطون في العلم على مرِّ الزمان هو نصيحته بدراسة الطبيعة، ولا سيّما علم الفلك، باعتبارها مسألةً هندسية؛ فهو يعتقد أن إعمال القوانين الهندسية في دراسة الطبيعة، وهو أمرٌ لا يصحُّ إلا في العلوم القابلة للتعامل معها مثاليًّا على نحوٍ ملائم، قد يفضي إلى الوصول إلى علاقاتٍ محقَّقة الصحة كالعلاقات الهندسية. وكما ذكرَ سقراط في "الجمهورية": "فلندرس علمَ الفلك عن طريق حلِّ المسائل، تمامًا كما ندرس الهندسة، ولندَع جانبًا دراسةَ السماء وما فيها."[72]

وقد تمثَّلت المشكلةُ الأساسيةُ لعلم الفلك الإغريقي في تفسير حركة الأجرام السماوية ـ النجوم والشمس والقمر والكواكب الخمسة المرئية؛ فهي تبدو جميعًا، كما تُرى من الأرض، دوَّارةً يوميًّا حول نقطةٍ في السماء تدعى القطب السماوي celestial pole، وهي في الواقع مسقط القطب الشمالي للأرض بين النجوم. تنشأ هذه الحركةُ الظاهريةُ عن الدوران المحوريِّ للأرض في الاتجاه المعاكس. فمع أن الشمس تبزغ من جهة الشرق وتأفل في جهة الغرب، فإن موقعها بين النجوم عند الشروق كلَّ يومٍ يبدو وقد تخلَّفَ نحو درجةٍ واحدةٍ باتجاه الغرب، مُتِيحًا بذلك "عبور" علامات دائرة البروج الاثنتي عشرة على مدى سنةٍ واحدة، وهي حركةٌ ظاهريةٌ تتولَّد من طواف الأرض في فلكها حول الشمس.

(71) Plato, *Republic* VII, 529d.

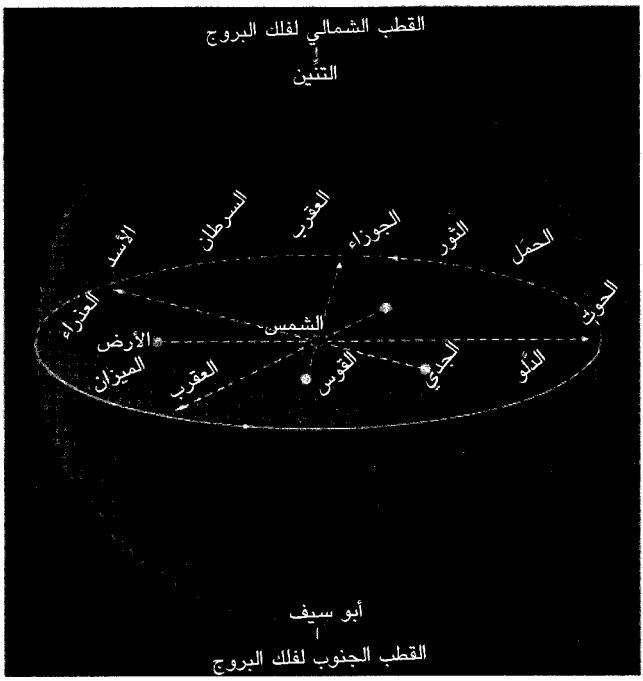
(72) Plato, *Republic* VII, 530b-c.



الحركة الظاهرية لنجوم نموذجية في الجزء الشمالي من السماء على مدى ساعتين من الزمن، حيث مركز الدوران هو القطب الشمالي السماوي، مسقط القطب الشمالي الجغرافي.

يؤلّف مسارُ الشمس الظاهريُّ عبر منطقة البروج، أو ما يسمَّى فلك البروج ecliptic، زاويةً تقارب 23.25 درجة مع خط الاستواء السماوي، مسقط خط الاستواء الأرضي بين النجوم. وهذا ناشئٌ عن ميل محور الأرض بنحو 23.25 درجة على الخط العمودي على مستوي فلك البروج. وهذا الميل هو العامل المسبِّب لتعاقُب دورة الفصول. وواقع الأمر أن ميلَ فلك البروج يتغيَّر دوريًّا في حدودٍ تقع ما بين 22.1 و24.5 درجة على مدى زمنٍ يُقَدَّر بأربعين ألف سنة، علمًا بأنه بلغ في الحقبة الإغريقية القديمة زهاء 23.5 درجة.

تتبع الكواكبُ كافةً مساراتٍ قريبةً من فلك البروج، متحرِّكةً من الشرق إلى الغرب ليلاً مع النجوم الثابتة ظاهريًّا. غير أنها تتباطأ بين ليلةٍ وأخرى نحو الخلف من الغرب إلى الشرق حول دائرة البروج. كذلك يبدي كلُّ كوكبٍ حركةً تراجعيةً retrograde motion دوريةً تظهر على شكل حلقةٍ أو عقدة loop عندما



الحركة الظاهرية للشمس بين البروج؛ الانطباع الحاصل يعود إلى أن الراصد، على الأرض، طوّافٌ حول الشمس.

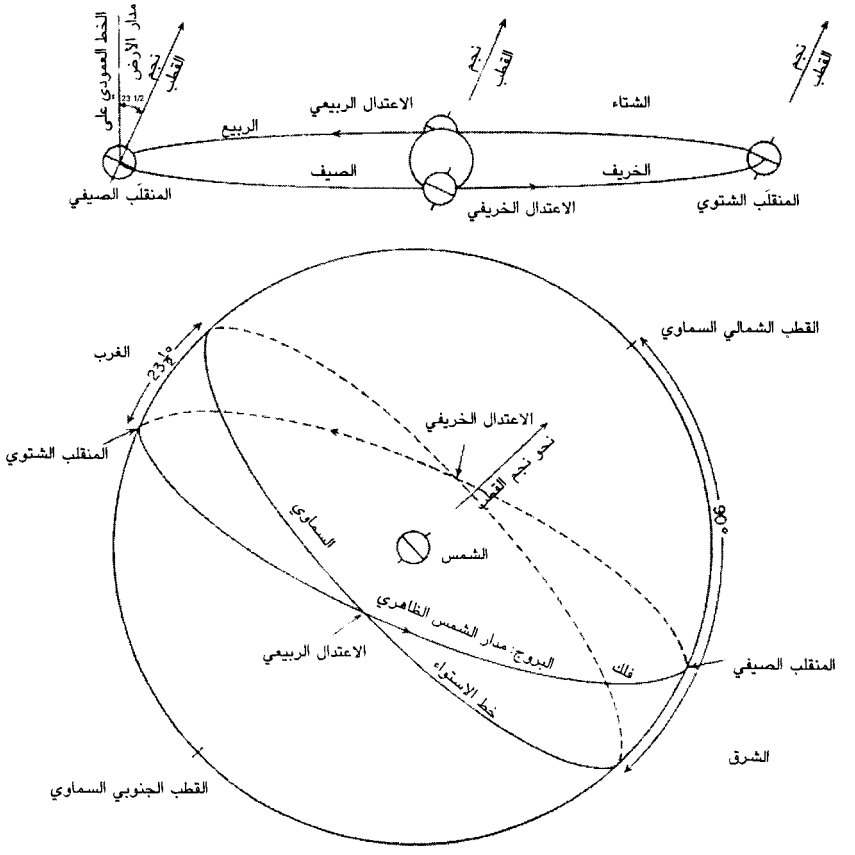
يتحدَّد مسارُه على الكرة السماوية. ويعود ذلك إلى حركة الأرض في مدارها حول الشمس، متقدِّمةً الكواكبَ الخارجية outer planets التي هي أبطأ منها، ومتخلِّفةً عن الكواكب الداخلية inner planets التي هي أسرع منها. والانطباع في كلتا الحالتين هو أن الكوكب يبدو للراصد ـ ظاهريًّا ـ في حركةٍ تراجعية بين النجوم لبرهةٍ قصيرة.

يرى سيمپليسيوس (نحو 490ـ نحو 560) أن أفلاطون قد أثار مشكلةً لأولئك المهتمين بدراسة السماء، تتمثَّل في تحديد "الفرضيات التي يمكن الاستناد إليها في تفسير الظواهر [في هذه الحالة: الحركة التراجعية الظاهرية] المتَّصلة بالكواكب عن طريق حركاتٍ دائريةٍ مطَّردةٍ ومنتظمة."[73]

(73) Guthrie, *HGP*, vol. 5, p. 450.

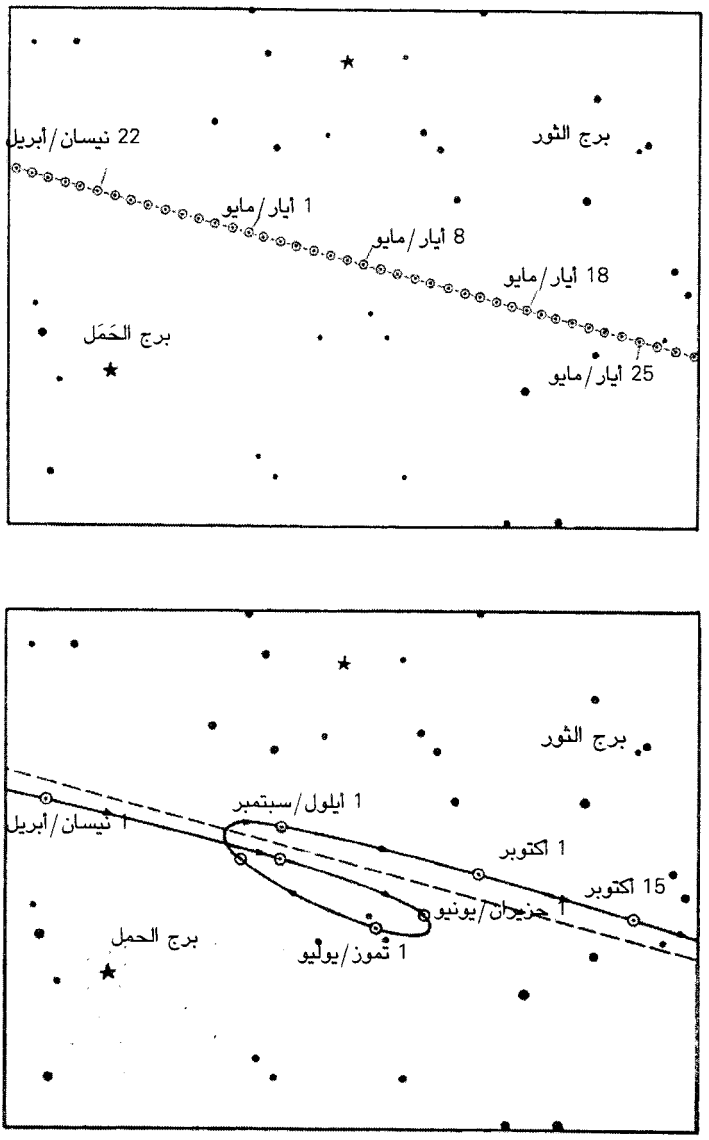
وجاء الحلُّ الأولُ للمشكلة على يَدِ يودوكسس (نحو 400 ـ نحو 347 ق. م.) من مدينة نيدوس، وهو معاصرٌ لأفلاطون في الأكاديمية وأصغر منه سنًّا. كان يودوكسس أعظمَ عالِمِ رياضيّات في الحقبة القديمة، يُنسَب إليه بعضُ المبرهَنات التي ظهرت فيما بعدُ في أعمال إقليدس وأرخميدس. وكان أيضًا في صدارة علماء الفلك في زمانه، فأجرى أرصادًا دقيقةً ومهمةً للأجرام السماوية من مرصده في نيدوس، على الساحل الجنوبي الغربي لآسيا الصغرى. (لم يكن المرصد في ذلك الوقت ليزيد كثيرًا على بضع أدواتٍ بدائيةٍ لمراقبة الأجرام السماوية وتحديد مواقعها في السماء.) وخَلَصَ إلى أن مسارَ كلٍّ من الكواكب الخمسة ناجمٌ عن حركةٍ متَّسقةٍ لأربع كراتٍ سماويةٍ مترابطة تتَّخذ من الأرض مركزًا لها جميعًا. ولكن، مع مَيْل محاورها أحدها باتجاه الآخر ودورانها المحوريِّ بسرعاتٍ متفاوتة، يرتبط الكوكبُ بخطٍّ استواء الكرة الداخلية القصوى والكرة الخارجية القصوى، المتحرِّكتَيْن مع النجوم الثابتة. وقد علَّلَ يودوكسس حركاتِ الشمس والقمر بوجود ثلاث كراتٍ لكلٍّ منهما، في حين تكفي كرةٌ واحدةٌ للدوران المحوري اليومي للنجوم الثابتة، وبحيث يكون عددُ الكرات الإجماليُّ سبعًا وعشرين كرةً للكون كلِّه. وتجدر الإشارةُ إلى أن نموذج يودوكسس هذا، الذي عُرِفَ باسم نظرية الكرات المتحدة المركز، قد طُوِّرَ على يد كاليبوس السيزيكي (وكان نابِهَ الذِّكر في عام 370 قبل الميلاد)، الذي أضافَ كُرَتَيْن لكلٍّ من الشمس والقمر، وكرةً واحدةً لكلٍّ من الكواكب: عطارد والزُّهَرة والمرِّيخ، ليصبح مجموعُ عدد الكرات أربعًا وثلاثين كرة. ويشار كذلك إلى أن أرسطو اعتمدَ فيما بعدُ نظريةَ الكرات المتحدة المركز، باعتبارها النموذجَ المادِّيَّ لنظريته في الكون الأرضي المركز [أي التي تعدُّ الأرضَ مركزًا للكون]، مستعملاً خمسًا وخمسين كرةً كوكبيَّة، إضافةً إلى كرةٍ أخرى للنجوم الثوابت.

وُلِدَ أرسطو (384 ـ 322 ق. م.) في مدينة ستاجيرا بمقدونيا. عملَ والدُه



ميلان محور الأرض باعتباره العاملَ المسبِّبَ لتعاقُب الفصول.

نيكوماخوس طبيبًا في خدمة الملك المقدوني أمينتاس الثالث، الذي تلقَّى أرسطو في بلاطه بواكيرَ تعليمه. ولما بلغ السابعةَ عشرة من عمره انتقلَ إلى أثينا، حيث التحقَ بأكاديمية أفلاطون ولبثَ فيها عشرين عامًا. وبعد وفاة أفلاطون سنة 347 ق. م.، انتقلَ أرسطو إلى مدينة آسوس، على الساحل الشمالي الغربي لآسيا الصغرى، حيث دخلَ في خدمة الحاكم المستبدّ هيرمياس. كان هيرمياس من



الشكل الأعلى: مسارُ الشمس الظاهريُّ عبر برجَي الحَمَل والثور.
الشكل الأسفل: مسارُ كوكب المريخ عبر برجَي الحَمَل والثور، مع تمثيلٍ لحركته التراجعية.

تلاميذ أفلاطون، وسعى في آسوس إلى إنشاء المدينة الفاضلة الموصوفة في كتاب أفلاطون "الجمهورية"، داعيًا أرسطو وغيره من الحكماء إلى الإسهام في التعليم فيها، ومنهم ثيوفراستوس من مدينة إيريسوس في جزيرة ليزبوس.

مكثَ أرسطو في آسوس حتى عام 344 قبل الميلاد، عندما أُعدم هيرمياس على يد الفرس. فارتحلَ إلى جزيرة ليزبوس، حيث واصلَ وثيوفراستوس دراساتهما الرائدة في علم النبات، التي بدآها في آسوس. أمضى أرسطو هناك سنةً قبل أن يغادر قاصدًا العاصمةَ المقدونية پيلا، ليدخل في خدمة الملِك فيليپ الثاني، معلِّمًا خاصًّا لابنِه وخَلَفِه في المُلْك: الإسكندر الكبير.

عاد إلى أثينا في عام 335 ق. م، بعد سنةٍ من ولاية الإسكندر عرشَ مقدونيا. وفي ذلك العام أنشأ مدرسةً أسماها الليسيوم، لعلَّها تضارع في شهرتها أكاديميةَ أفلاطون. تابعَ أرسطو أنشطتَه التعليمية والبحثية في الليسيوم حتى عام 323 ق. م. عندما توفي الإسكندر، وأعقبَ وفاتَه حركةٌ مناوئةٌ لمقدونيا اضطرَّت أرسطو إلى مغادرة أثينا والعودة إلى مقدونيا، حيث ما لبث أن قضى نحبه في العام التالي.

كانت مؤلَّفاتُ أرسطو موسوعيةً في مداها وتنوُّع مقاصدها وبُعد أثرها، وهي تشتمل على أعمالٍ في المنطق والماورائيات (الميتافيزيقا) والبلاغة واللاهوت والسياسة والاقتصاد والأدب والأخلاق وعلم النفس والطبيعيّات والميكانيك وعلم الفلك وعلم الأرصاد الجوية والكونيّات وعلم الحياة وعلم النبات والتاريخ الطبيعي وعلم الحيوان. وهذا ما حَمَلَ الأديبَ الفرنسي مونتين على القول إن "لأرسطو في كلِّ ماءٍ مجذافًا وفي كلِّ فنٍّ باعًا."[74]

ويلاحَظ أن الفكرةَ المهيمنة على الفلسفة الأرسطية للطبيعة هي مبدأ الغائية teleology القائل بأن العملياتِ الطبيعيةَ جميعَها موجَّهةٌ نحو غايةٍ معيَّنة. وقد وردت هذه الفكرةُ أشدَّ ما تكون وضوحًا في كتابه الثاني في "الفيزياء" بقوله: "إن العملَ المحكوم بالعقل لا بدَّ من أن يكون موجَّهًا نحو غاية؛ ومن ثَمَّ فإن طبيعة الأشياء تَنْزِع إلى أن تكون كذلك، وكما هي في الطبيعة. فلو كان ـ على سبيل المثال ـ ثمة بيتٌ من صنع الطبيعة، لكانت صَنْعَتُه ـ حكمًا ـ مطابقةً

(74) Montaigne, translated by Florio, quoted by Guthrie, *HGP*, vol. 6, p. ix.

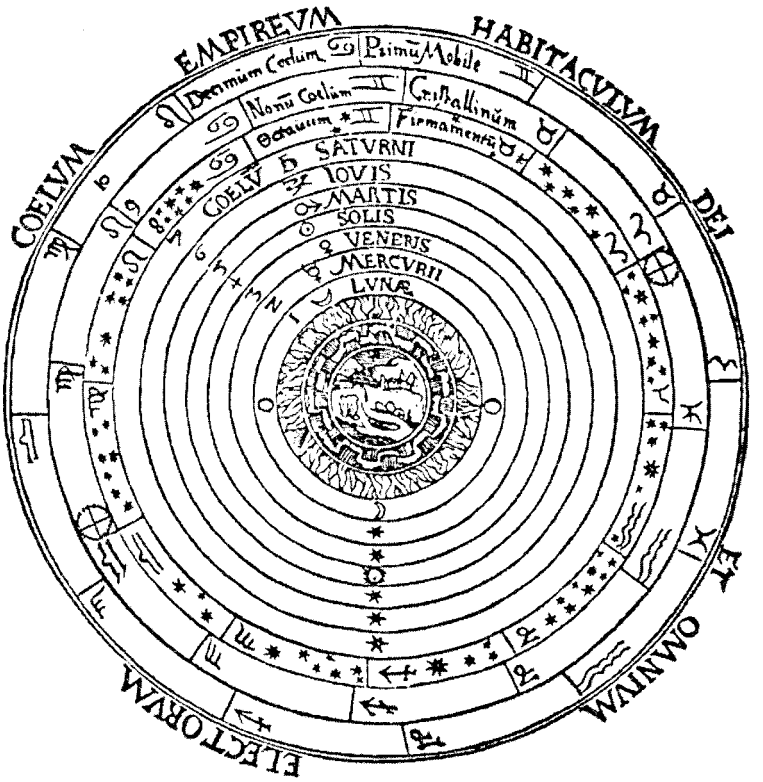
لصَنْعَته ببراعة الإنسان؛ ولو تدخَّلت يدُ البراعة الإنسانية فيما صَنَعَتْه الطبيعةُ، لأتت الصنعةُ مطابقةً لصنع الطبيعة." [75]

أما الخطوط العريضةُ لنظرية أرسطو في المادة والكونيّات كما تصوَّرها، فهي مستمَدَّةٌ من رؤيةٍ إغريقيةٍ قديمةٍ ميَّزت بين العالَم الأرضيِّ الزائل الذي يَعْروه النقص، الواقع تحت كرة القمر، والعالَم السماويِّ السرمدي المتَّصف بالكمال. فقد أَخذ عن علماء الطبيعة في مِليتوس الاعتقادَ بأن في الطبيعة مادةً أساسيةً واحدة، ثم وَفَّقَ بين هذا الاعتقاد ومفهوم إمپيدوكليز للعناصر الأربعة الأرضية ـ التراب والماء والهواء والنار ـ مضيفًا إليها عنصر الأثير، الذي اعتقدَ أناكساغورَس من قبلُ أنه المادة الأساسية للعالَم السماوي.

يرى أرسطو أن المادة الأرضية الأساسية، التي أَطلَقَ عليها اسم *prostyle*، مادةٌ غير متمايزةٍ على الإطلاق؛ إذ ليس لها خصائص تميِّزها ألبتَّة، أي إنها تفتقر إلى أيِّ حجمٍ أو شكلٍ أو حيِّزٍ أو وزنٍ أو لونٍ أو طعمٍ أو رائحةٍ محدَّدة أو ما شابه ذلك، لكونها تمثِّل في المحصِّلة المادةَ الأوَّليةَ الغُفْل التي تكوَّن منها العالَم. وعندما تَتَّخِذ هذه المادةُ خصائصَ متعدِّدة، تتحوَّل لتصبح واحدةً من العناصر الأرضية الأربعة، ثم إنها تَتَّخذ ـ مرورًا بمراحل تطوُّر أخرى مستمرة ـ قالبَ الأشياء التي تُرى في الكون. فالمادة matter عند أرسطو هي المادةُ الأوَّلية، والشكل أو القالب form هو جملة الخصائص التي تُكسِب الجسمَ طابعَه المميَّز. مع العلم أن هذين الوجهين (المادة والقالب) لا ينفصلان، ولا يوجدان إلا متلازمَيْن.

حدَّدَ أرسطو لكلٍّ من العناصر الأربعة الأرضية مزيَّتَيْن، كلٌّ منهما مستخلَصة من جزأي زوجٍ من النقائض أو الأضداد: كالحارِّ والبارد، والجافِّ

(75) Aristotle, *Physics*, vol. 2, 8:12-15.



مفهوم الكونيات عند أرسطو.

والرَّطْب. ومن ثَمَّ كان الترابُ جافًّا وباردًا، والماءُ باردًا ورطبًا، والهواء رطبًا وحارًّا، والنارُ حارَّةً وجافَّة. وهو يرى أن هذه العناصر ليست ثابتة؛ فإن أيًّا منها قابلٌ للتحوُّل إلى عنصرٍ آخر إذا توفَّرت لإحدى مزيَّتَيْه الأساسيَّتَيْن ظروفُ التغيُّر إلى النقيض.

تعتمد كونياتُ أرسطو ترتيبَ العناصر الأربعة وفقًا لكثافتها، بحيث تقع الأرضُ الكرويةُ الثابتةُ في المركز، محاطةً بغُلُفٍ متَّحدة المركز في الماء (البحر المحيط)، والهواء (الغلاف الجوي)، والنار التي لا تقتصر على ألسنة اللهب، بل تشتمل أيضًا على ظواهر من خارج الأرض كالبرق وأقواس قزح والمذنَّبات. أما الحركةُ الطبيعيةُ للعناصر الأرضية فنحو وجهتها الطبيعية؛ فإذا رُفِعَ الترابُ في

الهواء وتُرِكَ سَقَطَ نحو الأسفل، في حين يرتفعُ الهواءُ في الماء مثلما ترتفع النارُ في الهواء. مع ملاحظة أن هذه الحركةَ الخطِّيَّة للعناصر الأرضية حركةٌ مؤقَّتة، بالنظر إلى أنها تتوقَّف بمجرَّد بلوغِها وجهتَها الطبيعية. وقد افترضتْ نظريةُ أرسطو في الحركة أن سقوط الأجسام الثقيلة أسرعُ من سقوط الأجسام الخفيفة، وهذه ثانيةُ اثنتَيْن من الافتراضات الخاطئة التي هيمنت على الفيزياء حتى القرن السابع عشر. ويتمثَّل الافتراضُ الخاطئُ الآخر في القول بتعذُّر وجود الفراغ.

يبدأ الفضاءُ السماويُّ ـ وفقًا لرؤية أرسطو ـ من القمر، تليه الشمسُ والكواكب الخمسةُ والنجومُ الثابتة، وجميعُها مندسٌّ ضمن كراتٍ بلّوريّةٍ تدور حول الأرض الثابتة. وتتألَّف الأجرام السماويةُ من الأثير، وهو العنصر الجوهريُّ الأعلى الذي يتّسِم بحركةٍ طبيعيةٍ دائرية، وبسرعةٍ ثابتة. وهكذا فإن حركات الأجرام السماوية ـ خلافًا لحركات الأجرام الأرضية ـ ثابتةٌ وسرمدية.

ومن معاصري أرسطو هِرَقليديز پونتيكوس (نحو 390 ـ بعد 322 ق. م.)، الذي سُمِّي كذلك لأنه من أبناء مدينة هِرَقْليَّة على البحر الأسود (پونتوس). وقد دَرَسَ على أفلاطون في أكاديميَّته، لكنَّ مفهومه للكونيَّات كان مختلفًا عن مفهوم أفلاطون وأرسطو لها مِن وجهَيْن أساسيَّيْن على الأقل. ومن المحتمل أن يكون هذا الاختلافُ ناشئًا عن أنه، بعد مغادرته الأكاديمية، ربما تابعَ دراستَه مع الفيثاغوريين. يتعلَّق وجهُ الاختلاف الأول بامتداد الكون، وقد عَدَّه هِرَقليديز لانهائيَّ الاتِّساع وليس محدودًا. ويتَّصل وجهُ الاختلاف الآخر بالدوران الظاهري للنجوم حول القطب السماوي، الذي عزاه هِرَقليديز إلى دَوَمان الأرض على محورها في الاتجاه المعاكس. وقد كَتَبَ سيمپليسيوس، في سياق تعقيبه على أرسطو يقول: "افترضَ هِرَقليديز أن الأرضَ تقع في المركز، وأنها تدور في حين تكون السماءُ ساكنة. وقد تصوَّرَ بهذا الافتراض أنه يفسِّر الظواهر الطبيعية."[76]

(76) Lloyd, *EGS*, p. 95.

خَلَفَ أرسطو في إدارة الليسيوم زميلُه ثيوفراستوس (نحو 371 ـ نحو 287 ق. م.)، الذي آلَ إليه إرثُ أرسطو المتمثِّل بمكتبته الضخمة التي تضمُّ نُسَخًا من مؤلَّفاته كلِّها. ويُعَدُّ ثيوفراستوس المؤسِّسَ الثاني للِّيسيوم، إذ اضطلعَ بإدارتها طوال سبعٍ وثلاثين سنة، فأعاد تنظيمَها ووسَّع مساحتَها ونطاق فعالياتها.

كان ثيوفراستوس صنوًا لأرسطو في غزارة إنتاجه وسعة علمه، حتى إن ديوجينيز لايرتيوس يَنسب إليه 227 مؤلَّفًا، معظمها اليوم مفقودٌ أو في حكم المفقود. على أن اثنين من مصنَّفاته الباقية، وهما: *History of Plants* (تاريخ النباتات) و*Causes of Plants* (أسباب النباتات)، أكسباه لقب "أبي علم النبات"، على حين يمثِّل مصنَّفُه *On Stones* (في الصخور) بدايات علم الجيولوجيا وعلم المعادن. ويتضمَّن كتابُه *Characters* في طبائع السلوك البشري وصفًا أخَّاذًا لأصناف البشر من سكان أثينا في زمانه. ويبدو أن هذا الوصف ما زال ينطبق على أصناف سكان المدينة الحديثة في أيامنا.

وقد مرَّت أثينا بتغيُّراتٍ عميقة الأثر على مدى السنوات التي تولَّى فيها ثيوفراستوس إدارةَ الليسيوم؛ ففي سنة 322 قبل الميلاد وقعت المدينةُ تحت الحكم المتعسِّف للجنرال أنتيباتر، أحد الجنرالات المقدونيّين (الدايادوكوي) الذين خَلَفُوا الإسكندر الكبير واقتسموا إمبراطوريته بعد موته فيما بينهم. فاستولى كاساندر ـ أحد هؤلاء الدايادوكوي ـ على المدينة في سنة 317 قبل الميلاد، وعَيَّنَ ديميتريوس الفاليروني، من طلاب الليسيوم الذين قرؤوا على ثيوفراستوس، معلِّمًا خاصًّا به. وبعد عشر سنين سقطت مدينةُ أثينا في يد ديميتريوس الأول المقدوني، وهو ابن أنتيغوناس الأول، من الدايادوكوي أيضًا. وأفضى ذلك إلى نشوب سلسلةٍ من الحروب الأهلية دامت زهاء نصف قرنٍ من الزمان، تبدَّل في غضونه الحُكمُ في أثينا سبعَ مرات. في تلك الحقبة بدأت تظهر على أثينا إرهاصاتُ الانحدار والتداعي، وآذَنَت شمسُها بالمغيب. ولم تلبث أن ظهرت عليها الإسكندرية، المدينةُ الجديدةُ التي أسَّسها الإسكندر في سنة 331 قبل الميلاد على الجانب المطِلِّ على مدينة كانوبُس من نهر النيل.

وبعد ثيوفراستوس وَلِيَ إدارةَ الليسيوم تلميذُه ستراتون أوف لامپساكوس (المتوفَّى نحو عام 268 ق. م.)، الذي يُنسَب إليه ما يزيد على أربعين مصنَّفًا فُقِدت كلُّها ما خلا بعض الشذرات المتفرِّقة. لكنَّ أهمَّ أعماله على الإطلاق كان في مجال الفيزياء أولاً وبالذات، وهذا ما حدا بعضَ المؤلِّفين المتأخرين على أن يطلقوا عليه اسم ستراتون الفيزيائي. ويصفه ديوجينيز لايرتيوس بأنه "رجلٌ لامعٌ يُعرَف في الناس باسم (الفيزيائي)، لأنه نَذَرَ نفسَه أكثر من غيره لدراسة الطبيعة." [77]

فمن بين مؤلَّفات ستراتون في الفيزياء مصنَّفٌ مفقودٌ بعنوان *On motion* (في الحركة)، ناقشَ محتواه سيمپليسيوس في تعليقٍ له عليه. ويرى سيمپليسيوس أن ستراتون كان أولَ مَنْ دَلَّلَ على أن الأجسامَ الساقطة تتسارع - أي تتعاظم سرعتها مع الزمن. يقول: "عند رصد ماءٍ ينصبُّ من على سطح [بيت]، يبدو الجريانُ في الأعلى متواصلاً، في حين يسقط الماءُ في الأسفل إلى الأرض بدفقاتٍ متقطِّعة. ولا يمكن أن يحدث هذا ما لم يَعْبُر الماءُ الفراغاتِ المتواليةَ بسرعةٍ أكبر." [78]

ويُحتَمل أن ستراتون أو أحدَ معاصريه هو مَن نَسَخَ مؤلَّف أرسطو "الميكانيك" *Mechanics*، الذي يضمُّ أقدمَ ما بقي من النصوص المتصلة بقانون الرافعة (أو العتلة)، ومؤدَّاه: يتوازن جسمان متدلِّيان من عتلة إذا كان بُعداهما عن نقطة الارتكاز متناسبَيْن عكسًا مع ثقلهما.

وثمة مدرستان أخريان للفلسفة أُنشئتا في أثينا أواخرَ القرن الرابع قبل الميلاد، وهما ليستا مؤسَّستَيْن رسميَّتَيْن على مثال "أكاديمية" أفلاطون و"ليسيوم" أرسطو، بل جماعتان ألْيَن نظامًا وأكثرَ تحرُّرًا، يجتمع أفرادُهما لمناقشة مسائل فلسفية. إحدى هاتين المدرستين، وتُعرَف بالحِيْر أو الحديقة، أسَّسها أبيقور من جزيرة ساموس (341-270 ق. م.)؛ والمدرسة الأخرى،

(77) Diogenes Laertius, *LEP*, v. 58.

(78) Simplicius, *Commentary on Aristotle's Physics*, 916, 10ff., quoted in Lloyd, GSAA, p. 16.

الرِّواق، أنشأها زينو من سيتيوم (نحو 335-263 ق. م.). أما المدرسةُ الأولى فقد اشتَقَّت اسمَها من واقع أن أبيقور اعتادَ على إلقاء محاضراته في حديقة منْزله، وأما المدرسة الأخرى فسُمِّيت نسبةً إلى الرِّواق المعمَّد Stoa Poikile الذي اتَّخذه زينو وأتباعُه مكانًا للقائهم في الساحة العامة، فاشتُهِروا لذلك باسم الرِّواقيِّين Stoics. أنشأ كلٌّ من أبيقور وزينو نظامًا فلسفيًّا شاملاً ذا ثلاث شُعَب هي: الأخلاق والفيزياء والمنطق، بحيث تُسخَّر الفيزياءُ والمنطقُ لتعزيز الأخلاق، وصولاً إلى الغاية المنشودة وهي تحقيق السعادة. فيرى أبيقور أننا "إذا حرَّرنا أنفسنا مما يساورها من شُبُهاتٍ في معاني الحياة والموت، والعجز عن إدراك حدود الألم والرغبة، فلا ريب في أننا لسنا بحاجةٍ إلى الفلسفة الطبيعية (الفيزياء)."[79]

يقوم علمُ الفيزياء كما رآه أبيقور على النظرية الذرِّية، التي أضاف إليها مفهومًا جديدًا يتمثَّل في أن الذَّرة المتحرِّكة في الفراغ عُرضةٌ في أية لحظة لأن "تنحرف"[80] عن مسارها. وهذا من شأنه أن يلغي مبدأَ الحتمية المطلقة، الذي جعلَ النظريةَ الذرّيةَ الأصلية التي قال بها ليوسيبوس وديموقريطس من قبلُ مرفوضةً من أولئك الذين آمنوا - شأنَ الأبيقوريِّين - بالإرادة الحرَّة. من جهةٍ أخرى، يرفض زينو وأتباعُه الذرَّةَ والفراغ، وينظرون إلى الطبيعة باعتبارها سلسلةً متَّصلةً بمختلف جوانبها - المكان والزمان والمادة - وكذلك بانتشار الظواهر الفيزيائية وتَعاقُبِها. وواقع الأمر أن تَيْنِك المدرستَيْن الفكريّتَيْن المتعارضتَيْن في مفهومهما لطبيعة الكون (المدرسة الأبيقورية والذرَّات في الفراغ، مقابل المدرسة الرِّواقية والسلسلة الطبيعية المتصلة) ما برحتا في تنافسٍ مستمرٍّ من القِدَم وحتى يوم الناس هذا، لأنهما يمثِّلان منهجَيْن متضادَّين في رؤية الحقيقة المادّية.

(79) Furley, "Epicurus," *DSB*, vol. 4, p. 381.

(80) Lucretius, *De Rerum Natura*, vol. 1, p. 62.

وهكذا ترى أن أثينا، حتى وهي توطِّئ السبيلَ للإسكندرية لتكون مركزَ الإشعاع الفكري للعالَم الإغريقي، تُواصِلُ مسيرتَها مدرسةً عظيمةً لبلاد اليونان، ولا سيّما مع ظهور منظومتَيْن فلسفيَّتَيْن جديدتَيْن، ستأخذان دورهما، جنبًا إلى جنب مع مدرستَيْ أفلاطون وأرسطو، في التأثير في الفكر الغربي.

الإسكندرية الهلينية:
المتحف والمكتبة

بعد وفاة الإسكندر الكبير سنة 323 قبل الميلاد، استولى القائد بطليموس على مصر، وحَكَمَ الإسكندريةَ تحت لقب المرزُبان. ثم أعلنَ نفسَه مَلِكًا على مصرَ سنة 305 قبل الميلاد، متَّخذًا لقبَ "المخلِّص" Soter، ومستهلاً بذلك عهدًا دامَ ما يزيد على عشرين سنة، وأسرةً حاكمةً، هي بيت البطالمة، دامت دولتُها قرابة ثلاثة قرون.

ما لبثت الإسكندريةُ أن أصبحت مركزًا ثقافيًّا مهمًّا تحت حكم بطليموس الأول المخلِّص (حَكَمَ بين عامَيْ 305 و283 قبل الميلاد)، الذي كتبَ سيرةً ذاتيةً للإسكندر الكبير. وقد تركَّزت النهضةُ الإسكندريةُ (الهلّينيَّة) التي بدأها على إقامة صرحَيْن عظيمَيْن هما: المُتحف والمكتبة، فرفعَ هو بنيانَهما، وطوَّرَهما ابنُه وخَلَفُه بطليموس الثاني "فيلادِلفوس" Philadelphus (حَكَمَ بين عامَيْ 283 و245 قبل الميلاد).

وقد اقتبسَ المتحفُ Museum اسمَه في الأصل من واقع أنه أُهدي إلى الموزيَّات Muses، الأخواتِ التسع بناتِ زيوس (كبير الآلهة) ونيموسيني (إلاهة الذاكرة) اللواتي كنَّ ـ وفقًا للأسطورة الإغريقية ـ الرَّباتِ الحاميات للشِّعر والفنون والعلوم. وقد أشيدت معابدُ للموزيَّات في غير ما مكانٍ في العالَم الإغريقي، ومنها متحفٌ في أكاديمية أفلاطون، وآخَر أنشأه ثيوفراستوس إحياءً لذكرى أرسطو. وكان الغرض من إنشاء متحف الإسكندرية والمكتبة الملحقة به

أن يكونا جامعةً ومركزَ بحث، على مثال مدارس أثينا الفلسفية الكبرى، وأشهرها على الإطلاق أكاديمية أفلاطون وليسيوم أرسطو.

وقد ذكرَ الجغرافيُّ اليونانيُّ سترابو، فيما كتَبَه في الربع الأول من القرن الأول الميلادي، أنَّ متحف الإسكندرية كان جزءًا من مجمَّع القصر الملكيِّ للبطالمة. يقول سترابو: "يؤلِّف المتحف جزءًا من القصور الملكية؛ ويضمُّ ممشًى لِتَنَزُّه العامة، ورواقًا معمَّدًا ذا مقاعد، وجَوْسقًا يشتمل على قاعة الطعام لرجال العلم المقيمين في المتحف. إذ لا تقتصر هذه الجماعةُ على حيازة أراضٍ ومتاع، بل إن لهم قسِّيسًا قيِّمًا على المتحف، كان يعيِّنه الملوكُ فيما مضى، ويعيِّنه اليومَ القيصرُ." (81)

كان المتحفُ أقربَ إلى معهدٍ للبحوث منه إلى كلِّيةٍ جامعية، وكان اهتمامُه بالعلوم أكبرَ من عنايته بالآداب والفنون. احتوى مرصدًا فلكيًّا وقاعاتٍ لتشريح الأعضاء وإجراء تجارب على وظائفها، في حين كانت تحفُّ بالمتحف حدائقُ نباتيةٌ وحيوانيةٌ ذات بهجة.

وربما تُعْزى الصِّبغةُ العلميةُ للمتحف إلى الفيزيائي ستراتون (من لامپساكوس)، الذي انتقل إلى الإسكندرية في نحو عام 300 قبل الميلاد، ليكون المعلِّمَ الخاصَّ لبطليموس الثاني فيلادلفوس القادم، ومكث هناك إلى أن عادَ إلى أثينا سنة 288 قبل الميلاد ليَخلف ثيوفراستوس مديرًا للِّيسيوم. تكشَّف الأميرُ عن اهتمامٍ بالغٍ في الجغرافيا وعلم الحيوان من خلال دراساته مع ستراتون، وتجلَّى أثرُ ذلك في تطويره للمتحف بعدما تبوَّأ المُلْكَ سنة 283 قبل الميلاد خَلَفًا لأبيه.

ولعلَّ الفضلَ في تنظيم مكتبة متحف الإسكندرية يعود إلى ديميتريوس (من فاليرون)، حاكمِ أثينا السابق، الذي اضطرَّ إلى الفرار من المدينة عام 307 قبل الميلاد، ثم التمَسَ ملجأً في الإسكندرية لدى بطليموس الأول، فآواه إليها.

(81) Strabo, *Geography*, XVII, Part I, p. 8.

ويُعتقَد أن ديميتريوس - وهو طالبٌ سابقٌ في اللِّيسيوم بأثينا - كان أولَ قيِّم للمكتبة، وهو منصبٌ استمرَّ في الاضطلاع له حتى عام 284 قبل الميلاد. وطبقًا لما ذكره أريستياس جوديوس، وهو باحثٌ يهوديٌّ في عهد بطليموس الثاني فيلادلفوس، فقد "وُضِعت تحت تصرُّف ديميتريوس ميزانيةٌ ضخمةٌ لتُمَكِّنه من اقتناء ما يستطيع استجلابَه من الكتب ونفائس التصانيف من شتى أنحاء العالَم. وقد استطاع بالفعل، عن طريق الشراء والاستنساخ، إنفاذَ أمر المِلِك، باذلاً وسعَ طاقته في هذا المسعى."[82]

استمرَّ هذا النهجُ في عهدَيْ بطليموس الثاني فيلادلفوس وبطليموس الثالث يويرجيتيز (حَكَمَ بين 247 و221 ق. م.). وذكرَ أثينيوس (من نوكراتيس)، الذي كان نجمُه ساطعًا في نحو سنة 200 للميلاد، أن بطليموس الثاني اشترى مصنَّفات أرسطو وثيوفراستوس ونقلَها إلى "مدينة الإسكندرية الجميلة."[83] لتصبح المكتبةُ في عهد بطليموس الثالث وقد تجاوزَ مجموعُ مقتنياتها نصفَ مليونٍ من وثائق الرَّق المخطوطة، ومن ضمنها جميع الأعمال العظيمة التي تستغرق علومَ الإغريق وآدابَهم وفنونَهم بدءًا من هوميروس فما بعده. وهذا ما حَمَلَ بطليموس الثالث على بناء فرعٍ إضافيٍّ للمكتبة داخلَ السيراپيوم (معبد سيراپيس)، أشار إليه إپيفانيوس السلاميسي، وهو مسيحيٌّ من القرن الرابع الميلادي، عندما كَتَبَ عن "المكتبة الأولى، ومكتبة أخرى أُنشئت في السيراپيوم، أصغر من الأولى فدُعيت ابنةَ الأولى."[84] مع العلم بأن معظم المؤلِّفين الكلاسيكيِّين لا يشيرون في كتاباتهم إلى مكتبتَيْن، بل إلى "المكتبة الملكيَّة" أو "المكتبة الكبرى". وقد تجد من حينٍ إلى آخر ذِكرًا لـ "المكتبة البنت" في السيراپيوم.

خَلَفَ ديميتريوس في أمانة المكتبة زينودوتوس (من إفسس)، الذي استمرَّ في هذا المنصب حتى سنة 245 قبل الميلاد، وكان من أبرز مساعديه الشاعرُ

(82) Mostafa El-Abbadi, "The Alexandria Library in History," in Hirst and Silk, ARI, p. 171.

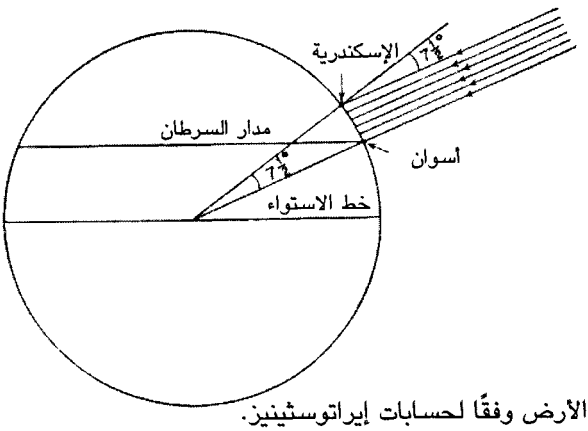
(83) Robert Barnes, "Cloistered Bookworms," in MacLeod, *LA*, p. 66.

(84) Robert Barnes, "Cloistered Bookworms," in MacLeod, *LA*, p. 66.

كاليماكوس القوريني (نحو 305 ـ نحو 240 ق. م.) الذي تصدَّى لتصنيف وفهرسة 120,000 كتاب من موجودات المكتبة في النثر والشِّعر، بحسب المؤلِّف والموضوع، ولم يسبقه إلى هذا العمل أحد. وقد وضعَ مصنَّفًا بعنوان: جداول الأعلام في كلِّ فنٍّ وعلم مع سردٍ لمؤلَّفاتهم (اشتُهر اختصارًا باسم الجداول)، يقع في أكثر من 120 مجلَّدًا بحجمٍ يزيد على حجم إليازة هوميروس خمسَ مرات.

على أن إيراتوستينيز القوريني (نحو 275 ـ نحو 195 ق. م.) كان أولَ شخصيةٍ علميةٍ تشغل منصبَ أمانة مكتبة الإسكندرية، عيَّنه بطليموس الثالث في سنة 235 أو نحوها قبل الميلاد، وبقي متبوِّئًا هذا المنصب حتى وفاته. وإلى جانب شهرته في الرياضيّات والفلك والجغرافيا، فقد قدَّم أيضًا دراسةً للملهاة الأثينية القديمة، وكان أولَ مَنْ وضعَ ترتيبًا زمنيًّا للتاريخ والأدب الإغريقيَّيْن.

كذلك كان إيراتوستينيز أولَ مَنْ رَسَمَ خريطةً للعالَم المعروف آنذاك، على أساس نظامٍ من دوائر خطوط الطول وخطوط العرض، مَكَّنَه من إجراء قياسٍ دقيقٍ لمحيط الأرض، وذلك بتسجيل نتائج أرصادٍ أُجريت في مدينتَي الإسكندرية وسِيِين (أسوان حاليًّا)، وتفصل بينهما مسافة 5000 استديوم (غلوة) [1 استديوم = 0.1 ميل تقريبًا] نحو الجنوب. وقد لوحِظَ أن الشمس عند المنقلَب الصيفي كانت عموديةً في أسوان وقتَ الظهيرة، في حين أنها ألقَتْ على مزولةٍ في الإسكندرية ظلّاً يعادل طولُه جزءاً من خمسين من دائرة. وبافتراض أن الشمس هي من البعد بحيث يمكن اعتبارُ أشعَّتِها متوازيةً في أسوان والإسكندرية، خَلَصَ إيراتوستينيز إلى أن المسافة (شمال ـ جنوب) بين الموقعَيْن تساوي جزءاً من خمسين من محيط الأرض. ومن ثَمَّ فإن محيط الأرض أكبر من المسافة بين أسوان والإسكندرية خمسين مرة، أي 250,000 استديوم. وإذ إننا لا نعلم القيمةَ التي اعتمدها إيراتوستينيز طولاً للاستديوم، فلا يمكننا تقدير مدى دقَّة النتيجة التي انتهى إليها، غير أنها بلا شك تقع ضمن حدود الدقة المقبولة.



قياس محيط الأرض وفقًا لحسابات إيراتوسثينيز.

تأسَّست مدرسةُ الرياضيّات الكبرى في الإسكندرية على يد أُقليدس (ذاع صيته عام 295 ق. م. تقريبًا)، الذي يقال إنه مارَسَ التعليمَ فيها في مطلع القرن الثالث قبل الميلاد، ولا يُعرَف عن حياته سوى النَّزر اليسير. غير أن الفيلسوف اليوناني پروكلوس [آخر كبار فلاسفة "الأفلاطونية المُحْدَثة"]، الذي كتبَ في القرن الخامس الميلادي، يذكر أن أُقليدس "عاش في أيام بطليموس الأول، وأنه كان أصغر سنًّا من تلاميذ أفلاطون، وأكبر سنًّا من إيراتوسثينيز وأرخميدس."[85]

طارت لأُقليدس شهرةٌ عريضةٌ بكتابه: أصول الهندسة *Elements of Geometry*، وهو أقدم ما بقي من كتبٍ دراسيةٍ في هذا الموضوع، ما زال في الاستعمال حتى اليوم. ويشير أحد مؤرِّخي العلوم في العصر الحديث إلى أن كتاب الأصول "كان أعمق أثرًا في العقل البشريِّ من أيِّ كتابٍ آخر، ما خلا الكتاب المقدَّس."[86]

لم يقتصر كتاب الأصول على إرساء مبادئ الهندسة المستوية فحسب، بل مبادئ الجبر ونظرية الأعداد كذلك. يقول پروكلوس إن أُقليدس صنَّف كتابَه هذا عن طريق "جمع عددٍ كبيرٍ من مبرهَنات يودوكسس، وإتمام كثيرٍ من مبرهَنات

(85) John Murdoch, "Euclid," *DSB*, 4, p. 414.
(86) John Murdoch, "Euclid," *DSB*, 4, p. 415.

ثياتيتوس [من تلاميذ أفلاطون]، وإحكام براهين بعض المسائل التي حلَّها سالفوه حلّاً جزئيًّا أو غير دقيق."[87]

ومن أهم المزايا التي يتفرَّد بها كتابُ الأصول، إضافةً إلى محتواه الرياضي، الترتيبُ المنطقيُّ في عرض المبرهَنات، الذي اتُّخِذَ نموذجًا انتهجَه الإغريق في جميع مؤلَّفاتهم اللاحقة، المتصلة بالرياضيّات والفيزياء الرياضية. وقد لا يقلُّ أهميةً عن هذا الطبيعةُ البديهيةُ التي يتميَّز بها كتاب الأصول؛ فهو يعتمد على طرح مسلَّماتٍ هندسيةٍ ـ واضحةٍ بحدِّ ذاتها ـ تُستَنبَط منها منطقيًّا حقائق هندسيةٌ تمثِّل، لدى إخضاعها لقوانين الفيزياء والفلك، المبدأ الأفلاطونيَّ في رؤية الطبيعة وفقًا للقواعد والقوانين الهندسية.

هذا وتتضمَّن آثارُ أُقليدس الباقيةُ عدةَ مصنَّفاتٍ أخرى في الرياضيّات، وكتابًا دراسيًّا في علم الفلك بعنوان *Phaenomena* (الظواهر)، إضافةً إلى رسالةٍ في المنظورية perspective [العلاقة النسبية الظاهرة بين المرئيات وأبعادها] بعنوان *Optica* (البصريّات)، تُعَدُّ أوَّلَ عملٍ إغريقيٍّ رائدٍ في بابه، بل لقد كان العملَ الوحيدَ ليس ثمة غيره حتى منتصف القرن الثاني الميلادي، عندما كتب بطليموس الإسكندري رسالتَه في البصريّات. ومن الافتراضات التي طرحَها أُقليدس في رسالته *Optica* أن آلية الرؤية تعمل وفقًا لأشعةٍ ضوئيةٍ تنطلق من عين الناظر في خطوطٍ مستقيمةٍ إلى الجسم المنظور. وقد ظلَّت هذه النظريةُ الخاطئة مقبولةً لدى أغلب المؤلِّفين في مبحث البصريّات حتى القرن السابع عشر.

بلغت الفيزياءُ الرياضيةُ الإغريقيةُ أوجَها بظهور أعمال أرخميدس (نحو 287 ـ 212 ق. م.)، الذي وُلِدَ في سيراقوسة بصقلِّية. ويُقال إنه قضى جزءًا من حياته في مصر، وكان بينه وبين إيراتوسثينيز تراسُل. وأغلب الظنِّ أنه دَرَسَ في الإسكندرية على خالفي أُقليدس؛ آيةُ ذلك أنه كان مطَّلعًا على كتاب الأصول، غزيرَ الاقتباس منه.

وقد رَبَطت أرخميدس صلةُ قرابةٍ وصداقة بـ هيرون السيراقوسي الثاني،

(87) John Murdoch, "Euclid," *DSB*, 4, p. 423.

وكذلك بـ غيلون الثاني، ابنِ الملِك وخَلَفِه، فعمل في خدمتهما معًا، بصفته مهندسًا حربيًّا. فكان يصنع أدواتٍ حربيةً كالمنجنيق، والمرايا الحارقة، ومنظومة البكرات المركَّبة المستعملة لتحريك السُّفن الضخمة بأدنى جهد. وقد استَعمل سكانُ سيراقوسة تلك الآلات بصورةٍ أظهرت فاعليَّتَها في دفع الحصار الذي ضرَبَه على مدينتهم الجنرال الروماني مارسيلوس في سنة 212 قبل الميلاد. غير أن مارسيلوس هذا تمكَّن أخيرًا من الاستيلاء على المدينة. ويُعتقَد أن أرخميدس قُتِلَ في تلك الأثناء على يد جنديٍّ روماني، وهو يصوغ مسألةً هندسيةً في الرَّمل.

اشتُهِر أرخميدس باختراعاته، ومنها المِبْيان، وهو ما يسمَّى بنموذج أوريري الفلكي الذي يُظهِر حركات الأجرام السماوية. وقد رأى شيشرون [106ـ43 ق. م: رجلُ دولةٍ وخطيبٌ مفوَّه ومؤلِّفٌ روماني] هذه الآلةَ عيانًا، وزعَمَ أنها تُظهِر حركةَ الشمس والقمر وظاهرتَي الكسوف والخسوف. وثمة اختراعٌ آخرُ له، يُعرَف بشادوف أرخميدس، ما زال يُستعمل في مصر حتى اليوم لرفع المياه في منظومات الريِّ البدائية. وذَكَرَ پلوتارك [نحو 46 ـ نحو 120 م.] أن أرخميدس نفسَه لم يكن معتدًّا باختراعاته، وكان يعدُّها مجرَّد "ألْهياتٍ هندسية."[88]

يكتب پلوتارك واصفًا شروحَ أرخميدس الهندسية فيقول: "لا يمكنك أن تجد في الهندسة مسائلَ صعبةً وبراهينَ عسيرةً عُرِضَت بعباراتٍ أكثر بساطةً ونقاءً ومباشرةً من عباراته."[89] ويدل على ذلك فعلاً أن المرء يستطيع أن يدرك طبيعةَ محتوى أعمال أرخميدس من عناوين بعض رسائله، من مثل: "في قياس الدائرة"، و"في الكرة والأسطوانة"، و"في توازن السطوح"، و"في الأجسام العائمة"، و"الحاسبة الرمليَّة".

ففي أولى هذه الرسائل [في قياس الدائرة]، حَسَبَ أرخميدس مساحةَ سطح الدائرة بدقَّةٍ بالغة باستعمال ما يسمَّى طريقة الاستنفاد exhaustion، فتوصَّل

(88) *PL*, "Marcellus," XIV, 4.
(89) *PL*, "Marcellus," XVII.

إلى نتائج تقريبية جيدة، عن طريق حساب مساحات مضلَّعاتٍ منتظمةٍ داخلَ الدائرة وخارجَها. وقد استعان بهذه الطريقة من الحساب في أعماله الهندسية الأخرى، لقياس مساحاتِ وحجومِ أشكالٍ هندسيةٍ متعدِّدة، كما وردَ في رسالته في الكرة والأسطوانة، حيث وجدَ ـ بأخذ أسطوانةٍ تحيط بِكُرَة ـ أن نسبة مساحتَيْهما هي 2:3، فكان فخورًا باكتشافه هذا، وطَلَبَ أن يُنقَش الشكلُ على قبره.

وتتناول رسالتُه "في توازن السطوح" عِلْمَ السكون statics، الذي يدرس المنظوماتِ الميكانيكيةَ في حالة التوازن. وقد استَعمل أرخميدس قانونَ الرافعة لتحديد مركز ثقالة الأشكال الهندسية ـ أي النقطة التي تتركَّز فيها أوزانُها بالمحصِّلة. وعالَج مسائلَه بالشروط المثالية؛ فأهملَ عامِلَ الاحتكاك وغيرَه من العوامل الخارجية، وجاءت محاكمتُه استنتاجيةً وهندسيةً محضةً نَسَجَ فيها على منوال أُقليدس في كتابه الأصول. وقد حَمَلَه عملُه في الرافعة على إطلاق عبارته الأسطورية مخاطبًا الملك هيرون: "امنحني مكانًا أقف فيه، وأنا زعيمٌ بأن أغيِّر لك وجهَ العالَم." [90]

أما في رسالته "في الأجسام العائمة"، فيطبِّق التحليلَ الهندسيَّ نفسَه على علم سكونيَّات السوائل hydrostatics، الذي يُعنَى بدراسة السوائل في حالة التوازن. وهو يَعرضُ هنا قانونَه المعروف بمبدأ أرخميدس، الذي ينصُّ على أنَّ جسمًا مغمورًا، كُليًّا أو جزئيًّا، في سائلٍ ما يَخضع لقوَّة دفْعٍ تساوي وزنَ السائل المزاح. ويروي الكاتبُ الروماني ڤيتروڤيوس [مهندسٌ معماريٌّ رومانيٌّ من القرن الأول قبل الميلاد] قصةَ اكتشاف أرخميدس لمبدئه، عندما نزلَ في حوض استحمامه ولاحظَ تزايُدَ الشعور بالطفوِّ مع استمرار غَمْرِ جسمِهِ وارتفاع مستوى الماء. يقول ڤيتروڤيوس إن أرخميدس "وقد استخفَّه الفرح، قفزَ من فوره خارجًا من مستحَمِّه واندفعَ يجري إلى بيتِهِ عاريًا وهو يهتف بأعلى صوتِهِ معلنًا أنه عَثَرَ على ما كان يَنشده، مردِّدًا باليونانية: وجدتُها! وجدتُها! *[Heureka!]*" [91]

(90) Simplicius, *Commentary on Aristotle's Physics*, quoted in Dijksterhuis, *Archimedes*, p. 16.

(91) Vitruvius, *De Architectura*, vol. 9, p. 3.

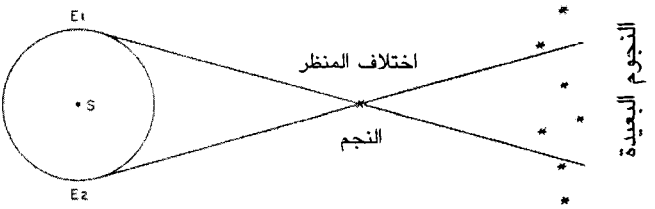
ويتابع ڤيتروڤيوس، مبيِّنًا كيف استَعمل أرخميدس مبدأه في حلِّ مسألةٍ عمليةٍ تتمثَّل في التوثُّق من درجة خلوص التاج الذهبي للملِك هيرون، وهل شِيْبَ بمعدنٍ آخر أم لا؟ فعمدَ إلى رَوْز التاج بغَطْسِهِ في الماء، ليجدَ أنه أزاحَ حجمًا من الماء أكبرَ وزنًا من الوزن نفسِه من الذهب الخالص. فعرفَ أنَّ التاجَ أقلُّ كثافةً من الذهب الخالص، ومن ثَمَّ أنه قد مُزِقَ بمعدنٍ آخر أخفَّ منه. وهكذا اكتَشفَ أرخميدس مفهومَ الثقل النوعي أو الكثافةَ النسبيَّة specific gravity، أي وزن جسمٍ بالنسبة إلى وزن حجمٍ مكافئٍ من الماء.

وأما رسالتُه "الحاسبةُ الرملية"، فقد أهداها أرخميدس إلى الملِك غيلون، عارضًا على الملِك طريقةً ابتدعَها للتعبير عن أعدادٍ حسابيةٍ كبيرةٍ جدًّا. وكان ذلك متعذِّرًا عمليًّا باستعمال نظام العَدِّ الذي كان يستعمله الإغريق آنذاك، إذ كانت تُكتَب الأعداد على صورة حروف اللغة. فمثلاً، يعطي أرخميدس عددَ حبَّات الرمل في "حجمٍ يساوي حجمَ الكون؛ أي حجمَ الكرة التي مركزُها مركزُ الأرض، ونصف قطرِها البُعدُ بين مركز الشمس ومركز الأرض."[92] ثم إنه يتحوَّل إلى ذِكْر نظريةٍ جديدةٍ كان قد عَرَضَها أريستارخوس، المعاصرُ له:

> على أن أريستارخوس (من ساموس) قد خرَجَ بفَرْضِيَّاتٍ معيَّنة، منبثقةٍ من الاعتقاد بأن الكونَ أوسعُ بكثيرٍ مما ذُكِرَ آنفًا. إنه يَفترض أن النجومَ والشمسَ أجرامٌ ثابتةٌ لا تتحرك، وأن الأرضَ هي التي تطوف في فلكٍ دائريٍّ حول الشمس، التي تقع في وسطه. ويَفترض كذلك أن كرةَ النجوم الثابتةِ، التي تقع في مركز الشمس نفسِه تقريبًا، هي من الكِبَر بحيث إن نسبةَ الدائرة الافتراضية لدوران الأرض إلى بُعد النجوم الثابتة تساوي نسبةَ مركز كرة النجوم إلى بعد سطحها[93].

(92) Dijksterhuis, *Archimedes*, p. 362.

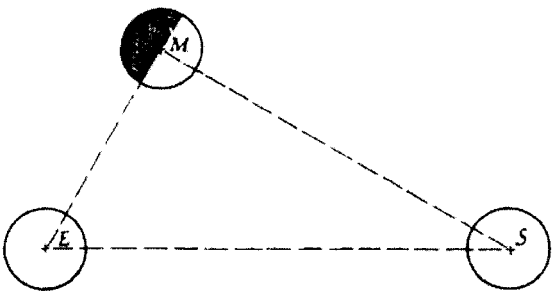
(93) Dijksterhuis, *Archimedes*, pp. 362-363.



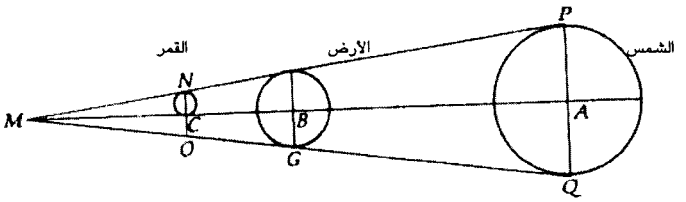
اختلاف المنظر النجمي. يمثل E1 وE2 موقعَيْن للأرض على مدارها حول الشمس S، بفاصلٍ زمنيٍّ قدره ستة أشهر. رُسِمَ مدارُ الأرض بقياسٍ مغالًى فيه رغبةً في الإيضاح. ونجمُ اختلاف المنظر نجمٌ أقرب بكثيرٍ من النجوم النائية، بحيث يلاحَظ انزياحُه بالنسبة إليها عند رصده من الأرض حول الموقعَيْن المشار إليهما. وكلما ابتعدَ النجمُ صَغُرَت زاويةُ اختلاف منظره.

والجملةُ الأخيرةُ من هذا الاقتباس تنطوي على أهميةٍ خاصةٍ، لأنها تفسِّر سببَ غياب ظاهرة اختلاف المنظر النجميّ stellar parallax، أو الانزياح الظاهريّ لمواقع النجوم، عند دوران الأرض في فلكها حول الشمس وفقًا لنظرية أريستارخوس الشمسيةِ المركز. فهي تفترض أن النجومَ - حتى أقربها إلينا - هائلةُ البُعد عنَّا، قياسًا إلى طول نصف قطر مدار الأرض حول الشمس، وبذلك تغدو زاويةُ اختلاف منظرها صغيرةً جدًّا لا تدركها العينُ المجرَّدة. وواقع الأمر أن هذه الحقيقة لم تُلحظ حتى منتصف القرن التاسع عشر، عندما استُحدِثت مقاريبُ (تلسكوبات) ذاتُ قوَّةِ مَيْزٍ كافية.

كان أريستارخوس الساموسي (نحو 310 - نحو 230 ق. م.) من تلاميذ الفيزيائي ستراتون، دَرَسَ على الأرجح في الليسيوم بأثينا. ولم يبقَ من أعماله سوى رسالتِه "في حجوم وأبعاد الشمس والقمر"؛ وفيها اعتمدَ أريستارخوس على اعتباراتٍ هندسيةٍ في حساب نصفَيْ قطرَي الشمس والقمر بالنسبة إلى نصف قطر الأرض، وبُعد كلٍّ منهما عن الأرض. وكانت له ثلاثُ ملاحظات: أولاها أن الشمس والقمر يبدوان بحجمٍ واحد، وهذا يدلُّ على أن قطريهما بالضرورة متناسبان مع مسافتَيْهما عن الأرض. وثانيتها ما يسمَّى الفُرْقان القمري lunar dichotomy (أي الانفصال الزَّاويّ للشمس والقمر عندما يكون القمر في طور النصف). وثالثتها تقدير عرض ظلِّ الأرض عند موضع عبور القمر فيه وقتَ الخسوف. وانتهى أريستارخوس بنتيجةِ هذه القياسات إلى أن



من كتاب أريستارخوس في حجوم وأبعاد الشمس والقمر .الشكل الأعلى: الفرقان القمري. الشكل الأسفل: رسمٌ تخطيطي للخسوف القمري.



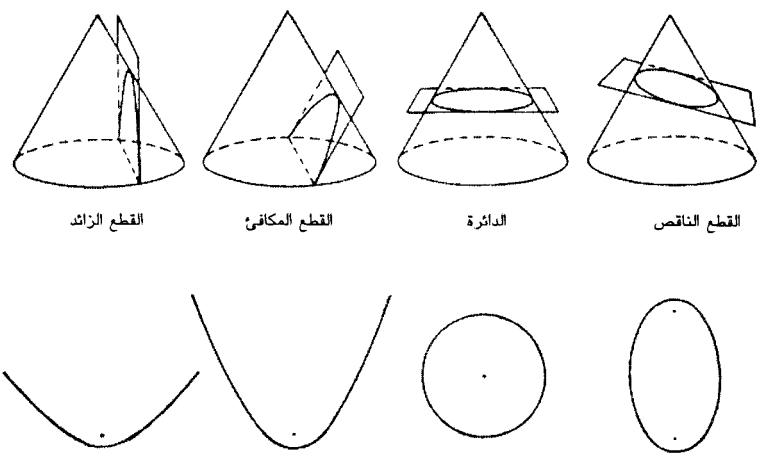
الشمسَ أبعدُ عن الأرض بنحو 19 ضعفًا من بُعد القمر عنها، وأن الشمسَ أكبرُ من الأرض بنحو 63/4 ضعفًا، وأن حجمَ القمر يقارب 1/3 حجم الأرض. ويلاحَظ أن جميع هذه القِيَم أقلُّ من التقديرات الواقعية بكثير، وذلك بسبب بدائية أرصاده وقصور وسائله، ومع ذلك فإن طرائقَه الهندسية كانت سليمةً رصينة.

لم يَقْبلْ نظريةَ أريستارخوس الشمسيةَ المركز من الفلكيِّين القدامى المعروفين غيرُ سلوقس البابلي، الذي عاش في القرن الثاني قبل الميلاد. ومن أسباب عدم قبول النظرية تَعارُضُها مع المعتقَد الديني العام، الذي كان يَعُدُّ الأرضَ ـ ذات الطبيعة المقدَّسة ـ هي المركزَ الثابت للكون. فقد كَتَبَ كلينثيز (من آسوس)، الذي ذاع صيتُه في منتصف القرن الثالث قبل الميلاد، مقالةً شَجَبَ فيها النظريةَ، وقال إن أريستارخوس لم يجعل الأرضَ في فلكٍ حول الشمس فحسب، بل جعلها تدور على محورها أيضًا. ويذكر كلينثيز في تلك المقالة، التي اقتبسَها پلوتارك، أن أريستارخوس يجب أن تُوَجَّه إليه تهمةُ الفسوق "لمحاولته

إفساد سيرورة الكون، بافتراضه أن السماء ساكنة، في حين أن الأرض تدور في فلك البروج، وفي الوقت نفسه تدور حول محورها." [94]

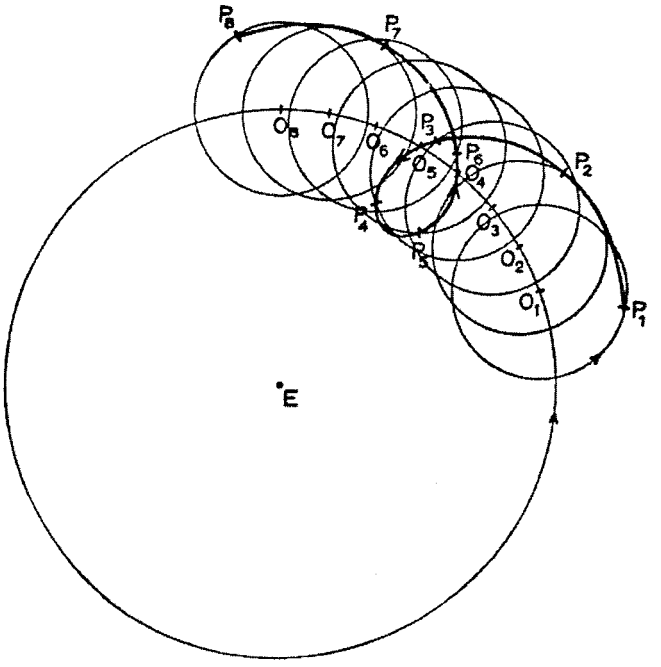
والرياضيُّ الهِلينيُّ الوحيد النظيرُ لأرخميدس هو معاصره الأصغر منه سنًّا أپولونيوس، الذي وُلِدَ نحو عام 262 قبل الميلاد في پيرج على ساحل البحر المتوسط من آسيا الصغرى. أُرسِل وهو فتًى للدراسة في الإسكندرية، حيث لَمَعَ نجمُه في عهدَيْ بطليموس الثالث وبطليموس الرابع فيلوپاتور (حَكَمَ بين عامَيْ 221 و203 ق. م.)، ولقي حظوةً في بلاط أتالوس (الذي حَكَمَ بين 241 و197 ق. م.) ملِك پيرغاموم، الواقعة شمال غرب آسيا الصغرى، التي أصبحت مركزًا للثقافة الإغريقية واشتُهرت بمكتبتها.

وكلُّ ما بقي من أعمال أپولونيوس المهمة رسالتُه في القطوع المخروطية، التي تُعَدُّ أوَّلَ دراسةٍ تحليليةٍ منهجيةٍ شاملةٍ للأنواع الثلاثة من القطوع المخروطية، وهي: القطع الناقص (الذي تمثِّل الدائرةُ حالةً خاصةً منه)، والقطع المكافئ، والقطع الزائد.



القطوع المخروطية.

(94) Plutarch, "Concerning the Face Which Appears in the Orb of the Moon," *Moralia*, vol. 12, p. 923.



نظرية فَلَك التدوير (الدُّحروج) لأپولونيوس؛ استُعمل هذا النموذجُ لتفسير الحركة التراجعية الظاهرية للكوكب P.

ويُنسَب إلى أپولونيوس كذلك صَوْغُ نظرياتٍ رياضيةٍ تفسِّر الحركةَ التراجعيةَ الظاهرية للكواكب. فتفترض إحدى نظرياته كوكبًا يتحرك على محيط دائرةٍ تُعرَف بفَلَك التدوير (الدحروج) epicycle، يطوف مركزها نفسُه على محيط دائرةٍ أخرى أكبر منها تدعى دائرة بطليموس deferent مركزها الأرض. وتفترض نظريةٌ أخرى له كوكبًا طوَّافًا حول محيط دائرةٍ لامركزية eccentric، أي دائرةٍ لا ينطبق مركزُها على الأرض. ودلَّلَ أيضًا على أن نظريَّتَيْ فلك التدوير والدائرة اللامركزية متكافئتان، بحيث يمكن استعمالُ أيٍّ من النموذجَيْن لوصف الحركة الكوكبية التراجعية.

وإلى جانب العلماء النظريِّين العِظام الذين ظهروا في الحقبة الهِلينيَّة، بَرَزَ أيضًا عددٌ من المخترعين الأفذاذ، مِمَّن كان لمنجزاتهم ومؤلَّفاتهم أثرٌ بالغٌ في تطوُّر العلوم التطبيقية.

فقد اشتُهِرَ تيسيبيوس الإسكندري، الذي يُعتقَد أنه كان ذائعَ الصيت في نحو سنة 270 قبل الميلاد، باختراعه للدُّمى والأدوات التي تعمل بالهواء المضغوط. فيُنسَب إليه اختراع مضخَّةٍ دافعة، ومنجنيقٍ حربي، ومُطْفِئةٍ حريق، وساعةٍ مائية، وأرغنٍ هيدرولي، وتمثالٍ يُصْدِر أنغامًا صَنَعَه للإمبراطورة آرسينوي زوجة بطليموس الثاني خِصِّيْصى. وكانت أكثرُ ساعاتِه المائية إتقانًا تلك التي تعلن الوقتَ عند رأس كلِّ ساعة، بتعاقُب أشكالٍ طريفةٍ تَظْهر من قبيل الدُّمى المتحرّكة والطيور الصَّافرة، وهي سالفةُ ساعة الكوكو. ويُذكَر أن جميع مؤلَّفات تيسيبيوس مفقودةٌ اليوم، غير أن فِكراتِه ومختَرعاتِه انبعثت من جديد بفضل جهود اثنين من أبرز أتباعه هما: فيلو البيزنطي، وهيرو الإسكندري.

أما فيلو البيزنطي، فقد سطعَ نجمُه في نحو سنة 250 قبل الميلاد. وتشتمل آثارُه المكتوبة الباقيةُ على ثلاثة تصانيف مهمَّة، تؤلِّف جزءًا من مؤلَّفٍ ضخمٍ في الميكانيك، هي: "في صناعة المجانيق"، و"في النَّفْحِيَّات" pneumatics [علم الخواصّ الميكانيكية للهواء وسائر الغازات]، و"في حصار المدائن والدفاع عنها". يَذْكر فيلو في أوَّل هذه التصانيف أنه ارتحلَ إلى الإسكندرية، حيث وَصَفَ له الناسُ المنجنيقَ ذا النابض البرونزي الذي ابتدعه تيسيبيوس. ويقدِّم في الكتاب الثاني عددًا من العروض يغلب على الظن أنها مستمَدَّةٌ من تيسيبيوس، وتتضمَّن عدَّةَ دُمًى هوائية. أما في الكتاب الثالث، فيتحدَّث عن حصار البلاد ذات الأسوار، وما يستتبع ذلك من استعمال المجانيق وغيرها من أدوات الحرب، إضافةً إلى الخُدَع الحربية ووسائل التضليل من مثل الرسائل السِّرية والتعمية (التشفير) والسُّموم.

وأما هيرو الإسكندري، فقد ذاعَ صيتُه في سنة 62 للميلاد أو نحوها. أطولُ مؤلَّفاته الباقيةِ على الإطلاق مصنَّفُه: النَّفْحِيَّات *Pneumatica*، الذي وَصَفَه أحدُ المؤرِّخين المتأخِّرين بأنه "يكاد يقتصر على تصوير أدواتٍ للخدعة الاستعراضية."[95] ومن تلك الأدوات محرِّكُه البخاريُّ المعروف، الذي يتألَّف من

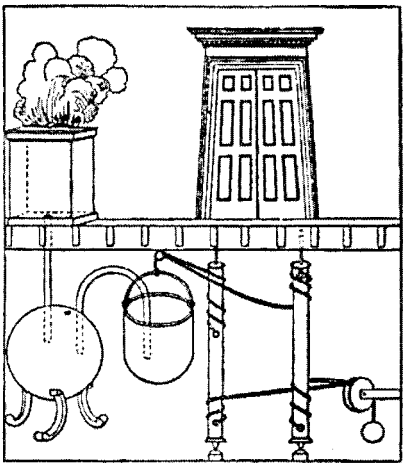
(95) A.G. Drachmann, "Hero of Alexandria," *DSB*, 6, p. 310.

ترتيبةٍ زجاجيَّةٍ بصليَّة الشكل صُمِّمت لتدور بفعل تيَّارَيْن من البخار تنفثهما باتجاهَيْن متعاكسَيْن عند طرفَيْ قطرها. وتتناول الفصولُ الأولى - وهي مستقاةٌ في معظمها من فيلو - تجاربَ ترمي إلى إثبات أن الهواء جسم، وأن بالإمكان توليد خواء (فراغ هوائي)، خلافًا لمبدأ أرسطو. ففي بيانٍ عمليٍّ له يترجَّح أنه استمدَّه من الفيزيائي ستراتون مباشرةً، يكتب هيرو قائلاً: "وهكذا، فلو أنك وضعتَ قارورةً خفيفةً ضيِّقةَ الفوَّهة على فمك، واستنضبتَ ما فيها من هواء، لَلَصِقَت القارورةُ متدلِّيةً على فمك، مستشعرًا الخواءَ وهو يجتذب شفتَيْك نحو داخلها لِمَلءِ الفراغ الحاصل. ومن هذا يتَّضح أن ثمة خواءً متَّصلاً داخل القارورة." (96)

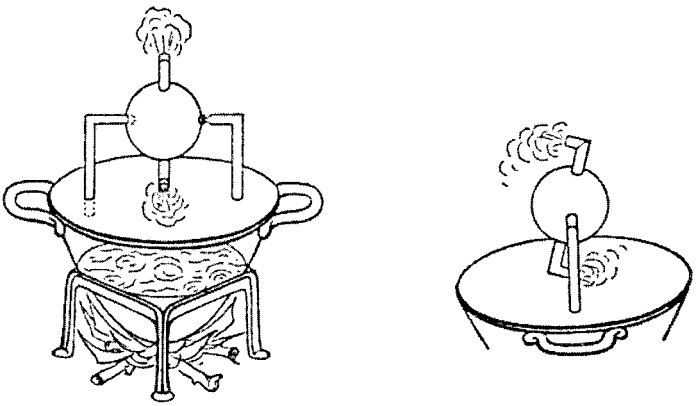
وتناوَلَ هيرو مخترَعاتٍ أخرى في رسالته "في صناعة الأدوات الآلية الحركة"، وعلى الأخص منها "آلات اجتراح المعجزات" *thaumata*، من مثل آلياتٍ لفتح أبواب المعابد وإغلاقها باستعمال ضغط الهواء. ولعلَّ من أبدع الأدوات الآلية استعراضان لمسرح الدُّمى المتحرِّكة، يُظهِر أحدُهما ديونيسوس [إله الخمر عند الإغريق؛ يقابله باخوس عند الرومان] وهو يُريق قربانَ الخمر أمام معبدٍ، وحوله المحتفلون يرقصون ويمرحون على أنغام الأبواق وقرع الطبول، ويمثِّل الآخرُ معركةً بحريةً تدمِّر فيها أثينا [إلاهة الحكمة عند الإغريق] سُفُنَ أجاكس [من أبطال حرب طروادة] بالرعد والبرق. ومما يجدر ذِكرُه أنَّ لـ هيرو إسهاماتٍ أخرى مهمةً في مجال البصريّات والرياضيّات التطبيقية.

وُلِدَ هيپارخوس، أعظمُ علماء الفلك الرَّصدي الأقدمين، في مدينة نِيْقِيَة، إلى الشَّمال الغربي من آسيا الصُّغرى. ويمكن تقديرُ فسحة عُمره فيما بين تاريخَيْ بواكير أرصاده المتَّصلة بالاعتدال الخريفي الحادث بتاريخ 26ـ27 أيلول/سبتمبر 147 ق. م.، وأواخر أرصاده المتعلِّقة بموقع القمر، التي أجراها بتاريخ 7 تموز/يوليو 127 ق. م. وأغلب الظن أنه قضى الشطرَ المتأخِّر من حياته المهنية في

(96) Cohen and Drabkin, *Source Book in Greek Science*, p. 250.



من مخترعات هيرو: الشكل الأعلى: أبواب معبدٍ تُفْتَح بنارٍ تُوقَد على مذابح القرابين. الشكل الأسفل: محرِّك بخاريّ.



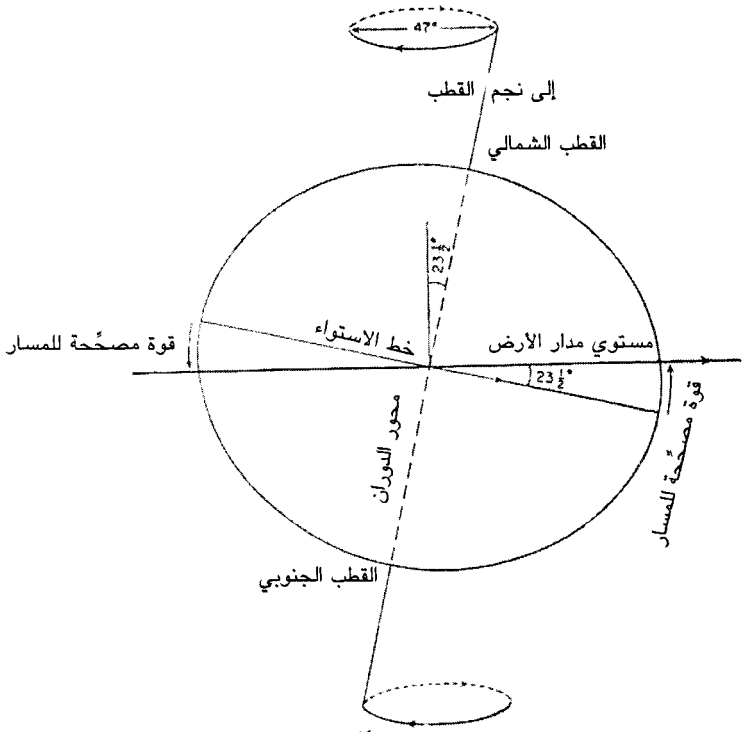
جزيرة رودُس، حيث أجرى أرصادًا فلكيةً ما بين عامَيْ 141 و127 ق. م. وما عُرِف عن حياته ـ وهو قليل ـ نُقِل إلينا عن طريق الجغرافي سترابو، الذي ذَكَرَ أن هيپارخوس قد استَعمل مكتبةَ الإسكندرية واستفاد منها، وكذلك عن طريق الفلكي بطليموس، الذي أشار إلى أرصاده إشاراتٍ عديدة، وكثيرًا ما اقتَبسَ منه اقتباسًا مباشِرًا.

وقد فُقِدت جميعُ آثار هيپارخوس المكتوبة، اللهمَّ إلا أوَّل مؤلَّفٍ له، وهو

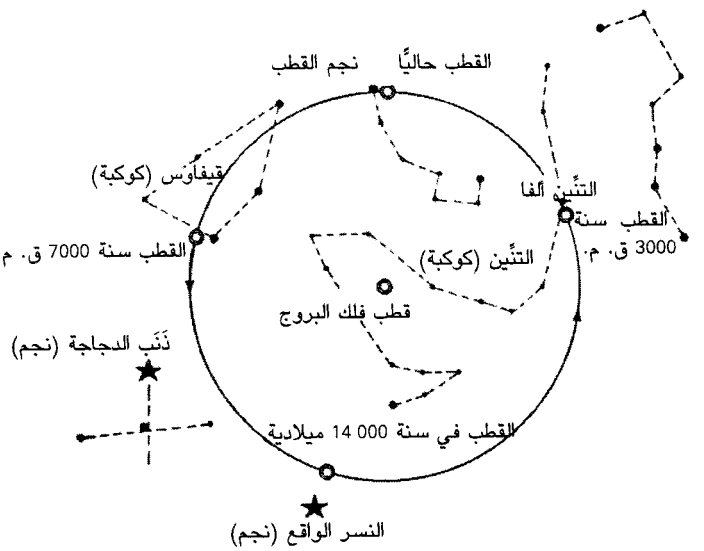
شرحٌ لقصيدةٍ إغريقيةٍ قديمةٍ بعنوان *Phainomena* للشاعر آراتوس السُّولي (نحو 310 ـ نحو 240 ق. م.)، تصف بروجَ السماء. وأسهمَ شرحُ هيپارخوس هذا في إشاعة أسماء النجوم والبروج، حتى إن كثيرًا من تلك الأسماء لَزِمَ الأجرامَ السماوية على الديمومة في عالَمنا الحديث. ويتضمَّن هذا العمل فِهْرِسًا دليلاً لنحو 850 نجمًا، حَدَّدَ هيپارخوس لكلٍّ منها إحداثياتِه السماويةَ، بل وإحداثيات نجمٍ جديدٍ ظهرَ فجأةً عام 134 ق. م. في برج العقرب. واستطاعَ أيضًا تقديرَ درجة السطوع النسبي للنجوم المرئية، بتقسيمها إلى ستة أصنافٍ أو "أقدار" تبعًا لدرجة سطوعها، فرقَّم الأقدار من 1 (لأعلى النجوم سطوعًا) إلى 6 (لأدناها سطوعًا)، علمًا بأن هذا النظام ما يزال مستَعملاً في علم الفلك الحديث.

ومن مؤلَّفاته المفقودة كتابٌ يبحث في قياسات ومسافات الشمس والقمر، تَكشَّفَ فيه هيپارخوس عن تطوُّرٍ كبيرٍ فاقَ أريستارخوس أشواطًا؛ يدلُّ على ذلك أن هذه القياساتِ وغيرَها قد أوردَها بطليموس فيما بعدُ واستعملَها منوِّهًا بفضل سالِفِه.

وترتبط شهرةُ هيپارخوس أيضًا باكتشافه ظاهرةَ مبادرةِ الاعتدالَيْن precession of the equinoxes ـ وهي تباطؤ حركة القطب السماوي في دائرةٍ شبه عموديةٍ على فلك البروج. وتتبدَّى مبادرةُ الأرض في حصول تقدُّمٍ تدريجيٍّ للاعتدال الربيعي على فلك البروج، يؤدِّي إلى تغيُّرٍ مطَّردٍ في خطِّ الطول السماوي للنجوم. وقد وصلَ هيپارخوس إلى هذه النتيجة عن طريق مقارنة فهرسه النجميِّ مع أرصادٍ كان أجراها الفلكيُّ تيموكاريس قبل ذلك بـ 128 سنة، فَخَلَصَ إلى أنَّ خطَّ الطول السماوي للنجم المسمَّى بالسنبلة Spica الواقع في برج العذراء قد تغيَّر بمقدار درجتَيْن في غضون تلك المدة من الزمان، أي بمبادرةٍ سنويةٍ بلغت 45.2 ثانيةً قوسيَّة. ومن ثَمَّ استطاع أن يخرج بتقديرٍ دقيقٍ لطول السنة المدارية [الشمسية]، بقياس الزمن الفاصل بين منقلَبَيْن صيفيَّيْن، أحدهما رَصَدَه أريستارخوس سنة 280 ق. م.، والآخر رَصَدَه هو بنفسِه سنة



مبادرة الاعتداليين. الشكل العلوي: مبادرة ناشئة عن فعل قوَّتَي الشمس والقمر في الانتفاخ الاستوائي للأرض. الشكل السفلي: مسار القطب السماوي الشَّمالي في الكرة السماوية. يرسم القطبُ السماويُّ نصفَ قطر يميل بمقدار 23.5 درجة حول قطب فلك البروج.



135 ق. م. فكانت القيمةُ التي انتهى إليها تُعادل 365.2467 يومًا، وهذا يمثِّل تَحسُّنًا ملحوظًا عن القيمة القديمة وهي 365.25 يومًا، التي لم تُدخِل في الحساب مبادرةَ الاعتدالَيْن. وإذا علمنا أن القيمةَ المقبولةَ في أيامنا لطول السنة المدارية هي 365.242190 يومًا، أدركنا مدى دقَّة حسابات هيپارخوس، وأن نسبة الخطأ فيها لا تتعدَّى جزءًا واحدًا من 10,000.

ولهيپارخوس أيضًا باعٌ في الرياضيّات. ويتمثَّل إنجازُه العظيم في ابتداع علم حساب المثلّثات الكروِيَّة، الذي استعمله في حلِّ مسائلَ فلكيَّة.

يُذكَر ثيودوسيوس الباثيني، المعاصرُ لهيپارخوس والأصغر منه سِنًّا، أكثرَ ما يُذكَر لمصنَّفه *Sphaerica*، وهي رسالةٌ في تطبيق حساب المثلثات الكروية في علم الفلك، تُرجِمت إلى العربية ثم إلى اللاتينية، وبقيت قيد الاستعمال حتى القرن السابع عشر.

بعد وفاة بطليموس الثاني عشر في سنة 51 قبل الميلاد، وَرِثَتِ العرشَ ابنَتُه الكبرى كليوپاترا السابعة، وفَرضَ أخوها الأصغرُ بطليموس الثالث عشر نفسَه شريكًا لها في المُلك. فاشتعلت بينهما نارُ حربٍ أهليةٍ أدَّت إلى أَسْرِهما معًا على يد يوليوس قيصر سنة 48 ق. م.، بعد انتصاره على پومپي [في معركة فرسالوس]، الذي ما لبث أن اغتيل في مصر. هُوجِمَ جيشُ قيصر الصغيرُ بجيشٍ مصريٍّ أكبر منه بكثير، واندلعَ في أثناء الحرب حريقٌ أتى على كثيرٍ من المباني في منطقة المرفأ بالإسكندرية، وربما أتلفت ألسنةُ النار جزءًا من مكتبتها. وبعد سبع سنين قطعَ مارك أنطوني لكليوپاترا وعدًا بالتعويض عن الخسائر التي لحقت بالمكتبة، وأتْبَعَ قولَه فعلَه بإهدائها نحوًا من 200,000 مصنَّفٍ من مقتنيات مكتبة پيرغاموم. والظاهر أن مكتبة الإسكندرية نَجَت من الحريق، بدليل تكرُّر ذِكْرها مراتٍ ومرات في إبَّان الحقبة الإمبراطورية الرومانية.

حانت نهايةُ دولة البطالمة في سنة 30 قبل الميلاد بانتحار كليوپاترا في الإسكندرية بعد هزيمتها وأنطوني على يد أوكتايان في معركة أَكْتِيوم. انتقلت الإسكندريةُ بعدها لتكون تحت حُكم روما، التي بدأ يبزغ عهدُ إمبراطوريتها مع

تولِّي أوكتايان مقاليدَ الحكم تحت اسم أوغسطوس [قيصر]، ليكون أوَّلَ أباطرة الرومان عام 27 قبل الميلاد.

امتدَّت حياةُ الجغرافيِّ الإغريقيِّ سترابو (63 ق. م. - نحو 25 م.) من أواخر عهد البطالمة مستغرقًا نصفَ القرن الأول من عهد الإمبراطورية الرومانية. وُلِدَ في أماسيا بإقليم پونتوس على البحر الأسود. وبدأ يتلقَّى علومَه وهو فتًى في نيسا بآسيا الصغرى، ثم في الإسكندرية، وبعد ذلك في روما. أنفق شطرًا كبيرًا من حياته في الإسكندرية، حيث يرجَّح أنه درسَ أعمالَ إيراتوستينيز وغيره من الجغرافيين الإغريق، الذين أشار إليهم في كتاباته. وإذ فُقِدَ أولُ كتابٍ له، وهو كتابٌ في التاريخ، فقد بقي - لحسن الحظ - كتابُه المهمُّ في الجغرافيا *Geography*، الذي يستغرق سبعةَ عشرَ جزءًا.

نَسَجَ سترابو على منوال إيراتوستينيز في الجغرافيا، لكنه أضافَ توصيفاتٍ موسوعيةً "لأشياء على اليابسة وفي البحر، ولحيواناتٍ ونباتاتٍ وفاكهةٍ وما سوى ذلك مِمَّا يُرى في الأمصار."[97] وزَعَمَ أن نهايةَ الحدود الشَّمالية للعالَم المأهول هو إيرلندا، التي أطلقَ عليها اسم Ierne، ووصَفَها بأنها "مأوى أناسٍ غلاظٍ جُفاةٍ من الهمج الذين يعيشون حياةً بائسةً بسبب البرد الشديد."[98] ويوالي وصفَه قائلاً: "وسكانُها أكثر همجيَّةً من البريطونيِّين Britons؛ إنهم من أكَلة البشر والشجر، بل إنَّ من مفاخرهم أنهم يلتهمون آباءَهم جِيَفًا غِبَّ موتهم، ويذهبون بعيدًا في المجاهرة بمعاصيهم، والفجور حتى بمحارمهم من النساء."[99]

وكان مِمَّن وَفَدوا أيضًا للدراسة في الإسكندرية ديسقوريدس پيدانيوس (ازدهرَ ذِكْره بين عامي 50 و70 للميلاد) من أنازاربوس، جنوب شرق آسيا الصغرى. وقد أصبح فيما بعدُ طبيبًا في الجيش الروماني في إبان عهدَيْ كلوديوس (حَكَمَ بين 41 و54 للميلاد) ونيرون (حَكَمَ بين 54 و68 م.). ويُعَدُّ

(97) Strabo, *Geography*, vol. 1, p. 3.
(98) Strabo, *Geography*, vol. 1, p. 443.
(99) Strabo, *Geography*, vol. 2, p. 259.

ديسقوريدس مؤسِّسَ علم الأدوية، واشتُهِر على وجه الخصوص بكتابه *De Materia Medica* (المواد الطبِّية)، الذي يتضمَّن وصفًا علميًّا منهجيًّا لنحو ستِّمئةٍ من النباتات الطبِّية، وزهاء ألفٍ من العقاقير.

أما نيكوماخوس الغيراسي (سطع نجمُه في نحو سنة 100 ميلادية)، فقد اشتُهِر بمصنَّفه "مقدمة في علم الحساب"، وهو كتاب ابتدائي يتناول من جوانب الرياضيّات ما يلزم لفهم الفلسفة الفيثاغورية والأفلاطونية. على أنه حافلٌ بالأخطاء ومَواطن الضعف، ومع ذلك فقد استمرَّ تأثيرُه حتى القرن السادس عشر، طارت بسببه لنيكوماخوس شهرةٌ عريضةٌ في مضمار الرياضيّات لا يستحقُّها.

وقد أوفى علمُ الفلك الإغريقيُّ القديمُ على غايته بظهور بطليموس (Claudius Ptolemaeus باللاتينية) (نحو 100 ـ نحو 170). وكلُّ ما يُعرَف عن حياته أنه ازدهرَ وذاعَ صيتُه في الإسكندرية في عهدَي الإمبراطور هادريان (حَكَمَ بين 117 و138 م.) والإمبراطور أنطونيوس پيوس (حَكَمَ بين 138 و161 م.) المتعاقبَيْن. أهمُّ مؤلَّفاته وأبعدُها أثرًا كتابُه التركيب الرياضي، المشهور باسمه العربي المجسْطِيْ *Almagest* [وردَ هذا الاسم في كشف الظنون والمعجم المدرسي بكسر الميم والجيم، وفي المورد الأكبر بفتح الميم وكسر الجيم، وفي المعجم الوسيط بكسر الميم وفتح الجيم. وفي جميعها بتخفيف الياء]، الذي يُعَدُّ أوسعَ عملٍ في الهندسة والفلك مما بقي من آثار الأقدمين. ألَّفه بطليموس باللغة اليونانية نحو سنة 140 ميلادية، وتُرجمَ إلى العربية في عهد المأمون، وكان يُعَدُّ حجَّةً في بابه يومَ أُلِّفَ ويومَ تُرجِم.

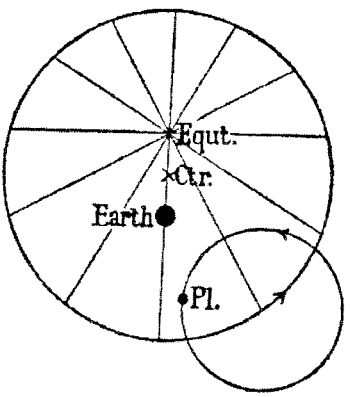
عُرِضَت الموضوعاتُ في المجسطي بترتيبٍ منطقيٍّ في ثلاثة عشر كتابًا. يبدأ الكتابُ الأول ببحثٍ عامٍّ في الفلك، وإبداء رؤية بطليموس في أن الأرض ثابتةٌ "وسطَ السماوات."[100] وتتناول بقيةُ الكتاب الأول وكاملُ الكتاب الثاني موضوعَ تطوُّر حساب المثلثات الكروية اللازم لدراسة مجمل العمل. ويعالج الكتابُ الثالثُ حركةَ الشمس، والرابع حركةَ القمر، التي تُعرَض في الكتاب

(100) Ptolemy's, *Almagest*, p. 41.

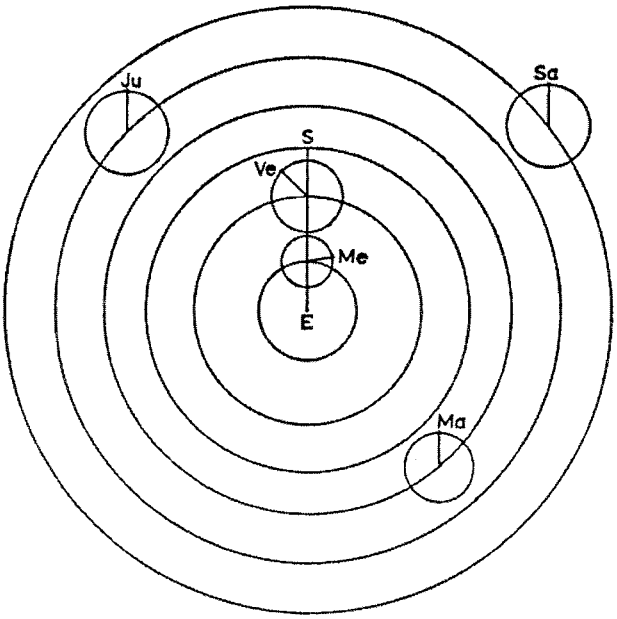
الخامس بصورةٍ أكثر توسُّعًا وأعلى مستوًى، إضافةً إلى ظاهرة اختلاف المنظر القمري. ويُعنَى الكتابُ السادسُ بدراسة ظاهرتَي الكسوف والخسوف، في حين يَستغرق الكتابان السابع والثامن دراسةَ النجوم الثابتة. وتَستقصي بقيةُ الكتب (التاسع حتى الثالث عشر) موضوع الكواكب.

اعتَمدَ بطليموس في حساباته المثلثية، وكذلك في فهرسه النجمي، على أعمال هيپارخوس، في حين استوحى نظريتَه المتَّصلة بأفلاك التدوير والدوائر المتخالفة المراكز من أپولونيوس. وتَمثَّل التعديلُ الأساسيُّ الذي أدخلَه في أنه جعلَ مركزَ فلك التدوير يتحرَّك حركةً منتظمةً بالنسبة إلى نقطة، تسمى نقطة التعادل equant، تَنْزاح عن مركز الدائرة. وقد كانت هذه التركيبةُ مثارَ جدلٍ وخلافٍ فيما بعد.

تشتمل أعمالُ بطليموس الباقيةُ أيضًا على رسائلَ أخرى في الفلك مثل: "الجداول القريبة"، و"الفرضيات الكوكبيَّة"، و"أطوار النجوم الثابتة"، و"مخطَّط مَيْل الشمس"، و"خريطة الكرة السماوية" (الپلانيسفيريوم)؛ ومصنَّف في التنجيم يدعى *Tetrabiblos*؛ إلى جانب رسائل في علم البصريّات والجغرافيا والهارمونيكا، وهذه الأخيرة تبحث في النظرية الموسيقية.



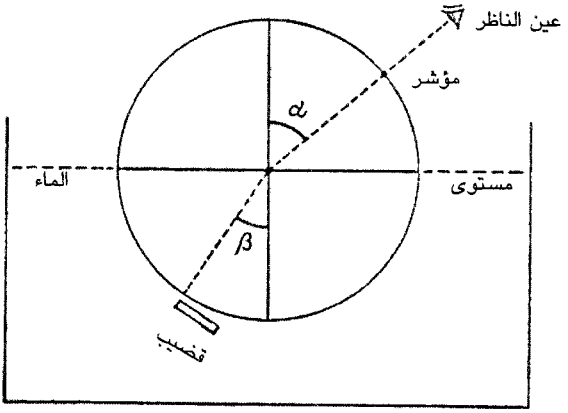
مفهوم بطليموس لنقطة التعادل. يتحرَّك الكوكب (Pl.) على فلك تدويرٍ يَرسُم مركزُه دائرةً لامركزية، أي دائرةً يقع مركزُها (Ctr.) خارج الأرض. يتحرَّك مركزُ فلك التدوير حركةً منتظمةً بالنسبة إلى نقطة التعادل (Equt.). تقع نقطةُ التعادل والأرضُ على مسافتين متساويتين من مركز الدائرة الخارجية المركز، على طرفَي قطر دائرةٍ مفترَضة.



صيغة مبسَّطة لنموذج بطليموس الكوكبيّ (بإهمال اختلاف المركز ونقاط التعادل، وبعدم التقيُّد بمقياس رسم محدَّد)، يُظهِر العلاقة بين الكواكب والشمس في نظام بطليموس. لاحِظْ أن مركزَيْ فلك التدوير لكوكبَيْ عطارد (Me) والزُّهَرة (Ve) يقعان على المستقيم الذي يصل الأرض E بالشمس S. أما في الكواكب الخارجية ـ المرِّيخ (Ma) والمشتري (Ju) وزُحَل (Sa) ـ فيبقى المستقيمُ الواصلُ بين الكوكب ومركز فلك تدويره موازيًا للمستقيم ES.

يُعَدُّ كتابُ بطليموس *Tetrabiblos* المؤلَّف اليونانيَّ الكلاسيكيَّ في التنجيم، علمِ التنبُّؤ الفلكي الزائف، القائم على الاعتقاد بأن للأجرام السماوية أثرًا في حياة الإنسان وفي سائر الشؤون الدنيوية. وكان بطليموس نفسُه متشكِّكًا في بعض المعتقدات المتعلِّقة بالتنجيم، كما يتَّضِح مما أورده في الجزء الثالث من كتابه المذكور بقوله: "يجدر بنا أن نَنْبِذَ ذاك الهراءَ الذي يعتقد به الكثيرون، والذي يَفتقر إلى أيِّ مصداقيَّة، وأن نلتفت إلى المسبِّبات الطبيعية المباشِرة."[101]

(101) Lloyd, *GSAA*, pp. 130-131.



دراسة بطليموس التجريبية لظاهرة الانكسار، حيث α زاوية الورود وβ زاوية الانكسار.

ويَعرض بطليموس في كتابه البصريّات بحوثَه المتَّصلةَ بالضوء، فيعطي الصيغةَ الصحيحةَ لقانون انعكاس الضوء، الذي عَرَفَه أُقليدس من قَبْل، والذي ينصُّ على أن الأشعةَ الواردةَ والمنعكسةَ تصنع الزاويةَ نفسَها مع ناظم السطح، وهو المستقيم العمود على المرآة عند نقطة الورود. وقد قادته تجاربُه إلى إيجاد علاقةٍ تجريبيةٍ لقانون انكسار الضوء لدى انتقاله من وسطٍ إلى آخر؛ فإذا انتقلَ الضوء عبر وسطٍ كثيفٍ، كانتقاله مثلاً من الهواء إلى الماء أو الزجاج، صَنَعَ الشعاعُ المنكسرُ مع ناظم السطح زاويةً أصغرَ من الزاوية التي يصنعها الشعاعُ الوارد مع هذا الناظم. ثم إنه استَعملَ هذه القوانين لتحديد مواقع وحجوم وأشكال الصُّوَر الناشئة عن الانعكاس والانكسار.

وتُعَدُّ رسالةُ "الجغرافيا" لبطليموس أشملَ مؤلَّفٍ في بابه من مؤلَّفات العالَم القديم الباقية. لكنَّ من مواطن الخلل فيه أن القيمةَ التي قدَّرها محيطًا للأرض أصغرُ من الواقع بعامل الثلث. ولعلَّ أبْيَنَ خطأٍ في خريطته للعالَم المأهول أنه جعلَ كتلةَ اليابسة الأوراسيَّة ممتدَّةً على مدى 180 درجة على خط الطول بدلاً من 120 درجة. ومع ذلك فقد كانت رسالةُ بطليموس تلك أفضلَ الأعمال الجغرافية على الإطلاق عبر العصور القديمة كلِّها.

أما جالينوس (130ـ بعد 204 ميلادية)، أشهرُ أعلام الطبِّ قديمًا، فكان معاصرًا لبطليموس وأصغرَ منه سِنًّا؛ وُلِدَ في پيرغاموم ودَرَسَ فيها وفي سْمِيرنا [إزمير التركية اليوم] وكورِنْث [اليونانية] والإسكندرية [المصرية]. قضى مدةَ دُربته الطبِّية في مزار أسكليپيوس للاستشفاء في پيرغاموم، حيث أكسَبَه عملُه هناك في معالجة جرحى المُجالِدين gladiators [المُجالِد: عبدٌ أو أسيرٌ أو مجرمٌ مسلَّحٌ بسيفٍ أو نحوه يقاتِل حتى الموت أحيانًا في حفلةٍ عامة أو في ساحةٍ خاصة تدعى المُجْتَلَد لإمتاع الناس في روما وغيرها من المدن الرومانية القديمة] معرفةً واسعةً لا تضارَع في ميادين التشريح ووظائف الأعضاء وعلم الأعصاب. ارتحلَ في عام 161 إلى روما، حيث قضى بقيةَ حياته جُلَّها طبيبًا في خدمة الأباطرة: ماركوس أوريليوس (حَكَمَ ما بين 161 و180 م.) وليوسيوس يروس (حَكَمَ بالمشاركة بين عامَيْ 161 و169 م.) وكومودوس (حَكَمَ ما بين 180 و192 م.).

ما برحت مؤلَّفاتُ جالينوس، التي تُرجمت إلى العربية ثم إلى اللاتينية، أساسًا في تفسير وفهم التركيب التشريحي لجسم الإنسان ووظائف أعضائه حتى القرن السابع عشر، حتى لقد أكسَبَه ذلك لقبَ "أمير الأطباء". ومن مطاوي كتاباته الطبِّية تُستشَفُّ أيضًا نزعتُه الفلسفية، وهذا واضحٌ من عنوان إحدى رسائله: "لا غرو أن أفضل الأطباء فيلسوفٌ أيضًا". وكان حقًّا كذلك؛ فقد شرحَ أعمالَ أفلاطون وأرسطو وأبيقور وغيرهم. وتتَّضح نزعتُه هذه كذلك في رسالته: في الدليل العلمي، ومقدمة في المنطق. وإضافةً إلى ما تقدَّم، فإنَّ له في علم النفس كتاباتٍ ورؤًى، منها تفسيرٌ تَخيُّلِيٌّ للأحلام، متقدِّمًا على فرويد بسبعة عشر قرنًا. ومن الأمراض النفسية التي أوردها لوعةُ الحب، التي اعتقَدَ أنها مبعثُ الأرَق عند المُحِبِّين، ويقول: "إن في تسارُع وَجِيْب القلب عند ذِكْر اسم الحبيب ما يشهد على ذلك."[102]

ويمثِّل ديوفانتوس الإسكندري (ازدهر في نحو سنة 250 ميلادية) آخرَ

(102) Thorndike, *HMES*, vol. 1, pp. 144-145.

العظماء من أعلام الرياضيّات في العصور القديمة؛ إذ كان إسهامُه في علم الجبر ونظريةِ الأعداد كإسهام أُقليدس في الهندسة. لا يُعْرَف عن حياته سوى النَّزر اليسير فوق الحقائق المجرَّدة التي تضمَّنها لغزٌ في الجبر عنه، وَرَدَ في كتابٍ بعنوان مختاراتٌ يونانية، يرقى إلى القرن الخامس أو السادس للميلاد: "أنعمَ عليه ربُّه بأن يبقى شابًّا حتى القاسم السادس من عمره، ثم أضافَ إلى ذلك قاسمًا ثاني عشر، فكَسَى خَدَّيْه بشعرٍ ناعم؛ أضاءَ له نورَ الزواج فهيَّأ له أسبابَه بعد قاسمٍ سابع. وبعد خمس سنوات وَهَبَه ولدًا. يا لَهْفِي على ذلك المولود البائس المتأخِّر القدوم، الذي ما إن بَلَغَ نصفَ عُمر أبيه حتى اختَرَمَه الموتُ بالبُرَداء (الملاريا). لم يَكدِ الوالدُ يثوب من مصابه متعلِّلاً بهذا العِلم من الأعداد مدةَ أربع سنوات حتى وافاه الأجل." [103]

ولو سلَّمْنا بصحَّة معلومات سيرته التي وردت في هذا اللُّغز، لكان ديوفانتوس قد عاش حتى بَلَغَ الرابعة والثمانين. أهمُّ مؤلَّفاته رسالتُه علم الحساب *Arithmetica*، التي تقع في ثلاثةَ عشر كتابًا لم يبقَ من أصولها سوى ستة كُتُب. تُرجِم هذا العملُ إلى اللاتينية سنة 1621؛ وبعد ذلك بستِّ سنوات وَجَدَ عالِمُ الرياضيّات الفرنسي پيير فيرما [1601 ـ 1665] في نفسه باعثًا لابتكار النظرية الحديثة للأعداد، فعكَفَ على اختبار حلِّ ديوفانتوس لمسألة تقسيم الشكل المربَّع إلى مجموع مربَّعَيْن، وهي نظريةٌ فيثاغورية، ودوَّنَ ملاحظةً على هامش نسخته الشخصية من رسالة ديوفانتوس يقول فيها: "من المستحيل تقسيمُ مكعَّبٍ إلى مكعَّبَيْن اَخرَيْن، أو قوةٍ رياضيةٍ مرفوعةٍ إلى الأسِّ 4، أو ـ على وجه العموم ـ أيِّ عددٍ يمثِّل قوةً أعلى من القوة الثانية، إلى قوَّتَيْن من الفئة نفسِها." [104] ثم ذَكَرَ أنه كان قد اكتَشَفَ إثباتًا معتبَرًا "لا يتَّسع هذا الهامشُ لإيراده." [105] غير أنه لم يَفْصِلْ فيما أُطلق عليه بَعْدُ "مبرهَنةَ فيرما الأخيرة"، تلك التي تصدَّى لحلِّها إلى عهدٍ قريب (عام 1995) أندرو وايلز، الرياضيُّ

(103) Cohen and Drabkin, *Source Book in Greek Science*, p. 27.

(104) Heath, *Diophantus of Alexandria*, pp. 145-146.

(105) Boyer, *A History of Mathematics*, p. 354.

البريطاني الذي يعمل في جامعة پرنستون، ونَجَحَ في ذلك. وبذلك تنعقد الحلقةُ الأخيرةُ في سلسلةٍ طويلةٍ من مراحل التطوُّر الرياضي الذي بدأ في الإسكندرية القديمة. تجدر الإشارةُ إلى أن إسهام ديوفانتوس ما زال جزءًا مهمًّا من الرياضيّات الحديثة، يُدْرَسُ اليوم تحت عنوان "التحليل الديوفانتي".

لَمَعَ نجمُ پاپوس الإسكندري في النصف الأول من القرن الرابع الميلادي، لإنجازاته في ميادين الرياضيّات والفلك والموسيقا والجغرافيا؛ فرسالتُه المجموع *Synoguogue* مصدرٌ نفيسٌ من المعلومات الخاصة بإسهامات عددٍ كبيرٍ من سالفيه من الحقبة الهلينيَّة، ولا سيّما أُقليدس وأرخميدس وأپولونيوس وبطليموس. تأثَّر بإنجازاته في الرياضيّات كلٌّ من ديكارت ونيوتن، علمًا بأن أحد مكتشفاته ـ ويُعْرَف اليوم بمبرهنة پاپوس ـ ما زال يُدَرَّس في مساقات حساب التفاضل والتكامل الأولى. وفي أحد مؤلَّفاته الرياضية نَظَرَ إلى الرياضيّات في الطبيعة، فرأى أن "النحل يدرِك... بفطرةٍ خاصةٍ لديه... أن المضلَّع السداسيَّ أكبرُ من المربع والمثلث، ومن ثَمَّ فمخزونُه من العسل أوفر، في مقابل صرف القدر نفسه من المادة."[106]

ومما يُذْكَر أنه عُثِر، ضمن مجموعة دراساته في الخيمياء، على قَسَمٍ مدوَّنٍ بإمضاء "پاپوس، فيلسوف"، نُسِبَ إلى پاپوس الإسكندري. وإذا صحَّت النسبة، كان ذلك القَسَمُ حريًّا بأن يلقي ضوءًا على توجُّهاته الدينية، التي قد تبدو مزيجًا من المعتقدات المسيحية والفيثاغورية والخيميائية والتنجيمية. وهذا نصُّ القَسَم: "وبناءً عليه أُقْسِمُ لكم، أيًّا ما كنتم، اليمينَ المقدَّسة؛ فأشهد أنَّ الإله واحدٌ صورةً لا عددًا، وأنه خالقُ السماوات والأرض والعناصر الأربعة وكلِّ ما يتشكَّل منها، وأنَّه إلى ذلك هو مَنْ أبدَعَ أرواحَنا وآلَفَها أجسادَنا."[107]

وقد تكشَّفت العلومُ الزائفةُ، كالخيمياء والتنجيم، في الحقبة الهلينيَّة عن صِلَةٍ وثيقةٍ لها بالسِّحر، تمثَّلت في تأثيرٍ خفيٍّ انتقل بمرور الزمن إلى الإسلام وإلى أوروبا الوسيطية. ويمكن الوقوف على جزءٍ كبيرٍ من المأثورات التراثية

(106) Boyer, *A History of Mathematics*, p. 199.

(107) Ivor Bulmer-Thomas, *"Pappus of Alexandria," DSB*, 10, p. 301.

الناشئة عن ذلك فيما يسمَّى Corpus Hermeticum (مجموع هيرميز)، وهي مجموعة مصنَّفاتٍ في الخيمياء والتنجيم والسِّحر، استعارت اسمَها من الشخصية الأسطورية هيرميز المثلَّث العظَمَة Hermes the Thrice-Greatest، المجسِّدة للإله هيرميز (عند الإغريق)، والإله توت (عند المصريين). ولئن زعموا أن تلك المؤلَّفات تعود إلى أصولٍ مصرية قديمة، فقد بات معلومًا اليوم أنها ترقى في معظمها إلى القرن الثاني الميلادي أو نحوه. ووردَ أولُ وصفٍ كاملٍ لها في كتابٍ بعنوان *Stromata*، يقول صاحبُه كليمَنْت الإسكندري (نحو 150 ـ نحو 220 م.) إن أربعة كتبٍ فقط من المجموع، الذي يقع في اثنين وأربعين كتابًا، تتناول موضوع التنجيم، في حين يبحث سائرُها في الدِّين والفلسفة والطبّ، مع احتوائها على مخايل من العلوم الباطنة، كما قد يلاحَظ من إحدى الشذرات التي تقول: "إن الفلسفة والسِّحر يُحْيِيان القلب."[108]

بقيت المكتبةُ في السيراپيوم قائمةً حتى أواخر القرن الرابع تقريبًا. وفي هذا الوقت كان المتحف قد زال أو كاد؛ فقد أصدر الإمبراطور ثيودوسيوس سنة 391 أمرًا بهدم جميع المعابد الوثنية في طول الإمبراطورية وعرضها. واستغلَّ ثيوفيلوس، أُسقفُ الإسكندرية، هذه الفرصةَ ليتزعَّمَ أتباعَه من المتعصِّبين في هدم السيراپيوم، بما فيه المكتبة.

ولعلَّ آخرَ وصفٍ معاصِرٍ لمكتبة الإسكندرية صَدَرَ عن إيليوس فيستوس أفثونيوس، فيما كَتَبَه عنها في وقتٍ ما بعد سنة 391، مشيدًا بدورها في جعل مدينة الإسكندرية مركزًا للثقافة اليونانية. يقول: "في الجانب الداخل من الرِّواق المعمَّد بُنِيَتْ قاعات، استُعمل بعضُها لحفظ الكتب وللمطالعة، وكانت متاحةً لاستعمال مَنْ وَقَفوا حياتَهم لغرض التعلُّم. ولا جَرَمَ أنَّ تلك القاعات الدرسيَّة هي التي أعلت من مكانة المدينة فتبوَّأت مركزَ الصدارة بين المدن في ميدان الفلسفة. وثمة قاعاتٌ أخرى أُنشئت لأغراضٍ دينيةٍ تتَّصل بعبادة الآلهة القديمة."[109]

(108) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 290.

(109) Mostafa El-Abbadi, "The Alexandria Library in History," in Hirst and Silk, *ARI*, pp. 173-174.

أما آخرُ العلماء الذين عُرِفَ أنهم عملوا في المتحف والمكتبة فهو ثيون الإسكندري، الذي دَوَّنَ في النصف الثاني من القرن الرابع شروحًا وتعليقاتٍ على كتابَيْ أُقليدس: الأصول والبصريات، وكذلك على كتابَيْ بطليموس: المجسطي والجداول القريبة. على أن ثمة مقطعًا من شروح ثيون على الجداول القريبة كان من شأنه أن يفضي إلى تطوُّرٍ حاسمٍ في علم الفلك العربي؛ ذلك أنه ذَكَرَ في ذلك المقطع أن "مجموعةً بعينها من قدامى المنجِّمين"[110] اعتقدوا أن نقطتَي التقاطع [بين خط الاستواء السماوي وفلك البروج] في الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي تتأرجحان جيئةً وذهابًا على امتداد فلك البروج، ضمن زاويةٍ مقدارها 8 درجات، وعلى مدى زمنٍ يبلغ 640 سنة. وقد عادَ هذا الاعتقادُ الخاطئ لينشط من جديد من خلال "نظرية التذبذب" trepidation theory التي أطلقها الفلكيون العرب، وبقيت سائدةً بأشكالٍ وصورٍ شتَّى حتى القرن السادس عشر، عندما تولَّى كوپرنيكوس النظرَ فيها.

كان لـ ثيون ابنةٌ اسمها هاپياشيا (نحو 370 ـ 415 م.)، تُعِدُّ أولَ امرأةٍ تظهر على مسرح تاريخ العلوم. عملت أستاذةً في الفلسفة والرياضيّات، وفي سنة 400 أو نحوها أصبحت مديرةَ المدرسة الأفلاطونية في الإسكندرية. من إسهاماتها قيامُها بتهذيب الكتاب الثالث من شروح أبيها على كتاب المجسطي لبطليموس، وتدوينُها ملاحظاتٍ وشروحًا على أعمال أپولونيوس وديوفانتوس، هي اليوم في حكم المفقودة. لكنَّ محاضراتها في الفلسفة الوثنية أثارت حفيظة القدِّيس سيريل، أُسقف الإسكندرية، فراحَ يحرِّض المتعصِّبين من المسيحيِّين على إثارة أعمال شغبٍ وفتنة قُتِلت هاپياشيا في لُجَّتها.

أما آخر مَن اضطلَعَ بإدارة المدرسة الأفلاطونية في الإسكندرية فهو أمونيوس، اعتبارًا من سنة 485 وحتى تاريخ وفاته 517 ـ 526 على وجه التقريب. بَرَعَ فيلسوفًا وفلكيًّا ورياضيًّا، واشتُهر بشروحه وتعليقاته على أعمال أرسطو. استطاع أن يبقى على صلةٍ طيِّبةٍ مع السلطات المسيحية في

(110) Carmody, *The Astronomical Works of Thabit Ibn Qurra*, pp. 45-46.

الإسكندرية، مع أنه كان وثنيًّا هو وبعض أعضاء هيئة الإدارة. يُذكَر أن أحدَ اثنين من ألمع طلابه، الفيلسوف جون فيلوپونوس، الذي خَلَفَه في إدارة المدرسة، كان مسيحيًّا، ربما منذ ولادته. أما ثاني الاثنين من طلابه، سيمپليسيوس، المعروف أيضًا بشروحه على أعمال أرسطو، فقد أقام فيما يظهر على وثنيَّته.

ومن تلامذة أمونيوس أيضًا يوتوسيوس الأسكالوني (وُلِدَ في نحو سنة 480)، الذي أهدى شروحَه ومدوَّناتِه على الكتاب الأول لأرخميدس في الكرة والأسطوانة إلى أستاذه، ثم دوَّن فيما بعدُ ملاحظاتٍ وشروحًا على كتابَيْن آخرَيْن لأرخميدس هما: "في قياس الدائرة" و"في توازن السطوح"، وكذلك على الكتب الأربعة الأولى من القطوع المخروطية لأپولونيوس. وكان لملاحظاته دورٌ فاعلٌ في استمرار بقاء تلك الكتب في قيد الاستعمال.

كان أمونيوس آخرَ فلاسفة الإسكندرية الوثنيِّين؛ إذ سادت المسيحيةُ في ذلك الوقت على الآلهة القديمة التي كانت تُعبَد في السيراپيوم، وعلى الفلاسفة الإغريق التي كانت أعمالُهم تُدْرَس في متحف الإسكندرية ومكتبتها. وفي هذا السياق كَتَبَ تِرْتَلْيان [القرطاجي] قبل ذلك بقرنين، يهاجم الفلسفةَ الوثنيةَ ويرفض البحثَ عن الوحي أو الإلهام للوصول إلى اليقين:

> ماذا عساها أثينا أن تفعل إذن ببيت المقدس، والأكاديمية مع الكنيسة، والوثني مع المسيحي؟ إنَّ تعاليمنا تَصْدُر عن رواق سليمان الحكيم، الذي أرشدنا بنفسه إلى أنَّ الربَّ إنما يُلتَمَس في طيبة قلب المرء.... لا حاجة لنا إلى السعي وراء يسوع المسيح، ولا إلى البحث عن تعاليمه؛ فنحن عندما نؤمن فحسبنا إيمانُنا[111].

هذا وقد تولَّت ثلَّةٌ من علماء الآثار الإيطاليين، في تسعينيات القرن الماضي، عمليةَ الكشف عن أنقاض مكتبة الإسكندرية القديمة واستخراجها. وفي

(111) Lloyd, *GSAA*, p. 168.

ذلك الوقت كان قد انطلقَ مشروعٌ آخر، برعاية منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة UNESCO لإعادة إنشاء المكتبة القديمة على مقربةٍ من موقعها الأصلي. وقد تمخَّض المشروع عن مكتبةٍ جديدةٍ سُمِّيت مكتبة الإسكندرية، جرى افتتاحها رسميًّا بتاريخ 16 آب/أغسطس 2002، وتضمُّ مقتنياتُها جميعَ الأعمال والمؤلَّفات التي ما زالت باقيةً لأولئك العلماء الذين كانت لهم صلةٌ بالمكتبة البطليموسية، من أمثال أُقليدس وأرخميدس. ولا شكَّ في أنَّ بعضَ تلك المؤلَّفات ترجماتٌ عربيةٌ ولاتينيةٌ وسيطية، انتقلت إلى أوروبا الغربية، لتكون بمنْزلة حلقاتٍ تربط الفِكْرَ العلميَّ للعالَمَيْن: القديم والحديث.

من أثينا إلى روما والقسطنطينية وجنديسابور

لم تزدهر الفلسفةُ والعلومُ في روما قطُّ كازدهارها في أثينا والإسكندرية. ومع ذلك، فقد كان ثمة من فلاسفة الحقبة الرومانية وعلمائها مَنْ كان لهم أثرٌ بعيدٌ في التطوُّر الفكري لأوروبا في العصور الوسطى.

وبحلول منتصف القرن الثاني قبل الميلاد، كانت روما قد بَسَطَت سلطانَها على معظم العالَم الناطق باللغة اليونانية، ثم استولت الجيوشُ الرومانيةُ على ما بقيَ منه في القرن الذي تلا. وفي الوقت نفسه كانت روما تتمثَّل الثقافةَ الإغريقية، كما يدلُّ على ذلك تطوُّر الأدب الروماني المعتمِد على النماذج الهلينيَّة.

تسارعت حركة التبادل الثقافي هذه بعد سنة 155 قبل الميلاد، عندما وصلَ إلى روما وفدٌ من المبعوثين الدبلوماسيِّين الأثينيِّين لاستئناف حُكْمٍ غير مقبولٍ اتَّخذه وسطاء محكَّمون في خلافٍ مع الدولة المدينيَّة أوروبوس. وكان المبعوثون مديرين لثلاثٍ من مدارس أثينا الأربع المشهورة، وهم: كارنيديز القوريني، مدير أكاديمية أفلاطون؛ وكريتوليوس الفاسيليسي، مدير الليسيوم؛ وديوجينيز البابلي، مدير المدرسة الرِّواقيَّة. لم يكن الاستئناف ناجحًا، فعاد الوفدُ أدراجَه إلى أثينا خالي الوفاض، إلَّا من تشجيع الخطاب الفلسفي في روما. ولم تكن المدرسةُ الأبيقورية ممثَّلةً في الوفد، ربما لأن فلسفتها في طلب المتعة تنأى بأعضائها عن الخوض في الحياة العامة.

بعد ذلك بنحو عشر سنين قَدِمَ الفيلسوفُ الرِّواقيُّ پانيشيوس الرودُسي (نحو 185 ـ 109 ق. م.) من أثينا إلى روما، وأقام فيها معظمَ الوقت قبل أن يعود إلى أثينا في عام 129 ق. م. ليرأس اجتماعَ الصُّفَّة الرِّواقيَّة. وقد كَتَبَ شيشرون، الذي كان عميق التأثُّر بـ پانيشيوس، عنه يقول: "إنه خرج فارًّا من قسوة الجوِّ الرواقي وصرامته؛ فلم يستحسن مناقشاتِهم العويصة وحُجَجَهم الشائكة. كان ليِّنًا متساهلاً في فرعٍ من فروع الفلسفة [هو الأخلاق]، وواضحًا في غيره من فروعها [الطبيعيَّات والمنطق]. وكان كثيرَ الاقتباس عن أفلاطون وأرسطو وزينوقراط وثيوفراستوس وديكايرخوس، كما يتجلَّى ذلك من كتاباته."[112]

دَرَسَ پوسيدونيوس ـ وهو من أواخر المفكِّرين المبدعين في المدرسة الرِّواقيَّة ـ في أثينا على پانيشيوس قبل أن ينتقل إلى رودُس. وهناك استقطبَ طلَّابًا من روما، منهم شيشرون، وزارَه أعلامٌ رومان في أثناء رحلاتهم إلى الشرق، أبرزهم پومپي. مَثَّلَ الرودُسيِّين في وفدٍ أُرسِلَ إلى روما سنة 87 ق. م. ساقته أسفارُه الكثيرة إلى أمصارٍ بعيدة، فوصلَ إلى غاديرا (قادس) في إسبانيا، حيث لاحَظَ التياراتِ المائيةَ في المحيط الأطلسي وحركةَ المدِّ والجَزْر فيه، ووصفَها في رسالته "في البحر المحيط" *On Ocean*، وعزا الظاهرةَ إلى تأثيرٍ مشتركٍ للشمس والقمر. ولم يبقَ من مؤلَّفاتِهِ المتنوِّعة سوى شذرات، مع أنه كان عميقَ الأثر في التاريخ الفكري اللاحق للعالَم الروماني وأوروبا الوسيطية.

ويُروى أن الشاعرَ الرومانيَّ لوكريشيوس (نحو 94 ـ نحو 50 ق. م.) اتَّبَعَ قاعدةَ السلوك الأبيقورية القائلة "عِشْ مَغمورًا"[113] اتِّباعًا دقيقًا، بحيث لا يكاد يُعرَف عمليًّا شيءٌ عن حياته. على أن القدِّيس جيروم [نحو 347 ـ 420 م.] يَذكر أن لوكريشيوس وُلِدَ سنة 94 قبل الميلاد؛ وأنه تناول يومًا جرعةً مفرطةً من عقَّارٍ مقوٍّ للباه أورثتْه مسًّا من الجنون؛ وأنه ألَّف في فترات رُشده

(112) Morford, *The Roman Philosophers*, p. 25.

(113) David J. Furley, "Lucretius," *DSB*, 8, p. 536.

عدةَ كتبٍ تولَّى تحريرَها شيشرون فيما بعد؛ وأنه انتحَرَ عن أربعةٍ وأربعين عامًا.

اشتُهِرَ لوكريشيوس بمطوَّلتِهِ الشِّعرية التعليمية الرائعة "في طبيعة الأشياء" *De Rerum Natura* (في ستة كتب)، أسَّسَ فيها على النظرية الذرِّية وتعاليم أبيقور. ففي الكتاب الأول منها يعلن نِيَّتَه استعمالَ النظرية الذرِّية بغية إسقاط "هذه الخرافة بعينها، لأنها أمُّ الخطايا والآثام."[114] فهو ينكر الخَلْق والإيجاد بسببٍ من ديمومة المادَّة الذرِّية، فيقول: "لا شيءَ يوجد بالقدرة الإلهية من عدم."[115] ويرى أن الفراغَ يمثِّل مناطَ الاستناد ونطاق النشاط للذرَّات المتحرِّكة، وأن "الزمن بحدِّ ذاته غير موجود؛ بل إن الأشياء نفسَها تولِّد إحساسًا بما كان، وبما هو كائن، وبما سيكون."[116] وهو يصرُّ على أن علينا الاعتماد على حواسِّنا في دراسة الطبيعة، فيتساءل: "هل ثمة من مظاهر التمييز بين الحقِّ والباطل ما هو أكَدُّ من حواسِّنا؟"[117]

ويتناول الكتابُ الثاني من القصيدة حركيَّةَ النظرية الذرِّية، من حيث أن الحركةَ العشوائية للذرَّات وتصادماتها العشوائية تولِّد مظاهر التجمُّع والانفصال التي تكوِّن الأجسامَ والكائناتِ المختلفةَ الموجودةَ في الطبيعة. وقد اتَّبَعَ لوكريشيوس منهجَ أبيقور في الاعتقاد بأن سببَ تصادُم الذرَّات هو أنها "تنحرف عن مسارها، في أوقاتٍ وأماكنَ غير محدَّدة، انحرافًا طفيفًا جدًّا قد نسمِّيه تغيُّرًا في الاتجاه."[118] وفُسِّر ذلك فيما بعدُ بأن النظرية الذرِّية ليست حتميَّةً أو جبرية، بالنظر إلى أن "الانحراف" من شأنه أن يجعل الحركةَ الذرِّية غير متوقَّعة ولا يمكن التنبُّؤ بها. وبذلك أضحت النظريةُ الذرِّيةُ أكثرَ قبولاً للمسيحيين، إذ إنها تطلق العِنان للإرادة الحرَّة في التصرُّفات الإنسانية. وهكذا راجت قصيدةُ لوكريشيوس، وانتشرت في أوروبا العصورِ الوسطى انتشارًا

(114) Lucretius, *De Rerum Natura*, vol. 1, pp. 82-83.
(115) Lucretius, *De Rerum Natura*, vol. 1, pp. 150-51.
(116) Lucretius, *De Rerum Natura*, vol. 1, pp. 459-61.
(117) Lucretius, *De Rerum Natura*, vol. 1, pp. 699-700.
(118) Lucretius, *De Rerum Natura*, vol. 2, pp. 218-220.

واسعًا أفضى في نهاية الأمر إلى انبعاث النظرية الذرِّية في القرن السابع عشر من جديد.

ازدهرَ اسمُ المهندس المعماري الروماني ڤيتروڤيوس پوليو في القرن الأول قبل الميلاد. ولا يكاد يُعلَم شيءٌ عن حياته سوى من خلال مؤلَّفه الوحيد في فن العمارة De Architectura، وهو رسالةٌ في الفن المعماريِّ والهندسة، يَعتمد في جزءٍ منها على دراساته الخاصة، وفي جزءٍ آخر على المهندسين المعماريين الأوائل، ولا سيما من الإغريق. والرسالةُ موسوعيةٌ في نطاقها وشمولها، لا تقتصر على البحث في تاريخ الهندسة المعمارية ومبادئها، بل تتعرَّض للهندسة العسكرية والمدنية، إضافةً إلى الطبيعيّات وعلم الفلك، ومن ذلك بناء المِزْوَلَة (الساعة الشمسية). وقد تَجدَّد الاهتمامُ بكتاب ڤيتروڤيوس في عصر النهضة الأوروبية، وكان له أثرٌ مهمٌ في الدراسات المعمارية منذئذٍ وحتى يوم الناس هذا.

وُلِدَ پلينيوس الأرشد Pliny the Elder (نحو 23 ـ 79 م.) في مدينة كومو، ويُحتَمَل أنه تلقَّى تعليمَه في روما. تولَّى قيادةَ القوافل الرومانية التي سُيِّرت لإجلاء السكان اللاجئين في أثناء ثَوَران بركان ڤيزوف سنة 79 ميلادية، فقضى نحبه اختناقًا بالأبخرة والانبعاثات البركانية. ولم يبقَ من آثاره سوى موسوعته "التاريخ الطبيعي"، التي يَذكر في مقدمتها أنه "بعد تمحيص نحو 2,000 مصنَّف، جَمَعْنا في 36 مجلَّدًا نحوًا من 20,000 من الحقائق النفيسة، من مئةٍ من المؤلِّفين الذين استطلعنا مصنَّفاتهم."[119] أما پلينيوس الأصغر Pliny the Younger، ابن أخيه وولده بالتبنِّي، فقد وصَفَ التاريخ الطبيعي بأنه "عملٌ شاملٌ وعلميّ، لا يقلُّ شأنًا في غنى مادَّته وتنوُّعها عن الطبيعة نفسها"[120]. وبالفعل لقِيَ هذا الكتابُ رواجًا واسعًا في أوروبا العصور الوسطى، حيث كان يمثِّل ـ برغم تفاوت جودة موضوعاته وتدنِّي مستواه على وجه العموم ـ شطرًا كبيرًا من جملة المعارف العلمية المتوفرة حينذاك.

(119) Pliny the Elder, *Natural History*, vol. 1, 17.

(120) David E. Eicholz, "Pliny," *DSB*, 11, p. 39.

يقدِّم پلينيوس في الفصول الأولى من المجلَّد الثلاثين من موسوعة التاريخ الطبيعي دراسةً عن نشأة السِّحر وتاريخه، ويقول إنه انتشرَ في العالَم الإغريقي عن طريق أعمال فيثاغورس وإمپيدوكليز وديموقريطس وأفلاطون. ويتابع حديثَه عن السحر قائلاً: "ينبغي ألَّا يشكَّ أحدٌ بعظَمَة سطوته ونفاذ تأثيره؛ إذ إنه وحده، من دون سائر الفنون، يستغرق حقولَ المعرفة الثلاثةَ الأخرى" ـ الطبّ والدِّين والكهانة (ولا سيّما التنجيم) ـ "فليس ثمة مَنْ لا يتوق إلى معرفة ما يدَّخر له المستقبل، أو مَنْ لا يؤمن بأن ما توحيه السماءُ هو عينُ الصواب."[121]

سطعَ نجمُ الكاتب [الفيلسوف ورجل الدولة] الروماني سينيكا في القرن الأول الميلادي. وأكثر ما يُعرَف به حِواريَّاتُه ورسائلُه وتراجيدياته، غير أنَّ له كذلك باعًا في تاريخ العلوم، ولا سيّما في كتابه *Natural Questions* (تساؤلات في الطبيعيات)، الذي يبحث أساسًا في موضوعاتٍ تتَّصل بالطبيعيات وعلم الأرصاد الجوية وعلم الفلك، واستقى مادَّته من مَعين أرسطو وثيوفراستوس في المقام الأول، وكَتَبَ يشكو من الحالة المتدنِّية التي انحدرت إليها المعرفةُ العامةُ في علم الفلك منذ أن قامَ قدماءُ الإغريق بـ "إحصاء النجوم وإطلاق اسمٍ لكلٍّ منها"، مشيرًا إلى أن "ثمة أقوامًا في زماننا لا يعرفون أكثر مما يرونه على أديم السماء، ولا يدركون سببًا حتى لانحجاب القمر [أو جزءٍ منه] عند حدوث الخسوف." لكنه يأمُل في أنَّ "المستقبل، مع تقدُّم البحوث العلمية عبر العصور المتطاولة، قمينٌ بأن يكشف للعيان ما خفيَ من أسرار الطبيعة وغوامضها المحيِّرة."[122]

وكان موقفُ العلماء النصارى في مطلع الحقبة الوسيطية يتمثَّل في أن ليس ثمة ضرورةٌ لدراسة العلوم، إذ يكفي لإنقاذ الروح الإيمانُ بالله؛ يعضد ذلك ما أوردَه القدِّيس أوغسطين من مدينة هيپو (354 ـ 430 م.) في كتابه *Enchiridion*: "حَسْبُ النصارى الإيمانُ بأن العلَّة الوحيدةَ للكائنات المخلوقة:

(121) Thorndike, *HMES*, vol. 1, pp. 59-60.

(122) Seneca, *Natural Questions*, VII, 25.

سماويةً كانت أم أرضية، ظاهرةً أم باطنة، هي لطفُ الله الخالق الحق الذي لا إله إلا هو، وأن لا وجود لشيءٍ إلَّا لِذاته، التي لا تستمدُّ كينونتها منه."[123]

وُلِدَ الفيلسوفُ الروماني أفلوطين (205 ـ 270 م.) فيما يُظَنّ في مصر؛ ودَرَسَ في الإسكندرية قبل أن يرتحل إلى روما وهو في سنِّ الأربعين. تستغرق أعمالُه كاملَ نطاق الفلسفة، ومن ضمنها الكونيَّات والطبيعيَّات. وهي تجسِّد توليفةً من الفِكْر الأفلاطوني والفيثاغوري والأرسطيّ والرواقيّ، التي أصبحت تُعرَف بالأفلاطونية المُحْدَثَة Neoplatonism، وهي الفلسفةُ التي ظلَّت سائدةً في العالَم الإغريقي ـ الروماني بقيةَ الأزمنة القديمة وجزءًا من العصور الوسطى.

دَرَسَ العالِم أيامبليكوس (250 ـ نحو 325 م.)، السوريُّ النشأة، في روما على الفيلسوف پورفوريوس [الصُّوري]، أحدِ أبرز ممثِّلي الفلسفة الأفلاطونية المُحْدَثَة، ثم أسَّس مدرستَه الخاصة في سورية. تتألَّف آثارُه الباقية من تسعة كُتُبٍ تتحدَّث عن الفيثاغوريين، ولا سيما عن الرمزية الروحانية لأرقامهم، إضافةً إلى مصنَّفاتٍ أخرى تتناول استعمالَ علم الحساب في الطبيعيَّات والأخلاق والدين. وقد ذهَبَ أيامبليكوس مذهبًا أبعدَ من أفلاطون في الدعوة إلى إضفاء اللَّبوس الرياضيّاتي الكامل على الطبيعة، لاعتقاده بأن الرياضيّات هي المفتاح لا لإدراك حركة الأجرام السماوي، بل لسيرورة الظواهر الأرضية كذلك.

يُعرَف الكاتبُ الرومانيُّ كالسيديوس، الذي ازدهَرَ في القرن الرابع الميلادي، بترجمته اللاتينية لكتاب أفلاطون *Timaeus*، إضافةً إلى تعليقاته وشروحه عليه. وكانت تلك مصادرَ المعرفة الوحيدة المتَّصلة بكونيَّات أفلاطون، التي كانت متاحةً في أوروبا في مطلع الحقبة الوسيطية، ويُذكَر أن كالسيديوس تأثَّر أيضًا بأفكار أرسطو، ونَقَلَها إلى أوروبا العصور الوسطى، ولكن بصيغةٍ معدَّلةٍ شيئًا ما. ومن أهم الأفكار الأرسطية التي انتقلت بهذه الطريقة واكتسبَت صفةَ الديمومة مفهومُ العناصر الأربعة، والنظرية الفلكية للكرات المتَّحدة المركز، التي تضمَّنت مبدأ الفرقان (طور النصف) dichotomy بين الأصقاع الأرضية والرحاب السماوية.

(123) Clagett, *Greek Science* in Antiquity, pp. 132-33.

وأشار كالسيديوس إلى النظريات الفلكية المنسوبة إلى هِرَقليديز پونتيكوس، الذي ذَكَرَه أيضًا كلٌّ من العالِمَيْن الرومانيَّيْن من أصحاب الفلسفة الأفلاطونية المُحْدَثة: ماكروبيوس ومارشيانوس كاپيلا.

أما ماكروبيوس، الذي يُعتقَد أنه من شمال إفريقيا، فذاعَ صيتُه في مطلع القرن الخامس الميلادي. أتى على ذِكْرِ نظريات هِرَقليديز، وتطرَّق إلى الرمزية الروحانية للأرقام عند الفيثاغوريين، وقال إن عددًا من الأفلاطونيين يعتقدون بأن المسافات فيما بين الكواكب هي من الدقَّة بحيث تولِّد علاقاتٍ غايةٍ في الاتِّساق والتناغم، وهو عينُ المبدأ المعروف بـ "تناسق الكرات".

وأما مارشيانوس كاپيلا، فمن أصولٍ شمال إفريقيَّة أيضًا، وكان نابِهَ الذِّكر بين عامَيْ 410 و439 م. وَضَعَ مؤلَّفًا رمزيًّا بعنوان *The Nuptials of Mercury and Philology*، تناوَلَ فيه الفنونَ العقلية الحرَّة السبعة [وهي: النحو والبلاغة والمنطق والهندسة والحساب والموسيقا وعلم الفلك]، وبيَّن في الكتاب الثامن منه ـ وهو بمنْزلة مقدمةٍ في علم الفلك ـ أن كوكبَيْ عطارد والزُّهَرة يطوفان بالشمس، وهي نظريةٌ عزاها ـ ربما خطأً ـ إلى هِرَقليديز پونتيكوس. لَقِيَ مؤلَّفُه هذا رواجًا وانتشارًا واسعَيْن في أوروبا في أوائل العصور الوسطى، ودُوِّنت عليه شروحٌ وتعليقاتٌ كثيرة.

يُعَدُّ پروكلوس (نحو 410 ـ 485 م.) آخرَ فلاسفة الأفلاطونية المُحْدَثة الكبار؛ وُلِدَ في القسطنطينية، لكنه ارتحلَ إلى أثينا في صدر شبابه للدراسة في أكاديمية أفلاطون، وسَلَخَ في أثينا بقيةَ حياته، باستثناء مدةِ نَفْيٍ وجيزةٍ تخلَّلت ذلك بسببٍ من نزعته الوثنية. تولَّى إدارة الأكاديمية في أواخر أيامه، وكان خاتمةَ الأعلام الذين عملوا على المواءمة بين تفاصيل الفلسفة اليونانية، ومن ذوي التأثير العميق في الفكر إبّان العصور الوسطى وعصر النهضة. تشتمل أعمالُه على شرحٍ للكتاب الأول من مؤلَّف أُقليدس الأصول، الذي يضمُّ كمًّا وافرًا من تاريخ الهندسة الإغريقية؛ وعلى رسالةٍ بعنوان "مجمل الفرضيات الفلكية"، تمثِّل خلاصةً موجزةً لنظريات هيپارخوس وبطليموس.

تبوَّأ الفيلسوفُ الروماني بوويثيوس (نحو 480 ـ 524 م.) منصبًا رفيعًا في عهد ملك القوط الشرقيين ثيودوريك الكبير، الذي سَجَنَه ثم أعدَمَه [بتُهَمٍ زائفةٍ بالخيانة]. أشهر أعمال بوويثيوس على الإطلاق كتابُه *Consolation of Philosophy* (سُلوان الفلسفة)، الذي ألَّفه في سجنه قبل تنفيذ حكم الإعدام فيه. أما أعمالُه الأخرى فهي قسمان: ترجماتُه لأعمال أرسطو في المنطق من اليونانية إلى اللاتينية، ومؤلَّفاتُه الخاصة في المنطق واللاهوت والموسيقا والهندسة وعلم الحساب. كان لأعماله دورٌ مهمٌّ في انتقال الجزء الأكبر من منطق أرسطو ومن مبادئ علم الحساب إلى أوروبا في العصور الوسطى.

ومن أعلام الرومان الآخرين كاسيودورُس، الذي شَغَلَ منصبًا رفيعًا في عهد القوط الشرقيِّين أيضًا. ذهَبَ في كتابِهِ "مقدّمة في القراءات الإلهية والإنسانية" إلى حضِّ رهبان الدَّير في مونتي كاسِّينو بإيطاليا (الذي أنشأه القدِّيس بنيديكت سنة 529 م.) على محاكاة التراث الإغريقي الروماني القديم المحفوظ في مكتباتهم بكلِّ ما فيه، باعتباره إرثًا ثقافيًّا. وأدرَجَ بعضَ الأعمال العلمية المهمة التي اعتقدَ بضرورة حفظها، وبذلك حدَّدَ معالِمَ التصنيف الأرسطي للعلوم، ومن ثم نقله. ويلاحَظ أن هذا التصنيف قسَمَ الفلسفةَ إلى جزءٍ نظريٍّ وآخر عمليّ: أما مجالُها النظري فيتمثَّل في الميتافيزيقا (الماورائيات أو علم حقائق الوجود) والطبيعيات والرياضيّات، وهذه الأخيرة تشمل الحسابَ والموسيقا والهندسةَ وعلم الفلك؛ وأما جانبها العمليّ، فيستغرق علمَ الأخلاق والاقتصادَ والسياسة. وتتَّصف الأبوابُ الرياضيةُ من الكتاب بإيجازها وإحكامها وتعرُّضها للتعريفات في المقام الأول. وفي الكتاب بابٌ في الطبِّ يقدِّم فيه كاسيودورُس نصائح تتعلَّق باستعمال الأعشاب العلاجية، ويحثُّ الرهبانَ على دراسة أعمال أبقراط وديسقوريدس وجالينوس.

وَضَعَ إيزيدور الإشبيلي (560 ـ 636)، أُسقفُ القوط الغربيِّين، أولَ موسوعةٍ أوروبية أسماها *Etymologies* (الأصول)، وضمَّت جميعَ مصنَّفات المؤلِّفين الرومان التي تمكَّن من الوصول إليها. وعلى الرغم من المستوى العلمي المتدنِّي لهذا العمل، فقد لَقِيَ رواجًا واسعَ النطاق في أوروبا في العصور

الوسطى، باعتباره مصدرًا لشتَّى صنوف المعرفة، من علم الفلك إلى علوم الطب.

كذلك اشتُهِر الراهبُ الإنكليزيُّ بِيْد "المبجَّل" (674 ـ 735) بمصنَّفه "في طبيعة الأشياء، *De Rerum Natura* الذي اعتمَد فيه اعتمادًا كبيرًا على موسوعة الأصول، ولكنه أضاف إليها كتاب پلينيوس "التاريخ الطبيعي"، الذي لم يكن متاحًا لإيزيدور عندما وَضَعَ موسوعَتَه. ويُعَدُّ مؤلَّف بِيْد، مع أنه عملٌ مقتبَسٌ في معظمه، أعلى مستوًى من موسوعة إيزيدور ومن كتاب پلينيوس كذلك، بالنظر إلى طبيعته النقدية والتقويمية. ويبدو ذلك جليًّا أيضًا في كتاب بِيْد *De Temporum Ratione*، الذي يتضمَّن بحوثَه في الدورات الشمسية والقمرية التي استعملها لحساب التواريخ المقبلة للاحتفال بعيد الفصح، وأتاح له ذلك تفسيرَ حركات المدِّ والجَزْر باعتبارها ناشئةً عن تأثير الشمس والقمر. وقد كان كتابا بِيْد بحقٍّ إنجازَيْن بارزَيْن في زمانهما، ومصدرَيْن هامَّيْن للمعرفة في أوروبا في مضمار الطبيعة لقرونٍ تلت.

ويؤلِّف عملُ بِيْد جزءًا من تقليدٍ موروث، بدأ في الأديرة الإنكليزية والأيرلندية في عصورٍ مبكرة، بلغت فيها دراسةُ العلوم مكانةً محترمةً إلى جانب الدراسات اللاهوتية، كما حصل في المدارس التي أُنشئت في القرن السادس في كلونارد وبانغور وإيونا. ونَشِطَ هذا الموروثُ إلى حدٍّ بعيد عندما أُرسِلَ راهبان ناطقان باللغة اليونانية ـ هما ثيودور الطرسوسي وأدريانوس أفريكانوس ـ إلى إنكلترا، مبعوثَيْن من البابا ڤيتاليانوس (الذي حَكَمَ ما بين 657 و668). وبذلك انطلقت دراسةُ اللغة اليونانية والثقافة اليونانية في شمال أوروبا.

وقد أفضى هذا الانتعاشُ الثقافي إلى إنشاء المدارس الكاتدرائية في إنكلترا وفي القارَّة الأوروبية. وكان ألكوين (735 ـ 804) من أهمِّ الأعلام الذين أسهموا في انتشار ذاك الانبعاث الثقافي، وذلك بانتقاله من المدرسة الكاتدرائية في يورك إلى بلاط الملِك پيپين القصير، حيث كان تأثيره كبيرًا في إطلاق شرارة النهضة الكارولنجية Carolingian Renaissance.

في تلك الأثناء انتقلَ مركزُ الإمبراطورية الرومانية شرقًا، واتَّخَذَ هذا

الانتقالُ صفتَه الرسميةَ في سنة 330 م، عندما نَقَلَ قسطنطين الكبير عاصمتَه من إيطاليا إلى مدينة بيزنطة الواقعة على مضيق البوسفور، التي أصبحت فيما بعدُ تسمَّى القسطنطينية. اكتسبَ قسطنطين عضويةَ الكنيسة بالمعمودية قُبَيْل وفاته، بعد سبع سنوات، فكانت تلك الخطوةَ الأولى لإرساء المسيحية دينًا رسميًّا للإمبراطورية، استُكملت عمليًّا بحلول النصف الثاني من القرن التالي.

في تلك المرحلة كانت السيادةُ الإمبراطورية تُقسَم أحيانًا بين أباطرة غرب المنطقة وشرقها، علماً بأن أباطرةَ الجزء الشرقي من الإمبراطورية كانوا يحكمون في القسطنطينية. واتَّصفَ الرُّبعُ الثالثُ من القرن الخامس بأنه حقبةٌ مشوَّشةٌ وغير مستقرَّة في تاريخ الجزء الغربيِّ من الإمبراطورية؛ فقد توالى على الإمبراطورية الغربية عشرةُ أباطرة، كان آخرهم روميولوس أوغسطس، الذي أُطيحَ في عام 476. وحينئذٍ كان معظمُ أوروبا الغربية قد آلَ إلى الإمبراطورية. ومنذ ذلك الحين غدا الإمبراطور في القسطنطينية هو الحاكم الأوحد لما بقي منها.

كان قسطنطين قد أنشأ جامعةً في القسطنطينية، وأعادَ ثيودوسيوس الثاني تنظيمَها سنة 425، فأمست الجامعةُ الجديدةُ أهمَّ مركزٍ تعليميٍّ في الإمبراطورية كلِّها. وكانت تحتوي في الأصل على عشرين كرسيًّا أستاذيًّا للنحو، قُسِّمت بالتساوي بين اليونانية واللاتينية؛ وثمانية مناصب للبلاغة، منها خمسة لليونانية وثلاثة للَّاتينية؛ إضافةً إلى اثنين للقانون وواحدٍ للفلسفة. وبحلول القرن التالي [السادس] خرجت اللاتينيةُ من الاستعمال في القسطنطينية، وأصبحت جميعُ مناصب الأستاذية في الجامعة يونانيةً. وكان هذا جزءًا من الانقسام الثقافي الكبير الذي حدثَ في بدايات الحقبة الوسيطية بين الغرب اللاتيني والشرق اليوناني، أدَّى إلى فصل حضارة أوروبا الغربية البازغة عن العالَم البيزنطي في البلقان وآسيا الصُّغرى.

وكان قسطنطين قد أسَّسَ المَجْمَعَ الكَنَسِيَّ المَسْكونيَّ ecumenical الأول، الذي انعقدَ في نِيْقية سنة 325، وانعقدَ المجمعُ المسكوني الثاني في القسطنطينية سنة 381، في حين انعقدَ المجمعُ الثالث في إفسس سنة 431، والرابع سنة 451 في خَلْقيدونيا (كالسيدون)، على المشارف الآسيوية للعاصمة.

وتركّز الاهتمامُ الأول لتلك المجامع كلِّها على شؤونٍ مبدئيةٍ عَقَدِيَّة، ولا سيّما ما يتعلَّق بطبيعة يسوع المسيح عليه السلام. فخرج أساقفةُ مجمع خَلْقيدونيا بالمبدأ الذي غدا متعارَفًا: أن للمسيح طبيعتَيْن اثنتَيْن، بشريةٍ وإلهية، وهما طبيعتان مطلقتان خالصتان لا تقبلان التجزئة مع أنهما منفصلتان؛ وحكموا في الوقت نفسه على كلِّ مَنْ يعتقد بخلاف ذلك بالهرطقة والمروق من الدِّين، وهم المونوفيزيُّون Monophysites الذين اعتقدوا بأن للمسيح طبيعةً واحدةً ليس غير، والنسطوريُّون Nestorians الذين آمنوا بأن له طبيعةً مزدوجة. ثم إن أولئك المونوفيزيِّين والنسطوريِّين، الذين كانوا يقطنون بصفةٍ رئيسيةٍ في جنوب شرق آسيا الصغرى وسورية وبلاد ما بين النهرين وبلاد فارس ومصر، ألَّفوا لأنفسهم كنائسهم المنشقَّة الخاصة بهم.

وشَيَّدَ النسطوريُّون مدارسَ مهمَّةً في شمال بلاد ما بين النهرين، في مدينتَيْ إيديسَّا [الاسم القديم لمدينة أورفا التركية، المعروفة عند العرب باسم "الرُّها"] ونيسيبيس، حيث كانت لغةُ التعليم هي السريانية (لغةٌ ساميَّةٌ مشتقةٌ من الآرامية). ومن الكتب التي كانت مستعملةً في تلك المدارس رسائل علميةٌ يونانيةٌ مترجمةٌ إلى السريانية، ولا سيّما أعمال أرسطو في المنطق. على أن الإمبراطور البيزنطي زينو أغلقَ مدرسةَ إيديسَّا عام 489، فاستتبعَ ذلك انتقالَ العلماء النسطوريِّين شرقًا إلى نيسيبيس، التي كانت وقتئذٍ ضمن حدود الأراضي الفارسية.

وقد أجاءت الهجرةُ هؤلاء نحو الشرق في نهاية المطاف إلى العاصمة الساسانية في جنديسابور غربيَّ فارس، حيث التحقوا في أواخر القرن الخامس بالهيئة التدريسية لمدرسةٍ طبِّيةٍ كان قد أنشأها الملك سابور الأول (الذي حَكَمَ بين عامَيْ 241 و272). وهناك تولَّوا تعليمَ الفلسفة اليونانية والطبِّ والعلوم عن طريق ترجماتٍ سريانية. وأضحت المدرسةُ مركزًا لترجمة مؤلَّفاتٍ في الطب والكونيَّات وعلم الفلك والفلسفة الأرسطية؛ وشملت اللغاتُ المستعملةُ في أوقاتٍ مختلفة: اليونانية والسريانية والسنسكريتية والفهلوية، ثم العربية فيما بعد.

من أوائل المترجمين السريان وأفضلهم سيرجيوس الريشيني (المتوفَّى

سنة 536)، وهو قسٌّ وطبيبٌ مونوفيزي تلقَّى تعليمَه في مدرسة أمونيوس الأفلاطونية في الإسكندرية. وتضمَّنت ترجماتُه من اليونانية إلى السريانية بعضَ أعمال أرسطو في المنطق، التي كانت تُتَرجَم في الوقت نفسه تقريبًا من اليونانية إلى اللاتينية على يد بوويثيوس. ووضَعَ سيرجيوس مصنَّفَيْن في علم الفلك من تأليفه هما: "في تأثير القمر" و"حركة الشمس"، استندَ فيهما حتمًا إلى مصادرَ يونانية. وقد وَصَفَه كاتبٌ سريانيٌّ متأخِّر بأنه "رجلٌ بليغٌ ومتضلِّعٌ من المدوَّنات اليونانية والسريانية، وهو طبيبٌ نِطاسيٌّ عالِمٌ بالأدواء التي تعتري الأجسام البشرية. كان قويمَ الرأي والمعتقَد... غير أنه جَشِعٌ فاسدُ الخُلُق."[124]

ومن أبرز الأعلام السريان في مطلع الحقبة الوسيطية سِيروس سيبوخت (المتوفَّى عام 667)، وهو أُسقفٌ نسطوريٌّ كَتَبَ في موضوعاتٍ علميةٍ ولاهوتية. اشتملت تصانيفُه العلميةُ على أعمالٍ في المنطق وعلم الفلك، وكذلك على أقدم رسالةٍ معروفةٍ في الأسطرلاب، وهي آلةٌ فلكيةٌ أغلبُ الظنِّ أنها من أصولٍ هِلِيْنِيَّة. كان أيضًا أولَ مَن استَعملَ ما يسمَّى نظامَ العَدّ الهندي ـ العربي، ونوَّه ـ فيما كَتَبَه عام 662 ـ بالهنود و"طرائقهم النفيسة في الحساب، التي تفوق كلَّ وصف." وتابعَ يقول: "أودُّ أن أَذْكر فقط أن هذا الحساب يُستعان فيه بتسعة رموز"[125]، في إشارةٍ إلى أن الرمزَ المعبِّر عن الصفر لم يكن قد عُرِفَ بعدُ.

وبحلول القرن السادس الميلادي تغيَّرت صبغةُ الإمبراطورية الرومانية تغيُّرًا عميقًا عمَّا كانت عليه في عهد أوغسطوس، فحلَّت اللغةُ اليونانيةُ مكان اللاتينية باعتبارها اللغةَ السائدة في العاصمة، وتغلَّبت الديانةُ المسيحيةُ على الآلهة الإغريقية القديمة. وينظر المؤرِّخون المعاصرون إلى القرن السادس على أنه نقطة تحوُّلٍ في تاريخ الإمبراطورية، التي باتت تسمَّى ـ اعتبارًا من هذه النقطة ـ الإمبراطورية البيزنطية لا الرومانية، وكأن لسان الحال يعبِّر عن مقال القسِّ المعروف غينياديوس في أواسط القرن الخامس عشر، في أواخر أيام

(124) Clagett, *Greek Science in Antiquity*, p. 181.

(125) Boyer, *A History of Mathematics*, p. 238.

الإمبراطورية البيزنطية: "مع أنني هلينيٌّ اللغة واللسان، لا يسعني أن أقول إنني هلينيّ، لأني لا أُؤمن بما يؤمنون. أريد أن استمدَّ اسمي من صميم معتقدي؛ فلو سُئلتُ عن ديني لأجبتُ: 'مسيحي'؛ لا جَرَمَ أن والدي كان يقيم في تساليا، غير أني لا أَعُدُّ نفسي منتميًا إليها، بل بيزنطيًّا، لأني من بيزنطة." (126)

بلغت الإمبراطوريةُ البيزنطيةُ غايةَ أوجها في عهد يوستنيانوس الأول (حَكَمَ 527ـ565)، الذي استعاد عددًا من المناطق المفقودة من الإمبراطورية، بحيث عادَ البحرُ المتوسط من جديدٍ بحرًا رومانيًّا. كذلك قَطَعَ يوستنيانوس آخرَ حلقة اتصالٍ مباشرة مع الماضي الكلاسيكي عندما أصدرَ، في سنة 529، أمرًا يحظر على الوثنيِّين ممارسة التعليم. وترتَّب على ذلك إغلاق أكاديمية أفلاطون القديمة في أثينا إغلاقًا يربو على تسعة قرونٍ من الوجود والنشاط، في حين أُحِيلَ أعضاءُ هيئتِها التدريسية على التقاعد أو تعرَّضوا للنفي.

وكان من الذين نُفُوا دَماسكيوس، آخر مديرٍ للأكاديمية، وسَلَفه في المنصب إيزيدوروس المِليتوسي، وسيمپليسيوس الكيليكي، استلاذوا ـ مع أربعةٍ آخرين من أساتذة الأكاديمية ـ بالمَلِك الفارسي كوسرويز الأول (حَكَمَ 531ـ579) فألجأهم إلى حِماه، وعيَّنَهم في مِلاك المدرسة الطبِّية في جنديسابور. وفي السنة التالية سُمِحَ للسبعة المنفيِّين بالعودة من منفاهم، فعادَ ستةٌ منهم إلى أثينا، في حين آثَرَ إيزيدوروس المقامَ في القسطنطينية.

عُرِفَ سيمپليسيوس بشروحه وتعليقاته على أعمال أرسطو، وهي شروحٌ غنيَّةٌ تتضمَّن شَذَراتٍ ونُبَذًا من أعمال الفلاسفة السابقين لسقراط. كان نصيرًا وفيًّا لأرسطو، وكانت بعضُ أفكاره محلاً لانتقاد جون فيلوپونوس، الذي خَلَفَ أمونيوس مديرًا للمدرسة الأفلاطونية في الإسكندرية. وعلى هذا فقد حَصَلَ في فجر الأزمنة القديمة (السابقة للعصور الوسطى) سجالٌ واسعٌ يتَّصل بالنظرة العالمية للفلسفة الأرسطية، التي انتقدها فيلوپونوس ودافَعَ عنها سيمپليسيوس. وكان أهم ما تركَّز عليه ذلك السِّجال هو: لماذا تستمر النَّبْلُ (السِّهام) في

(126) Runciman, *The Last Byzantine Renaissance*, p. 22.

الحركة بعد أن تتلقَّى قوةَ الدفع الأولى؟ رفضَ فيلوپونوس النظريةَ الأرسطيةَ التي عَرَضَها سيمپليسيوس، ومؤدَّاها أن الهواء الذي يزيحه السهم في أثناء انطلاقه يتدفَّق متراجعًا ليدفع السهمَ من الخلف. ورأى فيلوپونوس بدلاً من ذلك أن السهمَ لدى إطلاقه يتلقى "قوةً دافعةً غير مادِّية"[127]، وهي فكرةٌ جدَّدها ابنُ سينا في بلاد فارس، ومن ثم انبعثت في أوروبا في إبان العصور الوسطى، إذ عُرِفت باسم "نظرية الزخم".

أمَرَ يوستنيانوس بتعيين إيزيدوروس كبيرًا للمهندسين المعماريين في الإمبراطورية، ومعه أنثيميوس الترالِيزي. وقد أُنيطت بهما مهمة تصميم وبناء كنيسة هاغيا صوفيا الكبرى في القسطنطينية، التي أُرسيت قواعدُها في سنة 532. وإذ توفي أنثيميوس في غضون السنة الأولى من تنفيذ المشروع، فقد واصَلَ إيزيدوروس العملَ فيه حتى تمامه، عندما قام يوستنيانوس بتكريس الكنيسة [أي جعلها وقْفًا دينيًّا] بتاريخ 26 كانون الأول/ديسمبر 537. وما يزال بنيان هاغيا صوفيا، الذي يَعُدُّه بعضُهم أعظمَ صرحٍ في العالَم، قائمًا على أصوله حتى اليوم، رمزًا لعصرٍ ذهبيٍّ عرفته الإمبراطوريةُ البيزنطيةُ في ظلِّ حكم يوستنيانوس، وشاهدًا عليه.

يُذْكَر أن إيزيدوروس وأنثيميوس دَرَسا أعمالَ أرخميدس وشروحَ يوتوسيوس الأسكالوني عليها، ثم تولَّيا تدريسها. والظاهر أن إيزيدوروس كان مسؤولاً عن إخراج المجموعة الأولى من أعمال أرخميدس، المؤلَّفة على الأقل من المؤلَّفات الثلاثة التي دَوَّنَ عليها يوتوسيوس شروحَه وحواشيه، وهي: "في الكرة والأسطوانة"، و"في قياس الدائرة"، و"في توازن السطوح".

وقد أُضيفَ إلى هذه المجموعة أعمالٌ أخرى لأرخميدس على أيدي مؤلِّفين بيزنطيِّين متأخِّرين، كان من أبرزهم لِيو الرياضيَّاتي (نحو 790 ـ نحو 869)، الذي استغرقت مجموعتُه من مؤلَّفات أرخميدس كاملَ أعماله المعروفة اليوم تقريبًا. ونَهَضَ لِيو أيضًا بنسخ كتاب المجسطي لبطليموس، وسائر تصانيف

(127) Lloyd, *GSAA*, p. 159.

بطليموس الرياضية والفلكية، المشهورة باسم علم الفلك الصغير.

واتفق أن وَقَعَ أحدُ تلامذة لِيو في أَسْر أحد الجيوش العربية سنة 830، وأُحضِر إلى بلاط الخليفة العباسي المأمون (حَكَمَ بين عامَيْ 813 و833)، الذي عَلِمَ منه ـ وهو الخليفةُ الراعي لترجمة العلوم والرياضيّات الإغريقية القديمة إلى العربية ـ بإنجازات لِيو ومآثره، فدعاه إلى بغداد. لكنَّ الإمبراطور البيزنطي ثيوفيلوس (حَكَمَ ما بين 829 و842) استبقى لِيو في القسطنطينية، وعَهِدَ إليه بإدارة مدرسةٍ جديدةٍ للفلسفة والعلوم، كلَّف فيها طلابَه بنسخ مخطوطات أرخميدس وأُقليدس.

هكذا أسهمت هجرةُ التعلُّم الكلاسيكي في انتقال الفِكْر اليوناني من أثينا إلى روما والقسطنطينية وجنديسابور، وترسُّخه في الحضارات الجديدة التي انبثقت في أوروبا الغربية وبيزنطة والعالَم الإسلامي: ثلاثة تياراتٍ للثقافة سيفضي تلاقيها في نهاية المطاف إلى بزوغ نهضةٍ علمية.

بيت الحكمة البغدادي:
من اليونانية إلى العربية

بدأ العصرُ الإسلامي بهجرة الرسول محمد ﷺ من مكةَ إلى يثرب سنةَ 622. وفَتحت الجيوشُ العربيةُ بقيادة الخلفاء الأُوَل سوريةَ سنةَ 637، ومصرَ سنةَ 639، وبلادَ فارس سنةَ 640، وطرابلسَ الغرب سنةَ 647، وشَمال غرب إفريقيا سنةَ 670. وهاجَمَ أسطولٌ عربيٌّ القسطنطينيةَ سنةَ 674، فأخضع المدينةَ لحصارٍ دام أربع سنواتٍ ولم يُكتَب له النجاح. وفي غضون نصف القرن التالي فَتحت الجيوشُ الإسلاميةُ بلادَ السِّنْد (إقليم يقع غربي الباكستان) وبلادَ الصُّغْد (أو ترانسأُكسيانا Transoxiana في آسيا الوسطى)، وغَزَتْ إسبانيا، واستمرَّت في غزوها عبر جبال البيرينيه إلى أن أوقَفها في النهاية شارل مارتل إثر معركة پواتييه [بلاط الشهداء] سنة 732 في وسط فرنسا.

تولَّى معاويةُ أمورَ الخلافة في بيت المقدس سنةَ 661، ومن ثَمَّ ارتحل مباشرةً إلى دمشق. فكانت هذه بدايةَ الدولة الأموية التي اتَّخذ خلفاؤها دمشقَ مقرًّا لحكمهم. وفي سنة 749، وبعد حربٍ أهليةٍ دامت أربع سنوات، سقطت الدولةُ الأموية وأصبح أبو العباس السفّاحُ الخليفةَ الحاكم، وبذلك بدأ حُكْمُ السلالة العباسية التي عُمِّرت أكثرَ من خمسة قرون. وفي سنة 754 ورِثَ أبو جعفر المنصورُ العرشَ من أخيه أبي العباس، فبنى مدينةَ بغداد في الأعوام 762 ـ 765 وجَعَلها عاصمتَه الجديدة، وكانت هذه بدايةَ أشهرِ حِقْبةٍ في التاريخ الإسلامي.

أضحتْ بغدادُ أعظمَ صرحٍ حضاريٍّ في عهد المنصور (حَكَمَ ما بين 754

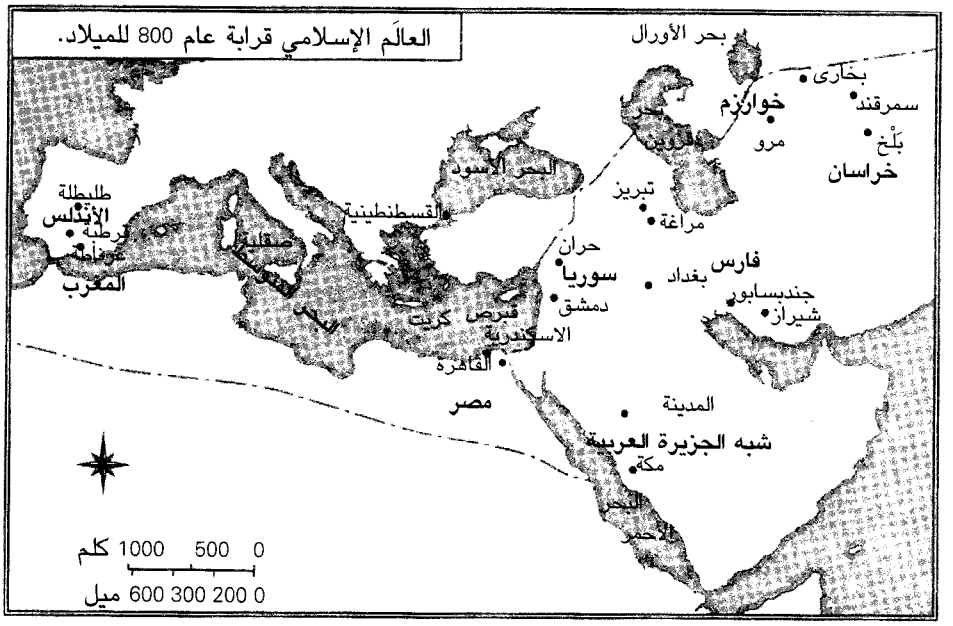
و775) وثلاثةٍ من ذريِّته ورثوا الخلافةَ من بعده، وهم: المهدي (حَكَمَ ما بين 775 و785)، وهارون الرشيد (حَكَم ما بين 786 و809)، والمأمون (حَكَمَ ما بين 813 و833). وطِبْقًا لما ذكره المؤرِّخ المسعودي (المتوفى عام 956)، فإن المنصور "كان أولَ خليفةٍ تُرجِمتْ له الكتب من اللغات العجمية إلى العربية،" ومن ضمنها "كُتُبُ أرسطو في المنطق وغيرِه من الموضوعات، وسائرُ الكتب القديمة من اليونانية، والرومية، والفَهلوية، والفارسية، والسُّريانية."[128] ويقول المسعودي إن المنصور: "كان أولَ خليفةٍ قَرَّبَ إليه المنجِّمين، وعَمِلَ بأحكام النجوم." ويشير إلى أنَّ الخليفة اتَّخَذَ في بلاطه ثلاثةَ فلكيين كانوا يشتغلون أيضًا في التنجيم: نُوبَخْتُ الزَّرادَشتيّ [مجوسيٌّ أسلم على يدي المنصور]، وإبراهيمُ الفَزاريّ، وعليُّ بن عيسى الأَسْطُرْلابيّ.

أما نوبخت، فكان منجِّمَ بلاط المنصور الأولَ، وقادَه دَرْسُهُ للبروج السماوية إلى أن يَنصح الخليفةَ بالبدء ببناء بغداد في 30 تموز/يوليو 762. وأما إبراهيم الفَزاري، فكان الفلكيَّ الأوَّلَ في بلاط الخلفاء العباسيين، وعَمِلَ في مسائل إصلاح التقويم. وأما عليُّ بن عيسى، فيُنسَب إليه أنه أولُ مَن صَنَعَ أَسْطُرْلابًا في التاريخ الإسلامي (وهو أداةٌ فلكية يونانية قديمة طالما استعملها علماءُ الفلك المسلمين). وكان إلى ذلك طبيبًا اشتُهر بكتابه *Notebook of the Oculists* (مذكّرات أطباء العيون)، وهي أقدمُ وأهمُّ رسالةٍ إسلامية في بِنية العين وأمراضها.

خَلَفَ نُوبَخت ابنُه أبو سهل بن نُوبَخت منجِّمًا للبلاط، وهو مؤلِّف "كتاب النَّهْمُطان" في المواليد. وكان هذا أولَ كتابٍ بالعربية في تاريخ التنجيم، يبيِّن تاريخَ السلالات الحاكمة بلغة الحقب الدورية التي تَحكم الأجرامُ السماويةُ مُدَدَها المتغيِّرة. كَتَبَ يقول: "ولأهل كلِّ زمانٍ ودهرٍ تجاربُ حادثةٌ، وعِلمٌ مُجدَّدٌ لهم على قدر الكواكب والبروج الذي هو ولِيُّ تدبير الزمان بأمر الله تعالى جَدُّه."[129] وكان غرضُ أبي سهل من هذا بيانَ أن الخلافةَ العباسية مقدَّرةٌ بحكم الله والنجوم، وأنه آن الأوان لدورة سلالتهم أن تُجدِّد المعرفة.

(128) Gutas, *GTAC*, p. 30.

(129) Gutas, *GTAC*, p. 46.



كان ثيوفيلوس (من إيديسَّا) (المتوفَّى عام 789) منجِّمَ بلاط المهدي، وهو مسيحيٌّ نَسْطُوريّ، وَصَفَ علمَ النجوم بأنه "سيِّد العلوم"[130]، وذلك بسبب أهميةِ تاريخ التنجيم للعباسيين وإقرارِ الخلفاء بكشف الطالع على أساسٍ من خرائط البروج. وكان كتابُ بطلميوس "المقالات الأربع" *Tetrabiblos* أولَ عملٍ تنجيميٍّ قديم، ترجَمَهُ العالِمُ النصراني البِطْريق من اليونانية إلى العربية في عهد المنصور.

وكان "ما شاء الله" Mash'allah أبرزَ منجِّمٍ في أوائل العهد العباسي، وهو يهوديٌّ من البصرة [اعتنق الإسلام]، وكان أحدَ الذين قادَهم دَرْسُهم للبروج السماوية إلى إحداث مدينة بغداد. ويَعود تاريخُ خرائطه البروجية إلى المدة الواقعة بين 762 و809. عَمِلَ منجِّمًا لدى جميع الخلفاء بدءًا من المنصور وانتهاءً بالمأمون، وكَتَبَ في جميع مناحي علم النجوم، وكان أهمَّ عملٍ مثيرٍ قام

(130) Gutas, *GTAC*, p. 108.

به كتابُه في تاريخ التنجيم. وقد تُرجمت أعمالُه إلى اللاتينية، ورَجَعَ إليها كوپرنيكوس.

عُرِف جابر بن حيان (721-815 تقريبًا) في الغرب بجابر الحكيم، واشتُهر في العالَم الإسلامي على أنه واضعُ علم الخيمياء [يسمَّى أيضًا السِّيمياء، غايته تحويلُ المعادن الخسيسة إلى ذهب، واكتشافُ علاجٍ عام لجميع الأمراض، ووسيلةٍ لإطالة العمر]. وُلد بالكوفة جنوبي منطقة ما بين النهرين، ورَحَلَ في أواخر حياته إلى بغداد، حيث أصبح منجِّم بلاط هارون الرشيد. وتُمثِّل مدوَّناتُ جابر فعليًّا كلَّ ما كان معروفًا من علم الخيمياء في الإسلام في أوائل العهد العباسي. وكان أحدُ مفاهيم علم الخيمياء الإسلامي المَوروثة عن قدماء الإغريق هو الاعتقاد بأن موادَّ مثل الكبريت والزئبق يمكن أن تتحوَّل إلى ذهب. وعُنِيَ هذا العلم أيضًا بالتنجيم، وعلم الكون النجمّي، والسِّحر، وغيرها من العلوم السِّريَّة. وتندرج هذه الفروع من المعرفة تحت عنوان "العلوم الخفيَّة"، في مقابل "العلوم الجليَّة" كالرياضيّات مثلاً.

وثمة سببٌ آخرُ لترجمة الأعمال اليونانية إلى العربية يتمثَّلُ في تعليمِ الوزراء ما يحتاجون إليه في إدارة الدولة العباسية. ويتجلَّى هذا بوضوح في كتابات ابن قُتَيْبة (توفّي 889) الذي عدَّد في مصنَّفه "أدب الكاتب" الموضوعاتِ التي ينبغي أن يتعلَّمها وزراء الدولة، ومنها: الحساب والهندسة والفلك، إضافةً إلى مهاراتٍ عمليةٍ من قبيل: مسح الأراضي وعلم القياس والهندسة المدنية. وكان العِلمُ اليوناني قَمِنًا بتقديم الكتب التعليمية اللازمة.

كان المنصورُ يعاني من سوءٍ في الهضم، أو عُسْرٍ مزمنٍ في الهضم، فطَلَبَ فور انتقاله إلى عاصمته الجديدة المساعدةَ من أطباء مدرسة جنديسابور الطبية [بيمارستان جنديسابور]. وشُفِيَ من مرضه المزمن على يد مدير البيمارستان الطبيب النَّسطوري جرجس بن بُختيشوع الذي قَدِمَ إلى بغداد للعمل في خدمة المنصور طبيبًا شخصيًّا له. وأصبح آل بُختيشوع روَّادَ الطبِّ في بغداد، وصار عددٌ منهم فيما بعدُ أطباءَ شخصيِّين للخلفاء. ويَذكر المؤرِّخُ ابن أبي أُصَيْبِعة أن المنصورَ أَمَرَ بترجمة العديد من الأعمال اليونانية من طريق

جرجس بن بُختيشوع. وقام بترجمة هذه الأعمال من السُّريانية علماءُ نَسطوريون في جنديسابور، الذين انتقل مركزُهم الطبي إلى بغداد، حيث غدا المستشفى الأولَ والمدرسةَ الطبيةَ الإسلامية في عاصمة الدولة العباسية.

استمرت حركةُ الترجمة في عهد ابن المنصور ووريثِه المَهدي. ويَنسِبُ العالِمُ التونسيُّ عبدُ الله بن أبي زيد (من القرن العاشر) إلى يحيى بن خالد بن برمك ـ الوزير الجديد للخليفة ـ البدءَ بتنفيذ خطة الدولة العباسية لاستيراد الكتب اليونانية من الإمبراطورية البيزنطية.

وكان أهمُّ معهدٍ فكريٍّ في بغداد في عهد الدولة العباسية بيتَ الحكمة الشهير، الذي بدا في أوَّل أمره أنه مكتبةٌ من حيث الجوهر؛ فقد أُودِعت فيه المخطوطاتُ الفهلوية، وتُرجم بعضُها في بداية العهد العباسي إلى العربية. ويَذكر المؤرِّخ ابنُ النديم أن هارون الرشيد وظَّف منجِّمَ البلاط أبا سهل بن نوبخت في بيت الحكمة، حيث كان "لهذا الرجل [أي أبي سهل] نَقْلٌ من الفارسي إلى العربي، ومُعوَّلُه في العلم على كُتب الفُرس."[131] وفي أثناء حُكْم المأمون كان لعلماء الفلك والرياضيّات صلةٌ وثيقةٌ ببيت الحكمة، الذي كان يقوم في تلك الحقبة مقامَ معهدٍ للبحث إضافةً إلى كونه مكتبة. ويَذكر ابنُ النديم أيضًا أن الرياضيَّ والفلكيَّ الشهير ابن موسى الخُوارزمي (ذاع صيته سنةَ 828 تقريبًا) "كان منقطعًا إلى خزانة الحكمة للمأمون."[132]

اشتُهر الخوارزمي برسالته "كتاب الجبر والمقابلة"، أو الجبر، ومن هذا العمل اكتشفتْ أوروبا فيما بعد فرعَ الرياضيّات الذي عُرِف بهذا الاسم. وأشار المؤلِّف في مقدمته إلى أن الخليفة المأمون "شجَّعني على تأليف مختصرٍ في الجبر، وقَصْرِهِ على الأجزاء المهمة في الحساب، مما تدوم حاجةُ العامة إليه في أمور المواريث والوصايا والقسمة والأقضية والتجارة، وفي جميع المعاملات التي تنشأ فيما بينهم، أو حيث يجري مَسْحُ الأراضي، وشقُّ القنوات، والحساب

(131) Gutas, *GTAC*, p. 55.
(132) Gutas, *GTAC*, p. 55.

الهندسي، وغير ذلك من الموضوعات المختلفة الأنواع والأصناف ذات الصلة." [133]

ومن مصنّفات الخوارزمي الأخرى في الرياضيّات مؤلَّفٌ لم يَبْقَ منه سوى نسخةٍ وحيدةٍ من ترجمةٍ لاتينية تحت عنوان *De Numero Indorum* (ما يتّصل بفنِّ طرائق العدّ الهندية)، على حين أن النسخةَ العربية الأصلية هي في حكم المفقودة. ومن المحتمل أن يكون هذا العملُ مؤسَّسًا على الترجمة العربية لمؤلَّفاتٍ تُنسَبُ إلى الرياضيِّ الهندي براماغوبتا (ذاع صيتُه سنةَ 628). يتناول هذا المؤلَّف وصفًا للأرقام الهندية التي أصبحت في نهاية المطاف الأرقامَ المستعملة في العالَم الغربي المعاصر. وأصبحت مجموعةُ الرموز الجديدة معروفةً على أنها تحريفٌ لاسم الخوارزمي إلى "الخوارزمية = algorism أو algorithm"، التي تعني حاليًّا إجراءً يُتَّبَع لحلِّ مسألةٍ رياضية ذاتِ عددٍ محدودٍ من الخطوات التي تتضمَّن غالبًا تكرارًا لعمليةٍ ما.

والخوارزمي هو مؤلِّف أقدم عملٍ مبتكَرٍ باقٍ حتى اليوم في علم الفلك الإسلامي؛ إنه كتاب "زِيج السند هند" (الزيج كتابٌ في علم الفلك مزوَّدٌ بجداول). وهو مجموعةٌ من جداول للكواكب السيّارة تُستعمل فيها المبادئ الفلكية اليونانية والهندية القديمة، ومنها نظرية فَلَك التدوير أو الدُّحروج epicycle theory. ويُعْزَى إليه وإلى فضيل بن النوبخت بناءَ أوَّلِ مرصدٍ فلكي إسلامي، أشاداه في بغداد سنةَ 828 تقريبًا، في عهد المأمون. وألَّف الخوارزميُّ كذلك أوَّل رسالةٍ إسلاميةٍ شاملةٍ في الجغرافيا، نقَّح فيها كثيرًا من أعمال بَطْلَيْمُوس في هذا الموضوع، ورَسَمَ فيها خرائطَ جديدة.

كان الرياضيُّ الحجَّاجُ بن مطر (ذاع صيتُه ما بين 786 و833 تقريبًا) أوَّلَ مَن تَرجَمَ كتابَ أُقليدس "المبادئ الفلكية" إلى العربية في عهد هارون الرشيد، برعايةٍ من الوزير يحيى بن خالد بن برمك. ثم عَمِلَ نسخةً مختصرةً ومُحَسَّنة من الكتاب نفسِه للخليفة المأمون بغية استعماله كتابًا مدرسيًّا على ما يبدو.

(133) Gutas, *GTAC*, p. 113.

أوصى المهديُّ بترجمة كتاب أرسطو *Topics* (الموضوعات) إلى العربية من السُّريانية، التي كان الكتابُ قد تُرجِم إليها قبلُ من اليونانية. ثم تُرجِمَ فيما بعدُ من اليونانية إلى العربية مباشرة. وكان الدافعُ إلى ترجمة كتاب الموضوعات هذا أنه يعلِّم فَنَّ المناظرات المنهجية، التي كان لها شأنٌ عظيم في الحوار بين العلماء المسلمين وغيرهم من أهل الكتاب، وفي دعوةِ غير المسلمين إلى الإسلام، التي باتت جزءًا من سياسة الدولة العباسية. وأما كتاب *Physics* (الطبيعيّات) لأرسطو، فقد تُرجِم أوَّلَ تُرجِم إلى العربية في عهد هارون الرشيد، وكان الغرضُ من ترجمته ـ فيما يبدو ـ استعمالَه في المناظرات المتعلقة بعلم الكون.

كانت بغدادُ في عهد هارون الرشيد مسرحَ أحداث "حكايات ألف ليلة وليلة"، حيث تُظهِر قصةُ "علاء الدين ومصباحه السِّحري" أعاجيبَ العلم الحديث والاختراعاتِ المدهشةَ والمكتشفاتِ المذهلةَ التي كانت تُنسَب إلى العلماء السَّحَرَة. وكان العالِمُ المسلم في القرون الوسطى، في المستوى الشعبي على الأقل، نموذجًا لذلك المغربي الخسيس الذي أرشد علاء الدين إلى المصباح، والذي وصَفَتْه شهرزاد بأنه: "تعلَّم منذ حداثة سِنِّهِ الشعوذة والرُّقَى، والضَّرْبَ بالرمل [التكهُّن بالمستقبل بواسطة رسْمٍ تشكِّله حفنةٌ من ترابٍ يُلقَى بها على الأرض كيفما اتفق] والخيمياء، والتنجيم، والتبخير، والسِّحر؛ بحيث بات قادرًا ـ بعد ثلاثين سنةً من السِّحر والعَرَافة ـ على إدراك وجود مصباحٍ ذي قدرةٍ خارقةٍ في مكانٍ غير معلوم، قدرةٍ خليقةٍ برفْعِ مالك المصباح فوق ملوك العالَم وذوي السلطان فيه."[134]

تابعَ المأمونُ بن هارون الرشيد سيرةَ أسلافه في حركة الترجمة؛ فقد تَحدَّث المسعودي عن اهتمام المأمون بالتنجيم ورعايته للبحوث الفكرية فقال: "كان في بَدء أمره ... يَستعمل النظر في أحكام النجوم وقضاياها، وينقاد إلى موجباتها، ويذهب مذاهب من سَلَفَ من ملوك ساسان... وألزمَ مجلسَه الفقهاءَ وأهلَ المعرفة من الأدباء، وأقْدَمَهم من الأمصار، وأَجْرَى عليهم الأرزاق."[135]

(134) *Thousand Nights and One Night*, vol. 3, p. 382.

(135) Gutas, *GTAC*, pp. 77-78.

هيمَنَ على علم الفلك الإسلامي فِكْرُ بَطْلَيْمُوس، الذي تُرجمت أعمالُه إلى العربية وانتشرتْ كذلك ملخّصاتُها وشروحُها. وكانت أقدمُ ترجمةٍ لكتاب المجسْطِي [موسوعةٌ فلكيةٌ ورياضيةٌ ألَّفها بَطْلَيْموس في العام 140 للميلاد تقريبًا] إلى العربية قد أُنجزت على يد الحجّاج بن مطر في النصف الأول من القرن التاسع الميلادي. وكانت أشهرُ خلاصةٍ وافيةٍ لأعمال بَطْلَيْمُوس في علم الفلك هي مِن صُنْعِ الفرغاني (توفي بعد 861) [أحمد بن كثير الفرغاني صاحب المدخل إلى هيئة الأفلاك يحتوي على جوامع كتاب بطليموس بأعذب لفظ وأبين عبارة] الذي استَعمل المكتشفاتِ النفيسةَ لعلماء الفلك المسلمين الأُوَل لتصحيح ما ورد في كتاب المجسْطي. وقَدَّمَ حَبَشٌ الحاسب [وهو لقبٌ له، واسمه أحمد بن عبد الله، كان في زمن المأمون والمعتصم وبعده، وله تقدُّمٌ في حساب تسيير الكواكب] (توفي سنة 870 تقريبًا) مجموعةً من الجداول الفلكية أَدْخَلَ فيها توابعَ مثلثيةً لجيب الزاوية وجيب تمامها وظلِّها، مما لم يرد ذكره في أعمال بَطْلَيْمُوس.

تطوَّر العلمُ في الدولة الإسلامية بسرعةٍ مع حركة الترجمة، وقد شمل ذلك الفلاسفةَ والعلماءَ أيضًا. ويُنسَب إيجادُ علم الفلسفة في الإسلام إلى أبي يوسف يعقوب بن إسحاق الكِنْدي (801 ـ 866 تقريبًا)، واسمه باللاتينية (Alkindes)، اشتُهر في الغرب بأنه "فيلسوف العرب". وُلد بالكوفة ـ مدينة في العراق ـ لأسرةٍ عربيةٍ مُوسرة، ما لبث أن غادرها ليُتِمَّ تحصيلَه العلمي في بغداد. وهناك عَمِلَ في بيت الحكمة، وقد طابت له رعايةُ المأمون وخلفائه المباشرين.

ومع أن الكنديَّ لم يمارس الترجمةَ بنفسه، غير أنه استفاد من حركة الترجمة ليغدوَ في مقدمة علماء الفلسفة المسلمين، ويؤسِّس الحركةَ الأرسطِيَّة في الإسلام. وكان موسوعيَّ الثقافة؛ فقد تضمَّنتْ رسائلُه أعمالاً في الجغرافيا والسياسة والفلسفة والكونيّات والفيزياء والرياضيّات وعلم الأرصاد الجوية والموسيقا وعلم البصريّات وعلم الدين والخيمياء والتنجيم. وكان أوَّل مَن وَضَعَ نظرياتٍ في الموسيقا في الإسلام، متَّبعًا في ذلك تراث فيثاغورس. واتَّبع في عمله في البصريات منهجَ ثيون الإسكندري في دراسة انتشار الضوء وتكوُّن الظلّ. أما نظريتُه في انبعاث الضوء وانتقاله، فكانت قائمةً على نظرية أُقليدس.

وأما آراء الكندي في الإدراك البصري، التي تُبايِن آراء أرسطو، إضافةً إلى دراساته في انعكاس الضوء، فقد أرست قواعدَ ما أصبح يُعْرَف في عصر النهضة الأوروبية بقوانين الرسم المنظوري. وأقنعتْه دراساتُه في علم الطبيعة بقيمة التفكير العقلي، وصار بنتيجة ذلك الفيلسوفَ الإسلاميَّ الأولَ الذي هاجمه علماءُ الدين الإسلامي الأصوليون. ألَّف "رسالة في طريقة طرد الكآبة" يقول فيها بأن مداواة حالات الكآبة والسوداوية تكون في أن ينكبَّ المرءُ على شيءٍ ثابتٍ فقط؛ هو عالَم الفكر والعقل.

وألَّف الكنديُّ كذلك كتابًا بعنوان "نظرية فنِّ السِّحر"، أو "في الأشعة النجمية"، لم يبقَ منه سوى مخطوطاتٍ باللاتينية الوسطى. استهلَّ رسالتَه بالقول بأن الأشعةَ النجمية تنبعث من الأجرام السماوية وتؤثِّر في جميع ما في الكون، ومن ذلك الإنسان، وعلى هذا فإن دراسة السماء تُتيح للمنجِّمين التنبُّؤ بالمستقبل. وخَتَمها بدراسةٍ عن القوة السِّحرية للكتابات الطِّلَّسميَّة [نقوشٌ يُزعَم أنها تَرُدُّ الأذى]، وهي إحدى الطرائق الخفيَّة التي ما زالت تُستعمل في العالَم الإسلامي. وكتب يقول: "لقد أثبت الحكماءُ اعتمادًا على التجارب والاختبارات العديدة أن الأشكالَ والحروفَ المنقوشةَ بيد الإنسان على المواد المختلفة، مع استحضار النيّة ومطابقةِ الإجراءات المتعارَفة للزمان والمكان وبقية الأعراف الأخرى، لها أثرٌ في حركة الأشياء الأبدية." [136]

من أهمِّ الشخصيات البارزة في حركة الترجمة وتعزيز العلم التي كان يرعاها المأمون وخلائفُه المباشرون، بنو موسى وهم الإخوة: محمد وأحمد والحسن، أولاد موسى بن شاكر، الذي كان [في شبابه] من قُطَّاع الطرق، ثم أصبح منجِّمًا في مَرْو، حيث صادَقَ المأمونَ قبل أن يصبح الخليفةَ في سنة 813. وعندما توفي موسى تبنَّى المأمونُ أولادَه الثلاثة، وأمر بتعليمهم في بغداد بعد أن تولَّى الخلافة. ولَمَّا أتَمُّوا دراساتِهم عَمِلوا في خدمة المأمون ومَن وَلِيَهم بوجوهٍ متعدِّدة، فأصبحوا بمرور الأيام أغنياءَ ومن ذوي النفوذ. وأنفقوا معظمَ

(136) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 65.

ثروتهم في جمع المخطوطات القديمة، وأعالوا جماعةً من المترجمين في بغداد. ويُنسَب إلى بني موسى أنفسِهم تأليفُ قرابة عشرين كتابًا في الفلك والرياضيّات والهندسة، ثلاثةٌ منها ما تزال محفوظة، ومنها رسالة ألَّفها أحمد بن موسى في الأدوات الميكانيكية البارعة على مثال *automata* (الأتمتة) في اليونان الهِلينيَّة.

ويحكي ابنُ خِلِّكان أيضًا قصةَ تكليف المأمون بني موسى بقياس محيط الأرض، ليتحقَّق من صحة القياسات التي أجراها إيراتوسثينيز [276 ـ نحو 194 قبل الميلاد، رياضيٌّ وجغرافي وعالم فلك يوناني كان أوَّلَ مَن حَسَبَ محيط الكرة الأرضية] وغيرُه من العلماء الإغريق القدامى. وكانت الطريقةُ التي استعملها بنو موسى تقوم على أساس قياس المسافة بين نقطتين تقعان على خطٍّ طولٍ واحد [أي من الشمال إلى الجنوب، وقد بلغت هذه المسافة ستةً وستين ميلاً وثلثي ميل] في صحراء سنجار حيث اختلفَ ارتفاعُ نجم القطب عند هاتين النقطتين بمقدار درجةٍ واحدة، ثم يَضربون هذه المسافةَ بالعدد 360 للحصول على محيط الأرض. وقد بلغت القيمةُ التي حصلوا عليها قياسًا لمحيط الأرض 8,000 فرسخ أو 24,000 ميل، طِبْقًا لما أورده ابن خِلِّكان؛ علمًا بأن مقدار المحيط المسلَّم بصحته اليوم هو 24,092 ميلاً.

أما أشهر مترجِمَيْن في بغداد في تلك الحقبة فكانا: حُنَيْنُ بن إسحاق وثابتُ بن قُرَّة، استعملهما بنو موسى "لينقطعا إلى الترجمة"[137]، حسبما ذَكره المؤرِّخ أبو سليمان السجستاني، الذي قال إنهما كانا يتقاضيان أجرًا جعلهما في مصافِّ كبار الموظَّفين في دواوين الدولة.

وُلد حُنينُ بن إسحاق (808 ـ 873)، الذي يُعرَف باللاتينية باسم جانيتوس، في مدينة الحِيرة جنوبي العراق، وكان أبوه صيدلانيًّا نَسطوريًّا. انتقل إلى بغداد فأخذ الطبَّ عن الطبيب النَّسطوري يوحنا بن ماسويه (توفي 857)، الطبيبِ الخاصِّ للمأمون ومَن وَرِثَهُ في الخلافة. كان حُنينُ لا يَعْلَمُ في ذلك الوقت سوى السُّريانية، فخيَّب ابنُ ماسويه أمَلَه، وثبَّط هِمَّته لَمَّا سُئل عن

(137) Gutas, *GTAC*, p. 133.

نصوصٍ طبيةٍ يونانية. وطِبْقًا لما ورد في سيرة حُنين الذاتية، الرسالة، انتقل إلى "بلاد الروم"[138] (ربما بيزنطة [مستعمرةٌ يونانية قديمة، تقع على مضيق البوسفور في تركيا]) وأحرز معرفةً عميقةً باليونانية، وبعدها عاش زمنًا في البصرة لتعلُّم العربية. ثم انتقل إلى بغداد، حيث قام هو وتلامذتُه ـ ومنهم ابنُه إسحاق بن حُنين وابن أخته حُبَيْش ـ بترجماتٍ من اليونانية إلى السُّريانية والعربية تَميَّزت بالدقّة والضبط. وتضمَّنتْ هذه الترجماتُ أعمالاً في الطب لأبُقْراط وجالينوس، وكتابَ "الأصول" لأُقليدس، وكتاب *De Materia Medica* لديسقوريدس، التي أصبحت الأساس في علم الأدوية الإسلامي. وتُعَدُّ ترجمةُ إسحاق لكتاب "الفيزياء" لأرسطو إلى العربية آخرَ النُّسَخ التي ما زالت باقيةً من ذلك العمل وأحسنَها. وتضمَّنت ترجماتُ إسحاق كتاب "المجسْطِي" لبَطْلَيْمُوس، على حين نقَّح والدُه حُنين كتاب "المقالات الأربع" *Tetrabiblos*. ونقَّح حُنين كذلك ترجمةً سابقة لجالينوس كان ترجمها يحيى بن البطريق (توفي 820)؛ وكانت خلاصاتٍ تضمَّنت كتب أفلاطون "الجمهورية"، و"تيمايوس" *Timaeus*، و"القوانين"، هي الأُولى فيما نُقِل من المحاورات الأفلاطونية [مجموعة آثار يبلغ عددها نحوًا من أربعةٍ وعشرين أثرًا بَسَطَ فيها أفلاطون آراءَه في صيغة محاورات، أشهرها الجمهورية] إلى العربية.

كان حُنين لا يَعرف الكَلال ولا المَلال في بحثه عن المخطوطات اليونانية، وقد أفصح عن ذلك فيما دوَّنه بشأن كتاب البرهان *De Demonstratione* لجالينوس. قال: "ما أَلَوْتُ جهدًا في السعي، وارتحلتُ للبحث عنه في سورية وفلسطين ومصر إلى أن وصلتُ إلى الإسكندرية، غير أني لم أتمكَّن من العثور إلا على نصفه تقريبًا في دمشق."[139]

كان حُنين طبيبًا بارزًا، وألَّف كتابَيْن في الطب ما تزال نُسختاهما العربيتان محفوظتَيْن، أحدهما في تاريخ الطب، والآخر رسالةٌ بعنوان "قوى الأغذية" ترجَمَه عن جالينوس وغيرِه من الكتَّاب اليونانيين. وتضمَّنتْ أعمالُه الأخرى

(138) G. C. Anawati, "Hunayn ibn Ishaq," *DSB*, 15, p. 230.
(139) G. C. Anawati, "Hunayn ibn Ishaq," *DSB*, 15, p. 230.

رسائلَ في الفلسفة والفلك والرياضيّات والبصريات وطب العيون والأرصاد الجوية والخيمياء والسِّحر. ويُنسَب إليه كذلك تأليفُ معجمٍ فنِّيٍّ في العلوم الإسلامية.

كان ثابتُ بن قُرَّة (836 ـ 901 تقريبًا) أحدَ العلماء والمترجمين البارزين، وُلد بِحَرَّان بين دجلة والفرات، التي كانت مركزًا للصابئة (وهي طائفةٌ دينيةٌ قديمة، تعتقد بالنجوم وتعبد الشمس والقمر والكواكب الخمسة على أنها آلهة). وقد حافظت حَرَّان على الموروث الثقافي اليوناني، وبه تَثَقَّفت الصابئةُ من أمثال ثابت فأجاد اليونانيةَ إلى جانب السُّريانية والعربية. كان ثابت يعمل صرَّافًا في حَرَّان يومَ "اكتشفه" محمد بن موسى ـ أحد إخوة بني موسى ـ الذي كان عائدًا من مهمةٍ بحثًا عن مخطوطاتٍ يونانيةٍ قديمة في الإمبراطورية البيزنطية. فأَحْضَرَ موسى الشابَّ ثابت معه في طريق عودته إلى بغداد، حيث أصبح أحدَ المترجِمين المنقطعين للعمل لدى بني موسى بالتعاون مع إسحاق بن حُنين. وبعد أن رَسَّخ ثابتُ بن قرّة أركانَه في بغداد، لَحِقَ به عددٌ من صِنْوانِه من الصابئة، وهناك أنشؤوا مدرسةً في الرياضيّات والفلك والتنجيم دامت ثلاثة أجيال.

تَرجَمَ ثابتٌ كُتبًا من السُّريانية واليونانية إلى العربية، من جُمْلتها كتاب "مقدمة في الحساب" من تأليف نيكوماخوس، إضافةً إلى نسخةٍ مُحسَّنةٍ من كتاب "الأصول" لأُقليدس، وكتاب "المجسْطِي" لبَطْلَيْمُوس. كذلك قدَّم أبناؤه ترجماتٍ في العربية، وعلى وجه الخصوص ترجماتِ كتبٍ لأرخميدس وأپولونيوس من مدينة پِرغا.

وإضافةً إلى الترجمة، أَلَّف ثابتٌ رسائلَ تضمَّنت أعمالاً في الفيزياء والفلك والتنجيم وعلم الحِيَل والميكانيك والبصريّات والرياضيّات. وأضاف تعليقاتٍ وحواشيَ على كتاب الفيزياء لأرسطو، ووضعَ مصنَّفًا بعنوان "الطبيعة وتأثير النجوم"، عرضَ فيه أركانَ الأسس الإيديولوجية لعلم التنجيم الإسلامي. وكَتَبَ أيضًا كتابًا في البناء ونظرية المِزْوَلَة [الساعة الشمسية].

أحيا ثابتٌ "نظرية التذبذب trepidation theory" الخاطئة التي نادى بها

ثيون الإسكندري، وفيها أن القطب السماوي يتذبذب جيئةً وذهوبًا، خلافًا للنظرية الصحيحة التي قدَّمها هيپارخوس [نحو 194 ـ 120 قبل الميلاد؛ عالم فلك ورياضيّات يوناني. وضع أول خريطة للسماء، وعيَّن فيها مواقع ما يزيد على ألف نجم]، والتي تقول إن القطب السماوي يلتف حول نفسه في مسارٍ دائري. وتصوَّرَ ثابتُ بن قرَّة الكواكبَ مندسَّةً ضمن كراتٍ مُصْمتة في سائلٍ قابل للانضغاط بين الكرات والدوائر المختلفة المركز. وتضمَّنت نظريتُه الكوكبية تحليلاً رياضيًّا للحركة، أشار فيه إلى سرعة جسمٍ متحرك عند نقطةٍ محدَّدةٍ في المكان والزمان، وهي فكرةٌ تُعَدُّ جزءًا من علم الحركة المجرَّدة kinematics الحديث. واشتملت إسهاماتُه في الرياضيّات حسابَ حجم المجسَّم المكافئ paraboloid [سطحٌ تَتَّخذ مقاطعُهُ وفقًا لأحد مِحورَيه شكلَ قَطْعٍ ناقص، ووفقًا للمحور الآخر شكل قَطْعٍ مكافئ]، وتقديم حلولٍ هندسيةٍ لبعض المعادلات التربيعية والتكعيبية. وكذلك صاغ نظريةً جديرةً بالملاحظة تتعلَّق بما يسمَّى الأعداد المتحابَّة amicable numbers، حيث يتكون كلُّ عددٍ من زوجِ العددَيْن "المتحابَّيْن" من مجموعِ قواسمِ العدد الآخر. علمًا بأن أصغرَ زوجٍ من الأعداد المتحابَّة هو 220 و284 [لأن قواسم العدد 220 هي: 1، 2، 4، 5، 10، 11، 20، 22، 44، 55، 110 ومجموعها يساوي 284؛ على حين أن قواسم العدد 284 هي: 1، 2، 4، 71، 142 ومجموعها يساوي 220].

ومن الشخصيات البارزة في حركة الترجمة قُسْطَا بن لوقا [البعلبكي]، وهو نصرانيٌّ من لبنان، كان فصيحًا باليونانية [جيِّدَ العبارة بالعربية]، وعَمِلَ في بغداد في الطب والعلوم والترجمة إلى حين وفاته في سنة 913. تضمَّنت ترجماتُه أعمالاً لكلٍّ من أريستارخوس، وهيرو [الإسكندري]، وديوفانتوس. وكَتَبَ تعليقاتٍ على كتاب "الأصول" لأُقليدس، وكتاب *De Materia Medica* لديسقوريدس، إضافةً إلى تأليف رسائلَ أصيلةٍ في الطب، والفلك، وعلم القياس، والبصريات. وكان من جملة أعماله الطبية رسالةٌ في الصحة الجنسية، وكتابٌ في الطب للحجّاج المسافرين ["تدبير الأبدان في السفر"].

كذلك ألَّف قُسْطَا كتابًا في السِّحر عنوانه "رسالة في التعاويذ، الأَيمان

والتمائم"، له ترجمةٌ لاتينية كان قد استشهد بها ألبرت الكبير [نحو 1200 ـ 1280، فيلسوف ولاهوتي ألماني، حاول التوفيق بين اللاهوت وفلسفة أرسطو] في القرن الثالث عشر. ويتَّضح جليًّا موقفُ قُسْطَا من الشَّعوذة في نادرةٍ أوردها في هذا الكتاب، إذ روى قصةَ "وجيهٍ من نبلاء بلدنا"[140] كان يَعتقد أن عرَّافةً كانت السببَ في جعله عِنِّينًا. أشار قُسْطَا على هذا الوجيه أن يَدْلِكَ جسمَه بصَفراء الغُراب الممزوجةِ بالسِّمْسِم، وأقنعه بأن هذا مُشْبِقٌ [مثيرٌ للشهوة الجنسية]، وكانت تلك النصيحة كافيةً كي يستعيد الرجلُ ثقته بنفسه، ومن ثم نشاطَه الجنسي.

استمرت حركةُ الترجمة حتى منتصف القرن الحادي عشر، في الشرق وفي الأندلس كذلك. عندئذٍ أضحت معظمُ الأعمال اليونانية المهمَّة في العلم والفلسفة متاحةً في الترجمات العربية مع تعليقاتٍ عليها، إضافةً إلى رسائلَ كان قد ألَّفها العلماء المسلمون في تلك الحقبة. وهكذا، وبفضل الاتصال المباشر مع الثقافات المجاورة، غدا العلماءُ مِمَّن يكتبون بالعربية في وضعٍ يؤهِّلهم لأخذ زمام القيادة في العلم والفلسفة، متمثِّلين ما تعلَّموه من اليونانيين ومضيفين إليه، لتبدأ نهضةٌ إسلاميةٌ انتقلتْ ثمراتُها في نهاية المطاف إلى أوروبا الغربية. وقد حدَّد العلماءُ المسلمون بدايةَ عصر التنوير هذا بعهد هارون الرشيد، كما يظهر من المديح الذي نَظَمَه الشاعرُ الموصلي:

أَلَم تَرَ أنَّ الشمسَ كانت مَريضةً فلما وُلِّيَ الهارونُ أَشْرَقَ نُورُها
تَلَبَّسَتِ الدنيا جَمالاً بِمُلْكِهِ فهارون والِيها ويَحْيَى وزيرُها[141]

(140) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 655.
(141) André Clot, *Harun al-Rashid*, p. 33.

عصر النهضة الإسلامية

بدأت النهضةُ الإسلاميةُ قبل انتهاء حركة الترجمة، وانتشرت شرقًا إلى أواسط آسيا وغربًا إلى شمال إفريقيا وإسبانيا، وأدَّى ذلك إلى ظهور أعمالٍ ومؤلَّفاتٍ في شتى فروع العلم المعروفة لدى قدامى الإغريق. وقد تركَّز عملُ أغلب أعلام الرعيل الأول من هذه النهضة في المنطقة الممتدة بين بغداد وأواسط آسيا، حيث استمرَّ العِلْمُ العربي صُعُدًا في ازدهارٍ مطَّرد، ولا سيّما علم الفلك، بعد عهدٍ من الوَهَن أصابه في بقاعٍ أخرى من العالَم الإسلامي.

وقد أثار الانتشار السريعُ للإسلام في عهده الأول، إلى جانب فريضة الحج التي تُلزم جميعَ المسلمين [المستطيعين] التوجُّهَ إلى مكة، اهتمامًا لدى العلماء العرب في علم الجغرافيا والتاريخ الطبيعي. وكانت أكثر الأعمال الإسلامية الأولى رواجًا في هذه المنطقة على يد المؤرِّخ الجغرافي أبي الحسن المسعودي، الذي سُمِّيَ پلينيوس المسلم.

وُلد المسعوديُّ في أواخر القرن التاسع قرب بغداد، حيث قضَّى فيها دراستَه قبل أن يرتحل إلى عموم مناطق آسيا وأجزاء من أوروبا. كوَّن له رأيًا في الأوروبيين، إذ وصفهم بـ "الفظاظة والبلادة والافتقار إلى روح الدعابة."[142] وأمضى العقدَ الأخير من حياته في سورية ومصر، وتوفي في سنة 956. أشهر تصانيفه كتاب "مروج الذهب ومعادن الجوهر"، بدا فيه المؤلِّفُ رحالةً ومؤرِّخًا

(142) Turner, *Science* in Medieval Islam, p. 120.

وجغرافيًّا وجيولوجيًّا وعالِمًا بالتاريخ الطبيعي. وكان آخر مؤلَّفات المسعودي "كتاب الإشارات والتنقيحات"، أَجْمَلَ فيه ملاحظاتِه وفلسفتَه في الطبيعة والتاريخ. وابتدَعَ كذلك نظرياتٍ في الموسيقا، وكان من دعاة المداواة بها، إضافةً إلى عرضه فكرةَ تطوُّر الإنسان. وحذَّر من قبول "القدامى" تسليمًا من غير تمحيص، اعتقادًا منه بأن العلم يترقَّى بالمكتشفات الجديدة.

احتلَّ علم الفلك على الدوام مكانَ الصدارة بين العلوم الإسلامية، وغالبًا ما كان علماءُ الفلك العرب يُنمِّقون حديثَهم في تمجيد منفعة هذا العلم وصلاحه. فقد بدأ محمد بن جابر البَتَّانِي (858ـ929) كتابَه "زيج الصابئ" بالاستشهاد بآيةٍ من القرآن الكريم في مدْح علم الفلك: "﴿هُوَ ٱلَّذِى جَعَلَ ٱلشَّمْسَ ضِيَآءً وَٱلْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُۥ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا۟ عَدَدَ ٱلسِّنِينَ وَٱلْحِسَابَ﴾ [يونس 5]."

كان البتَّانِي ـ الذي يسميه الفرنج Albategnius ـ صابئًا من حَرَّان، وكان له مرصدٌ خاصّ في مدينة الرقّة السورية. تُرجِمَ كتابُه "زيج الصابئ" إلى اللاتينية بعنوان *De Scientia Stellarum* (في علم النجوم)، وبقي في قيد الاستعمال في أوروبا حتى نهاية القرن الثامن عشر. وذَكَر البتَّاني في مقدمة كتابه "الزيج" أن الأخطاء التي وجدها في الرسائل الفلكية المتقدِّمة قادتْه إلى تطوير النموذج البَطْلَيْمُوسي [القائل بأن الأرض كرةٌ ثابتة في وسط الكون، وأن الشمس والقمر والكواكب السيَّارة تدور حولها في مداراتٍ دائرية] وذلك بإضافة نظرياتٍ وملاحظاتٍ جديدة، تمامًا مثلما تَعامَلَ بَطْلَيْمُوس مع عَمَلِ هيپارخوس وغيرِه من سابقيه. وقادته ملاحظاتُه المتعلقة بتغيُّر موضع القطب السماوي إلى رفْضِ نظرية التذبذب لثابت بن قرَّة، وتأييد نظرية المبادرة precession theory القديمة [وتعني الحركة الدائرية المتغيرة المحور] لهيپارخوس. وكان بَطْلَيْمُوس قد قاس معدّل المبادرة فوجدها درجةً واحدةً في مئة سنة، على حين أن البتَّاني وجدها درجةً واحدةً في 66 سنة؛ أما القيمةُ الصحيحة لها فهي درجةٌ واحدةٌ في 72 سنة. هذا وقد تُرجمت كتاباتُ البتَّاني الفلكية إلى اللاتينية وبقيت في قيد الاستعمال حتى القرن السابع عشر.

على أن كثيرًا من الفلكيين العرب عملوا منجِّمين أيضًا، وذلك بسبب

الانتشار الواسع لعلم التنجيم على مستوى جميع الطبقات الاجتماعية في العالَم الإسلامي. وقد حَدَثَ هذا على الرغم من المعارضة القوية من علماء الدين الذين يَستشهدون بالقرآن في التنبيه على حقيقة أنه "﴿قُل لَّا يَعْلَمُ مَن فِي ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ ٱلْغَيْبَ إِلَّا ٱللَّهُ﴾ [النمل 65]." وأورد الشاعر سعدي الشيرازي نادرةً سَخِرَ فيها مِن دعوى أن التنجيم يمكن أن يتنبَّأ بالمستقبل؛ وهي أن منجِّمًا رَجَعَ إلى بيته في أحد الأيام فوجد زوجتَه مع رجلٍ آخر؛ فلما أقام النكير، هَزِئَ به أحدُ جيرانه قائلاً: "كيف تستطيع معرفةَ ما في قُبَّة السماء وأنت لا تستطيع أن تكتشف مَن في بيتك؟"[143]

وظهر من العرب فلاسفةٌ لامعون هاجموا التنجيمَ أيضًا، كان من أقدمهم أبو نصر الفارابي (870 تقريبًا ـ950)، Alpharabius باللاتينية. وهو تركيُّ الأصل وُلد في ترانسأُكسيانا Transoxiana، وهي المنطقة الواقعة وراء نهر جَيْحون (الاسم القديم لنهر أمودارياً) في آسيا الوسطى، أمضى فيها الشطرَ الأولَ من حياته. وبعدها انتقل إلى مدرسةٍ في بغداد، حيث درس المنطق بالسُّريانية على يد العالِم النَّسطوري يوحنا بن هيلان. وبعد عقدَيْن قضاهما في بغداد، ارتحل إلى قصر سيف الدولة في دمشق؛ حيث عاش فيها بقية حياته.

وَرَدَ هجومُ الفارابي على التنجيم في مقدمة كتابه "إحصاء العلوم والتعريف بأغراضها"، الذي عُرف بترجمته اللاتينية باسم *De Scientiis*. وهو أقدمُ تصنيفٍ للعلوم محفوظٍ من القرون الوسطى، عُدِّل وطُوِّر على يد العلماء العرب الذين جاؤوا من بعده. وبقطع النظر عن معارضة الفارابي للتنجيم، فقد بقي يضمِّن شذراتٍ منه في علم الفلك الرياضي والرَّصْدي باعتباره جزءًا من "علم السماء".

كان الفارابيُّ العالِمَ الفيلسوفَ الأرسطيَّ الإسلاميَّ الثاني بعد الكندي، غير أنه كان شديدَ التأثُّر بأفلاطون أيضًا، وهذا ما حَمَلَهُ على أن يَبذلَ مجهودًا للتوفيق بين الآراء الأفلاطونية والأرسطيَّة في حال اختلافها. وحاوَلَ في كتابه

(143) Sa'di of Shiraz, *Tales from the Bustun ... and Gulistan*, p. 26.

"المدينة الفاضلة" أن يُظهر العلاقةَ بين المجتمع الأفلاطوني المثالي في كتاب "الجمهورية" وبين الشريعة الإسلامية. فذاع صِيتُه على أنه مؤسِّسُ الفلسفة السياسية والمنطق في الإسلام. أما أعمالُه العلمية، فتضمَّنت تعليقاتٍ على كتاب "الأصول" لأُقليدس وكتاب "المجسْطِي" لبَطْلَيْمُوس. وأما رسالتُه في الموسيقا، فهي أقدمُ دراسةٍ في هذا الموضوع في الإسلام، سبقَت بمراحل جميعَ الأعمال في أوروبا اللاتينية. وكان الفارابيُّ إلى ذلك مؤلِّفًا موسيقيًّا، وأُدِّيَت بعضُ أعماله في مناسبات الفرق الصوفية، وما زالت طائفةٌ منهم اليوم في جماعات الدراويش التركية.

كان الطبُّ فرعًا آخر من العلوم التي قُدِّرت حقَّ قَدْرها في الإسلام. وقد تَجلَّى ذلك في أحد الأحاديث المروية عن النبي محمد ﷺ: "نِعْمَتَان مَغْبُونٌ فيهما كثيرٌ من الناس الفراغُ والصِّحة."[144]

كان أبو بكر محمد بن زكريا الرازي (نحو 854 ـ نحو 930) أوَّلَ مؤلِّفٍ عظيمٍ في الطب الإسلامي، عُرِفَ باللاتينية باسم Rhazes. وُلد في مدينة الرَّيِّ الفارسية، وكان طبيبًا مشهورًا طَبَّقتْ شُهرتُه الآفاق، ويُعْرَف بجالينوس العرب. دَرَسَ في الرَّيّ، وتولَّى تدبيرَ المارستان فيها، ثم رياسةَ أطباء البيمارستان في بغداد، وجاءه الطلابُ من أماكنَ بعيدةٍ ليتعلَّموا عليه. يُنسب إليه تأليفُ 232 مصنَّفًا، أغلبُها مفقود، ومنها جميعُ رسائله في الفلسفة. أما أجلُّ كتبه الطبية المحفوظة، فهو "الحاوي"، تُرجم إلى اللاتينية بعنوان *Continens*، وهو أوسعُ عملٍ طبيٍّ عربيٍّ محفوظ. تُرجمت رسالتُه في الجُدَرِي والحصبة، التي تُعْرَف باللاتينية باسم *De Peste*، إلى الإنكليزية وغيرها من اللغات الغربية، ونُشِرَت في أربعين طبعةً ما بين القرنين الخامس عشر والتاسع عشر. وتَمَيَّزت كتاباتُ الرازي بحرصه الشديد على إجراء التشخيص بالمعاينة observational diagnosis ثم المعالجة، بدلاً من الاعتماد على المعرفة النظرية للأمراض وعلاجها. وتشير عناوينُ بعض كتبه إلى أنه كان مدركًا مواطنَ القصور والاستعمالَ الخاطئ في مهنة الطب، من مثل رسالتَيْه: "في حقيقة أن الأطباء

(144) Turner, *Science* in Medieval Islam, p. 131.

الحاذقين أنفسهم لا يستطيعون معالجة جميع الأمراض"، و"لماذا يُفضِّل الناسُ المشعوذين والدجَّالين على الأطباء".

من جملة كتب الرازي كتابٌ عُرِف بترجمته الإنكليزية باسم *Spiritual Physick* (البنية الروحية)، وهو يتعلَّق بتشخيص ومعالجة الأمراض الجسدية والنفسية في آنٍ معًا. تتناول فصولُ هذا الكتاب عشرين مرضًا عضويًّا ذا منشأ نفسي؛ وقد خَتَمَ الفصلَ الرابع عشر الذي يحمل عنوان "في السُّكْر" بالاستشهاد بقصيدةٍ لشاعرٍ عربي عن مضارِّ الشراب المُسْكِر:

متى سيكون في وسعك
أن تَعِيَ قيمةَ النِّعم التي أسبغها الله عليك،
إذا ما أنفقتَ لياليك كلَّها في القصف واللهو،
ثم ما إن تصحو في الصباح متثاقلاً،
وأبخرة الشراب ما تزال تجيش في عينيك،
حتى تعود إلى حُمَيَّا دِنانِك؟[145]

كانت كتاباتُ الرازي في الخيمياء مشهورةً أيضًا، ولا سيّما "كتاب الأسرار". ونجده هنا أقلَّ اهتمامًا بالخلفية الفلسفية الخفية لعلم الخيمياء منه بالمواد الكيميائية، والعمليات، والتجهيزات المخبرية المتعلقة بها. ومن جملة المواد التي دَرَسَها النفط، الذي أصبح في العصر الحديث المصدرَ الرئيسيَّ لثراء عددٍ من الدول الإسلامية في الشرق الأوسط. وعَمِلَ كذلك في المصابيح الزيتية، أو النَّفَاطات [ضَرْبٌ من السُّرُج يُسْتَصْبح بها]، استَعمل فيها وقودًا من زيوتٍ نباتية ونفطٍ مكرَّر.

كَتَبَ الرازي في السِّحر والتنجيم إضافةً إلى الخيمياء، وتأثَّر بكتاباته في هذه الحقول فلاسفةُ الطبيعة في أوروبا الغربية. أحدُ هذه الكتب كان بعنوان "الرُّقْية والسِّحر والتعاويذ"، دَرَسَ فيه استعمالَ هذه الممارسات الخفية في

(145) Nasr, *SCI*, p. 206.

التسبُّب بالأمراض ومعالجتها. ثم جاء خالِفُوهُ مِمَّن تَبِعَ نَهْجَه فبَحَثوا عن إكسير الحياة [مادة زُعِمَ أنها تُطيل الحياة إلى ما لانهاية]، وحجر الفلاسفة [حجر زُعِمَ أنه قادرٌ على تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب أو فضة]، والطِّلَّسْمات [تعويذة تحمل خطوطًا وأعدادًا سِحْريةً زُعِمَ أنها تدفع الشرَّ أو تجلب الحظَّ السعيد]، والخصائص السِّحرية للنباتات والمعادن وقدرتها المزعومة على معالجة الأمراض.

أما أشهرُ الأطباء المسلمين قاطبةً الذين جاؤوا بعد الرازي، فهو علي بن عباس المجوسي (نحو 925 ـ 994)، وباللاتينية Haly Abbas. وتعني كلمة مجوسي: "زرادشتي"، مع أنه كان مسلمًا. وُلِدَ قُربَ شيراز. أشهرُ أعماله "الكتاب المَلَكي" [أو كامل الصناعة الطبية الضرورية، قال عنه القفطي: مال الناسُ إليه في وقته ولَزِموا دَرْسَه إلى أن ظَهَرَ كتابُ القانون لابن سينا، فمالوا إليه وتركوا المَلَكي بعضَ التَّرْك، والمَلَكي في العمل أبلغ، والقانون في العلم أثبت]، عُرِفت ترجمتُه اللاتينية باسم *Liber Regius*. وتكمن الفائدةُ الرئيسية لهذا الكتاب اليوم في تقييم المجوسي لسالفيه اليونانيين والعرب ومن ضمنهم الرازي.

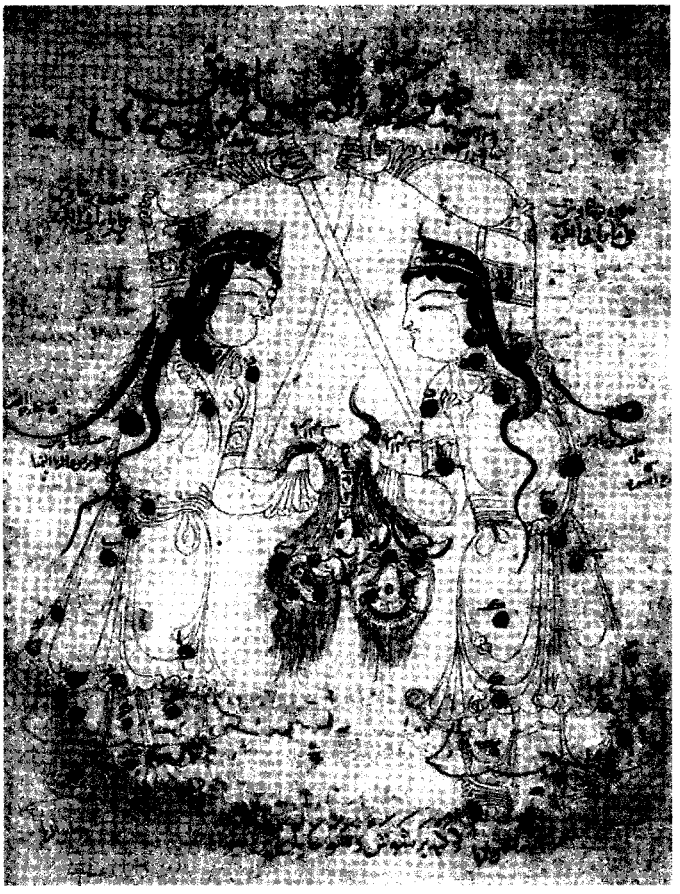
أكَّد المجوسيُّ أهميةَ العلاج النفسي في معالجة الأمراض العضوية النفسية المنشأ؛ وكان مرض الحب غير المتبادَل unrequited love أحدَ هذه الأمراض التي تَعَرَّفها. وتُمثِّل كتاباتُه في السُّموم، ومن ضمنها أعراضُها وترياقُها [دواء ضدَّ السُّمّ يَمنع امتصاصَ السُّمِّ في المعدة والأمعاء]، بدايةَ عِلْمِ السموم في القرون الوسطى. وكَتَبَ في استعمال المخدِّرات ومشكلات الإدمان عليها بصفتها جزءًا من دراسته العامة للأدوية، وكان يشدِّد كذلك على أهمية المعالجة الكيميائية، ويعارض منْعَ الحمل واستعمالَ العقاقير التي تسبِّب الإجهاض، باستثناء الحالات التي تتعرَّض فيها الحالةُ الصحية العقلية والفيزيائية للمرأة للخطر. وكان يُصِرُّ على التزام المعايير العليا للأخلاق الطبية، ويُشير على زملائه بالرجوع إلى قواعد أبقراط في ممارسة مهنة الطب.

عُرِف الفلكيُّ الفارسي عبد الرحمن الصوفي (903 ـ 986) لدى الغربيين بالزوفي Azophi. ولم يُعْلَمْ من حياته وعملِه إلا القليل، ما عدا صلاتِه بالأسرة البُوَيْهيَّة الحاكمة، التي استولت على بغداد في سنة 945 وعَمِلتْ مدةً تزيد على

قرنٍ على حماية الخلفاء العباسيين، الذين تراجع سلطانُهم ليصبحوا مجرَّد دمًى. اشتُهر الصوفي أكثر ما اشتُهر بكتابه "رسالة في بروج النجوم الثابتة"، وهي تنقيحٌ نقديٌّ لدليل النجوم الذي صنعه بَطْلَيْمُوس اعتمادًا على أرصاده الخاصة، وكانت المرجعَ العربي الموثوق في علم الفلك لقرونٍ عديدة، ثم أصبحت مشهورةً لدى الغربيين بواسطة ترجمتها القشتالية [لغة إسبانيا الرسمية والأدبية المبنية على لهجة قشتالة، مقاطعة في وسط إسبانيا]. ويُذكَر أن الأسماءَ العربية القديمة التي استعملها للنجوم قد أقَرَّها وأخذ بها معظمُ الفلكيين الإسلاميين الذين جاؤوا من بعده، لتدخل فيما بعدُ ضمن المصطلحات الفنية الحديثة في علم النجوم. وتُعَدُّ المخطوطاتُ المزخرَفة لهذه الرسالة من بين أكثر المخطوطات العلمية الإسلامية جمالاً؛ حيث تَعرض الصُّوَرُ الزيتية ثمانٍ وأربعين مجموعةً نجمية، مقرونةً بجداول تُحدِّدُ مواضعَها وأقدارَها [درجات سطوعها النسبي] وألوانَها. وعُرِضت كلُّ مجموعةٍ نجمية بصورتَيْن: الأولى كما تبدو للمراقب من الأرض، والثانية كما قد تبدو على الكرة السماوية للناظر إليها من خارجها. أما الشخصيات الأسطوريةُ فقد صُوِّرت بأزياءٍ إسلاميةٍ لا إغريقية؛ فالمجموعةُ النجمية التي تَحمل اسم پرسيوس (أو كوكبة الجبَّار) [كوكبة في نصف الكرة السماوية الشمالي، تقع بين كوكَبَتَي الثور وذات الكرسي] أُلْبِستْ ثوبًا عربيًّا متدلّيًا، وهي تلوِّح بسيفها بإحدى يديها، وتُمْسك بالأخرى برأس مِدوسا Medusa المقطوع من شعرها الطويل.

وقد كان أبرزُ شخصيات النهضة الإسلامية من العلماء الجامعيين الذين تفنَّنوا في شتى ضروب العلم وتناولوها في كتاباتهم، ومن بينها عِلْمُ الفلك، دون استبعادٍ دائمٍ لعلم التنجيم.

بَلَغَ عددُ الأعمال التي تُنسَب إلى أبي ريحان البيروني (973 ـ 1050) 146 عملاً، تتضمَّن رسائلَ في علم الفلك، والتنجيم، وعلم تأريخ الأحداث، وقياس الزمن، والجغرافيا، والجيوديسيا، والخرائط، والرياضيّات (وتشمل الحساب والهندسة والمثلثات) والميكانيك والطب والأدوية والأرصاد الجوية والمعادن (ومن ضمنها الأحجار الكريمة) والتاريخ والفلسفة والدين والأدب والسِّحر، إضافةً إلى



كوكبة الجبار كما أوردها الصوفي في كتابه "رسالة في بروج النجوم الثابتة"، عن مخطوطة عربية تعود إلى القرن العاشر.

شروحٍ مفصَّلة لأدواتِ رَصْدِهِ واختراعاتِه. وُلِد في أواسط آسيا في منطقة تُعْرف بخوارزم (أوزبكستان اليوم)، ربما من أصولٍ تركية، ودَرَسَ بإشراف الفلكيِّ الرياضي أبي ناصر منصور. والتحق بعدها في خدمة السلطان محمود الغزنوي ـ نسبة إلى غزنة (أفغانستان اليوم) ـ في حملاته لإخضاع أواسط آسيا والهند.

وقد مَكَّنت المعارفُ التي حَصَّلها البيروني في هذه الحملات من تأليف كتابه الشهير "وصف الهند"، الذي يُعَدُّ كنْزًا نفيسًا من المعلومات في التاريخ

والجغرافيا والعلم والدين، إلى جانب دراساتٍ في الجنس البشري والمجتمع. وكان لهذا الكتاب أيضًا اليدُ الطولى في إدخال الرياضيّات الهندية إلى العالَم الإسلامي، الذي نقلَ هذه المعارفَ فيما بعدُ إلى أوروبا. أما كتابه "تاريخ الأمم القديمة"، فَيَصِفُ فيه التقاويمَ والمناسباتِ الدينيةَ لمختلِفِ الشعوب في العصور القديمة. وأما كتابه "قانون المسعودي"، فصار المرجعَ الأساسيَّ في علم الفلك الإسلامي، تمامًا كما كان كتابُه "عناصر علم التنجيم" المرجعَ المعياريَّ في بابه. ومع هذا، فقد أكَّد البيروني أنه لا يؤمن بالتنجيم حقًّا، لأنه يعتقد أن "أحكام النجوم"[146] لا مكان لها في العلوم الصحيحة.

من مآثر البيروني الأخرى: إجراءُ قياسٍ دقيقٍ لمحيط الأرض؛ وإعدادُ تقويمٍ يبيِّن حركةَ الشمس والقمر بين بروج دائرة البروج؛ وصنْعُ جهازٍ لعملِ قياساتٍ دقيقة للأوزان النوعية للسوائل؛ وصنْعُ أداةٍ ميكانيكية تثليثية لقياس المسافات، كقياس عرض نهرٍ أو ارتفاع مئذنة؛ وابتكارُ طريقةٍ رياضيةٍ لتحديد اتجاه القبلة (اتجاه مكّة من أي نقطة)؛ وتخمينُ دوران الكرة الأرضية؛ وإبداءُ ملاحظاتٍ على عملياتٍ تكنولوجيةٍ من قبيل: صبِّ الحديد، وإنتاج الفولاذ، واستخراج الذهب من المناجم وتنقيته. وجميعُ هذه التقنيات وغيرُها كثيرٌ مذكورٌ في مؤلَّفه "كتاب الجماهِر في معرفة الجواهر"... غير أن كُتب البيروني لم يُترجَم منها شيءٌ إلى اللاتينية قطُّ، ولذلك كان تأثيره ضئيلاً في التطوُّر اللاحق للعلوم في أوروبا.

كانت تأمُّلاتُ البيروني في الحركة السماوية مدهشةً حقًّا، فقد خالف مبدأ أرسطو المتعلِّق بالمكان الطبيعي والحركة الطبيعية، وافترض بدلاً من ذلك أن للأجسام السماوية ثقالةً (أي وزنًا) على الرغم من كونها تتحرَّك في مداراتٍ دائرية لا باتجاه المركز. وقد ظهرت تأمُّلاتُه في الحركة السماوية وغيرها من الأمور المهمة في رسائله المتبادَلة مع أبي علي الحسين ابن سينا، واسمه باللاتينية Avicenna، وَجَّه إليه فيها عددًا من الأسئلة، يتعلَّق أوَّلُها "بالثقالة المحتملة للسماء، وحركتها الدائرية، وإنكار المكان الطبيعي للأشياء."[147]

(146) Turner, *Science* in Medieval Islam, p. 109.

(147) Nasr, *SCI*, p. 133.

وُلِد ابن سينا (980-1037) قرب بُخارى (في أوزبكستان حاليًّا) وتعلَّم فيها؛ وعاش بعدها في المدينتَين الفارسيتَين الرَّي وهَمَذان، وتوفي في همذان. يُنسَب إليه تأليف زهاء 270 مصنَّفًا، منها كتابٌ في سيرته الذاتية، أَتَمَّه تلميذُه الجُوزجاني. أشهر كُتبه "القانون في الطب" و"كتاب الشفاء"، وهما يحتويان أيضًا على فصولٍ في المنطق والأخلاق والرياضيّات والفيزياء والبصريات والكيمياء وعلم الأحياء والنبات والجيولوجيا وعلم المعادن والأرصاد الجوية وعلم الزلازل. وكَتَبَ كذلك في تصنيف العلوم، واصفًا الفلسفة بأنها "مَلِكة العلوم." تُرجِمت مؤلَّفاتُه الطبية، مع مؤلَّفات الرازي، إلى اللاتينية، واستُعملت بصفتها مراجعَ أساسيةً في المدارس الطبية الأوروبية حتى القرن السابع عشر. وكان كتاب "القانون في الطب" سابقًا لأوانه في معالجة بعض المسائل مثل: معالجة السرطان، وتأثير البيئة، والآثار المفيدة للرياضة البدنية، والحاجة إلى المعالجة النفسية؛ كما أدركَ الصلةَ بين الحالات الانفعالية والعضوية، ومن ذلك - كما أشار المجوسي من قبله - أَسَى الحبِّ غير المتبادَل.

كان ابنُ سينا العالِمَ المسلمَ الأولَ الذي أحيا نظريةَ القوة الدافعة المنسوبة إلى جون فيلوپونوس، وذلك في محاولةٍ لتفسير سبب استمرار القذيفة في حركتها بعد إطلاقها. فوصف هذه القوةَ الدافعة بأنها "قوة مستعارة"[148] تكتسبها القذيفةُ من مصدر الحركة، "تمامًا كما تعطي النارُ الحرارةَ للماء."

وكان لابن سينا تأثيرٌ بالغٌ في التطوُّر اللاحق للعلم سواءٌ في العالَم الإسلامي، أو في أوروبا اللاتينية التي اشتُهر ابنُ سينا فيها على أنه "أمير الأطباء". وكان لآرائه، التي ضمَّت مفاهيمَ أفلاطونية وأرسطيَّة، الأثرُ العميقُ في الفكر الغربي في القرن الثالث عشر، عندما كان العِلْمُ الأوروبي الجديدُ في طور النشوء بفضل الموارد العربية - اليونانية.

كان سيِّد زين الدين إسماعيل الجُوزجاني (توفي سنة 1070 تقريبًا) أكثرَ تلامذة ابن سينا تأثُّرًا به. عاش في خوارزم (منطقة في وسط آسيا). أما مؤلَّفُه

(148) Crombie, *MEMS*, vol. 2, p. 53.

الرئيسي، فكان كتابَ "مخزن الكنوز المُهدى لملك خوارزم"، وهو موسوعةٌ طبيةٌ أساسُها كتاب "القانون" لابن سينا، كَتَبَها بالفارسية، ومهَّدت الطريقَ لوضع مصطلحات علمية في الطب، ومن ضمنها مصطلحاتُ علم الأدوية. وثمة كُتُبٌ أخرى للجوزجاني؛ منها كتابُه "مذكَّرات طبية"، و"أغراض الطب"، إضافةً إلى كتابه "مخزن الكنوز"، كانت المصادرَ الرئيسيةَ لتخليد التعاليم الطبية لابن سينا وأسلافِه. وكذلك ألَّف رسالةً في الفلك عنوانُها "بنية القبة السماوية"، تناول فيها بالدراسة فكرةَ بَطْلَيْمُوس المثيرةَ للجدل المتعلقةَ بنقطة التعادل equant، وهي النقطةُ التي تدور حولها الكواكبُ بسرعةٍ ثابتة، كما هو موضَّحٌ في كتاب "المجسْطِي"، تلك الفكرة التي رفضها معظمُ علماء الفلك المسلمين.

أما أشهرُ علماء الرياضيّات في التاريخ الإسلامي فهو أبو الفتح عمر بن إبراهيم الخيَّامي (ما بين 1048 و1130 تقريبًا)، يُعْرَف في الغرب باسم عمر الخيَّام. وُلد الخيّام في نيسابور في بلاد فارس، قبل أن يسيطر الأتراكُ السلاجقةُ على جزءٍ كبيرٍ من الدولة العباسية بمدةٍ قصيرة، حيث بَلَغَ الأمرُ مداه بالاستيلاء على بغداد سنةَ 1055.

تَمثَّل عملُ الخيام الرئيسيُّ في الرياضيّات في كتابِهِ "الجبر"، الذي بلغَ الغايةَ في بابه، وعدَّه الكثيرون ذروةَ سنام البحث العلمي الإسلامي في ميدانه، تَخطَّى فيه عَمَلَ الخوارزمي الذي تضمَّن المعادلات التكعيبية. استَعمل الخيامُ الطرائقَ الحسابية والهندسية في حلِّ المعادلات التربيعية (من الدرجة الثانية)، وسخَّر طريقةَ المقاطع المخروطية لحلِّ المعادلات التكعيبية، وهي طريقةٌ أخذ بها أرخميدس أولاً. وكان الخيامُ كذلك أولَ مَن أدرك التكافؤَ بين الجبر والهندسة، الذي وطَّده في نهاية المطاف ديكارت في القرن السابع عشر.

أجرى الخيّام بحوثًا في الفيزياء، واخترعَ الميزانَ المائي water balance الذي ظلَّ مرتبطًا باسمه مدةً طويلة. وعَمِلَ أيضًا في برنامجٍ لإصلاح التقويم الذي بدأه السلطانُ السلجوقي مَلِكْشاه (حَكَمَ ما بين 1072 و1092). وما يزال التقويمُ الجلالي الذي ابتدعه هو وزملاؤه مستعمَلاً في إيران وغيرها من دول العالَم الإسلامي. وقد أشار الخيّامُ إلى هذا العمل في إحدى رباعياته؛ ذلك

الديوانُ الشعري الذي اشتُهر به في الغرب أكثر من شهرته في الرياضيّات.

يقول صحبي حساباتي قد انتظَمَتْ
كرَّ السنين التي وَلَّت ولَمْ تَعُدِ
يومان ما عشتُ لا أُعنَى بأمرهما:
يومٌ تولَّى ويومٌ بعدُ لَمْ يَرِدِ[149]

بَلَغَ عِلْمُ أصول الدين الإسلامي ذروتَه مع أبي حامد الغزالي (1058-1111)، ويُسمَّى باللاتينية Algazel. أشهرُ أعماله كتاب "تهافت الفلاسفة"، هاجَمَ فيه المذهبَ العقلي للأفلاطونية المُحْدثة، والفيزياء والميتافيزيقا الأرسطية، وانتقد فيه بعضَ آراء ابن سينا والفارابي. وزادت كتاباتُه من انتشار التصوّف في الإسلام زيادةً كبيرة، وأدَّت إلى رفْضِ الفلسفة والعلوم العقلانية. ومع أن تَراجُعَ العلوم العربية الذي بدأ في القرن الثاني عشر يُعزَى جزئيًّا في بعض الأحيان إلى أثر كتابات الغزالي، فإن الأعمالَ العربية في الميكانيك والفلك - على الأقل - بقيت في مستوًى رفيع بعد الغزالي، ولا سيّما في أواسط آسيا.

استمرَّ موروث أرخميدس في الميكانيكا وعلم توازن الموائع hydrostatics بالنموِّ حتى بلغ في وقتٍ متأخرٍ من القرون الوسطى في العهد الإسلامي أواسطَ آسيا. يَشهد على صحة هذا كتاباتُ عبد الرحمن الخازني، الذي سطع نَجمُه في النصف الأول من القرن الثاني عشر في مرو (تركمانستان حاليًّا). وكان في الأصل غلامًا (عبدًا) بيزنطيًّا، وربما مَخْصِيًّا، ويبدو أنه أصبح موظَّفًا كبيرًا في الدولة تحت حُكم سانجار بن مَلِكْشاه، الذي كان أولَ أميرٍ على خراسان (حَكَمَ ما بين 1097 و1118)، وبعدها تحت سلطان سلجوق (حَكَمَ ما بين 1118 و1157)، وذلك في المدة التي أصبحت فيها مَرْو مركزًا للنشاط الأدبي والعلمي.

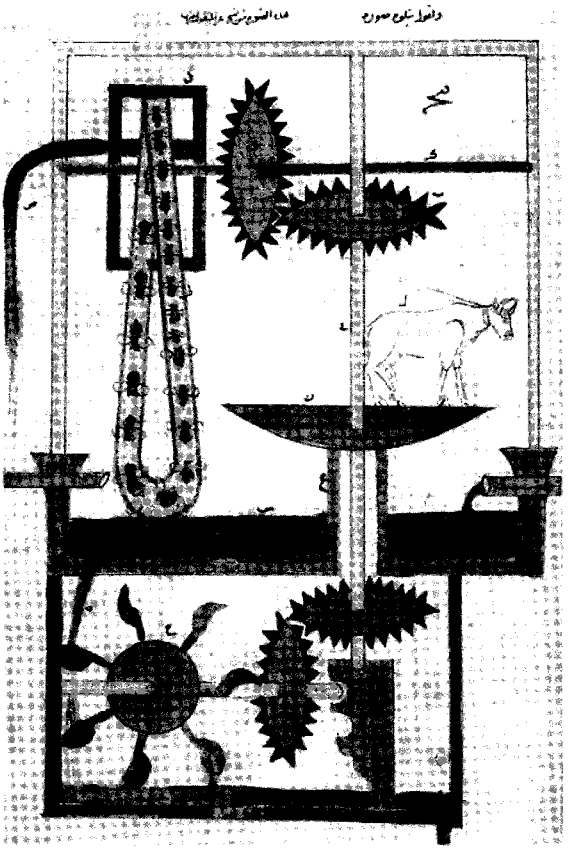
أشهرُ مصنّفات الخازني "كتاب ميزان الحكمة"، وهو موسوعةٌ في

(149) Khayyam, *The Rubaiyat*, lxii.

الميكانيك وعلم توازن الموائع، ويُبرِز الكتابُ كذلك تعليقاتٍ على كتاباتِ علماءَ أقدمين في هذا الحقل تعود إلى الماضي البعيد؛ إلى أُقليدس وأرخميدس. تضمَّنت الموضوعاتُ التي تناولتْها الموسوعةُ نظرياتٍ في مركز الثقالة؛ وقياسات الأوزان النوعية لخمسين مادة (سائلةٍ وصُلْبَة)؛ وتعيين مكوِّنات الخلائط المعدنية (الأُشابات)؛ وآليات الميزان القبَّان steelyard وغيره من الموازين، ومن بينها الميزانُ المائي لعمر الخيّام، وميزانٌ آخرُ يُنسَب إلى أرخميدس. وأثبتت الموسوعةُ كذلك قواعدَ معياريةً في القياس، ودَرَستِ الفعلَ الشَّعري (الخاصّة الشَّعرية)، ووَصَفَتِ الآلاتِ الميكانيكيةَ الذاتية الحركة mechanical automata المبتكرة. وأما المَعْلَمُ الماتعُ حقًّا في هذه الموسوعة، فهو أن الخازني يَعتبر الجاذبيةَ الأرضيةَ قوةً كونيةً تؤثِّر في جميع الأجسام الأرضية باتجاه مركز الأرض (مع أنها غير سماوية)، وبحيث تتناسب قوةُ الجذب مع وزن الجسم. وكان مدركًا لحقيقةِ أن للهواء وزنًا، وأنه يتخلخل مع الارتفاع.

والخازني إلى ذلك فلكيٌّ مشهور؛ وكان أهمُّ عملٍ له في هذا المضمار كتابَ "زيج سانجار"، وهو جداولُ فلكيةٌ صنَّفها للسلطان سانجار بن مَلِكْشاه. وتضمَّن الكتابُ كذلك معلوماتٍ شائقةً عن التقاويم المختلفة إضافةً إلى جداولَ بالأعياد الدينية، وأيام الصيام، والحكَّام، والأنبياء، وخَتَمَهُ بجداولَ في المقادير التنجيمية. وللخازني مصنَّفٌ آخرُ في علم الفلك هو "رسالة في الآلات"؛ أَفْرَدَ لكلِّ قسمٍ من أقسامها السبعة آلةً فلكية، ذَكَر فيه التعليماتِ المتعلقةَ بكيفية استعمالها إضافةً إلى شرحِ أُسُسِها الهندسية.

ثمة موروثٌ علميٌّ يونانيٌّ آخرُ ازدَهَرَ في وقتٍ متأخرٍ من القرون الوسطى في العهد الإسلامي، وهو صُنْعُ الآلات الميكانيكية الذاتية الحركة. وبلغ العملُ الإسلامي في هذا الحقل أوجَهُ بالاختراعات التي ابتكرها بديع الزمان عبد العزيز إسماعيل بن الرزّاز الجَزَري (ذاع صيته سنةَ 1200 تقريبًا)، متَّبِعًا موروث تيسيبيوس، وهيرو الإسكندري [رياضي وفيزيائي ومهندس يوناني. أقام في الإسكندرية فنُسِبَ إليها]، وفيلو البيزنطي.



آلة لرفع المياه، من مخطوطة عربية تعود إلى القرن الرابع عشر لكتاب الجزري في معرفة الحيل الهندسية المبتكَرة.

على أن جميعَ ما عُرِفَ من حياة الجَزَري جاء في مقدمة مصنّفه المحفوظ الوحيد "كتاب في معرفة الحيل الهندسية المبتكَرة"، الذي أصبح كتابًا مرجعيًّا في الميكانيك والآلاتِ الميكانيكيةِ الذاتية الحركة في العالَم الإسلامي. وقد ذَكَرَ في هذه المقدمة أنه عندما ألَّف الكتابَ كان في خدمة ناصر الدين؛ حاكمِ إمارة أرتوكيد التركمانية التي اتَّخذت ديار بكر عاصمةً لها في الجنوب الشرقي للأناضول.

ظهرت بعضُ مخترعات الجَزَري فيما بعد في الغرب، ومنها صِمامُه

المخروطيّ الشكل، الذي ذَكَره ليوناردو دافنشي. وقد اشتُهر الجَزَري بمخترعاته، التي كان لبعضها استعمالاتٌ ظاهرة، مثل أدوات الضخّ ورفع المياه. وبعضُها الآخر لأغراض الزخرفة والتسلية، ومن ضمنها النوافير، والأدوات الموسيقية الذاتية الحركة، والساعات المائية، إلى جانب أوعيةٍ خادعةٍ من مختلف الأنواع، وجميع ذلك مما تقدَّم مرسومٌ بلوحاتٍ زيتيةٍ مُنَمْنَمة.

أُطِيحَ بالخلافة العباسية في سنة 1258 إثر نَهْبِ بغداد على يد المغول بقيادة هولاغو خان، حفيد جنكيز خان. وقد أعدَمَ هولاغو آخرَ خليفةٍ عباسيّ، مع عددٍ كبيرٍ من سكان بغداد. ونُهِبتْ أبنيةُ المدينة بكاملها ودُمِّرت على بكرة أبيها، ومن بينها المسجدُ الجامع، ومسجدُ الشيعة الكاظمي. وذَكَرَ المؤرِّخون أن أكداسًا من المخطوطات أُحْرِقت، كثيرٌ منها من نفائس بيت الحكمة في بغداد.

ولم تَعُدْ بغدادُ ثانيةً عاصمةً للدولة الإسلامية؛ فما تبقَّى منها كان أشبه بمدينة محلِّية، تحت رحمة الفاتحين المتعاقبين الذين مرُّوا بها، إلى أن سقطت بيد تيمورلنك سنة 1393. ومنذ ذلك الحين والعلماءُ المسلمون لا يملكون سوى الالتفات إلى أمجاد الماضي التليد الأثيل للعاصمة العباسية، مثلما فَعَلَ الجغرافي المقدسي في القرن العاشر عندما امتدح مدينة هارون الرشيد: "بغداد، التي لا نظير لها في الشرق ولا في الغرب."[150]

(150) Clot, *Harun al-Rashid*, p. 151.

القاهرة ودمشق

سَطَعَ نَجْمُ القاهرةِ مركزًا ثقافيًّا إسلاميًّا بعد تأسيسها مباشرةً في سنة 969 عاصمةً جديدةً للفاطميين، الذين حَكَمت سلالتُهم شمالي إفريقيا ومصر وسورية على مدى القرنين التاليين. ففي عهد الخلفاء: المُعِزّ (حَكَمَ ما بين 969 و975)، والعزيز (حَكَمَ ما بين 975 و996)، والحاكم (حَكَمَ ما بين 996 و1021)، أصبحت الخلافةُ الفاطميةُ في مصرَ أقوى دولةٍ إسلاميةٍ في العالَم، ونافست القاهرةُ بغدادَ في بهائها ورونقها.

أما المَعْلَمُ الخالدُ للفاطميين، فهو مسجدُ الأزهر الكبير، الذي أَتَمَّ المُعِزُّ بناءَه سنة 972، والذي أصبح الجامعةَ الإسلاميةَ الأولى، وما زال ينهض بواجباته إلى يوم الناس هذا. والحقُّ أن سطوعَ نجم القاهرة مركزًا ثقافيًّا يَعود إلى الخليفة الحاكم الذي أسَّس دارَ العِلْم، وهي مكتبةٌ بلغتْ سُمْعَتُها شأوًا لم يُطاوِلْه سوى بيتِ الحكمة البغدادي؛ فطِبْقًا لما ذَكَرَهُ المؤرّخُ المصري المقريزي في القرن الخامس عشر: احتوت مكتبةُ القاهرة على أربعين قاعة، وضمَّت ثمانيةَ عشر ألف مخطوطةٍ تناولت "عِلْمَ الأقدمين." وكما هو الحال في مكتبة الإسكندرية القديمة، فقد كانت دارُ العِلم الفاطميّ أيضًا مركزَ بحثٍ ومعهدًا عاليًا للتعليم، تكوَّنت هيئتُه التدريسية من كوكبةٍ من الرياضيين والفلكيين والفيزيائيين، إضافةً إلى قَيِّمِي المكتبة، وعلماءِ النحو والصرف، والمُعْجَميِّين، والنُّساخ، وقرَّاءِ القرآن الكريم.

وكان أوَّلَ عالِمٍ إسلاميٍّ كبير بَرَزَ في القاهرة الفاطمية الفلكيُّ عبد الرحمن

ابن يونس (المتوفَّى سنة 1009). وُلد ابنُ يونس في الفسطاط، سالفةِ القاهرة، وشَهِدَ استيلاءَ الفاطميين على مصر وإنشاءَ عاصمتها الجديدة. بدأ أرصادَه الفلكية سنة 977، بعد سنتين من تولِّي العزيز الخلافة. وعندما تولَّى الحاكمُ الخلافةَ سنة 996 ـ وكانت سِنُّهُ وقتها أَحَدَ عشرَ عامًا ـ قادَهُ اهتمامُهُ الشديدُ بالتنجيم إلى الاستئثار بابن يونس، الذي استمرَّت أعمالُه الرصدية حتى عام 1003. أنْفَقَ ابنُ يونس السنواتِ الستَّ التي بقيتْ من حياته في إتمام "الزيج الحاكمي" [ويعرف بزيج ابن يونس، في أربعة مجلدات، صحَّحَ به أغلاط مَن سبقه من مصنِّفي الأزياج. وفي كتاب مدنية العرب لغوستاف لوبون: "وَضَعَ ابنُ يونس في القاهرة زيجه الحاكمي المشهور فأنسى كلَّ زيجٍ قبله في العالم"]، وأهداه إلى الخليفة الحاكم. وتُعَدُّ جداولُ الزيج الحاكمي بوجه العموم أكثرَ الجداول الفلكية دقَّةً في العلوم الإسلامية، وتضاهي مخطوطاتُه الموضَّحةُ بالرسوم مخطوطاتِ الصوفي في جمالها.

كان ابنُ يونس إضافةً إلى ذلك منجِّمًا مشهورًا. اعتمدتْ تنبُّؤاتُه التنجيمية ـ التي أوردها في رسالته "في إحراز الرغبة" ـ على الطوالع الحلزونية لنجم الشِّعْرَى اليمانية (يقع قبل الشمس تمامًا) عندما يكون القمر في كلِّ برجٍ من دائرة البروج، إضافةً إلى يوم الأسبوع الذي تبدأ فيه السنة القبطية.

أما السيرةُ الذاتية لابن يونس التي كتبها معاصرُه المُسَبِّحِي، فقد حُفِظت في تصانيف مؤلِّفين متأخِّرين. وجاء في هذه السيرة أن ابنَ يونس كان غريبَ الأطوار، وعديم الاهتمام بمظهره الخارجي؛ فكان الناسُ يضحكون منه في القاهرة. فمما يُحكى عنه أنه أَعْلَنَ مرَّةً أنه سيموت بعد سبعة أيام، مع أنه كان يبدو بصحة جيدة، ومنذئذٍ حَبَسَ نفسَه في بيته ورتَّب مخطوطاته، ثم راح يتلو القرآن الكريم دونما توقُّف إلى أن مات في ذاتِ اليوم الذي كان قد تنبَّأ به، ومن المؤسف حقًّا أنَّ ابنَه باع مخطوطات أبيه بالأرطال في الصابونيين [سوق بيع الصابون في القاهرة].

كان أبو علي الحسن بن الهيثم (965 تقريبًا ـ 1041 تقريبًا) أشهرَ علماء القاهرة في عهد الفاطميين، سُمِّيَ في الغرب بالهازن Alhazen. وُلد ابنُ الهيثم

في البصرة، في العراق، حيث دَرَسَ الرياضيّات والعلومَ قبل أن ينتقل إلى مصر.

وقد اختلف كُتَّاب سيرته في تفاصيل حياته بعد مغادرته البصرة. فابن القِفْطِيّ (توفي 1248) يقول إن ابنَ الهيثم رَحَلَ من العراق إلى مصر في عهد الخليفة الحاكم، وكان قد قدَّم إليه اقتراحًا ببناءٍ ينظِّم تدفُّق مياه نهر النيل. وعندما وَصَلَ ابن الهيثم إلى مصر، دُهِشَ بالأبنية العديدة القديمة المقامة على امتداد نهر النيل، وتحقَّق له أنه لو كانت مشاريعُ التحكُّم في النهر ممكنةً بوجهٍ ما، لَفَعَلَها قدماءُ المصريين منذ عهدٍ بعيد. واعترف بذلك عندما التقى الحاكمَ، فعَرَضَ عليه الحاكمُ ـ على الرغم من هذا ـ وظيفةً في دواوين الدولة. قَبِلَ ابنُ الهيثم بالوظيفة خوفًا من غضب الحاكم، ذلك الطاغية المتعطِّش للدماء الذي أَعْدَم كثيرًا من مستشاريه وقُوَّاده. غير أنَّ ابنَ الهيثم أجال فكرَه في أمرٍ يتخلَّص به من التعامُل مع الحاكم، فلم يَجِدْ طريقًا إلى ذلك إلَّا إظهارَ الجنون والخَبَال، وعندئذٍ فُرِضَ عليه التزامُ بيتِه، فبقي فيه ثاويًا حتى سنة 1021، إذ اختفى الخليفةُ يومًا عندما خرج إلى الصحراء راكبًا ولم يَعُدْ بعدها أبدًا. عندها أظْهَرَ ابنُ الهيثم العقلَ، واتَّخذَ مقامًا له بالقرب من جامع الأزهر، وراح يُعلِّم كتاب "الأصول" لأُقليدس وكتاب "المجسْطِي" لبَطْلَيْمُوس وينسخهما، مستعينًا بذلك على إقامة أَوَدِهِ في أثناء عمله في بحوثه.

وطِبْقًا لما ذَكَرَه آخرُ من كُتَّاب سيرته الذاتية، هو ابن أبي أُصَيْبِعة (توفي 1227)، قرَّر ابنُ الهيثم في سنواته الأخيرة أن يتجرَّد من طبيعته البشرية، وأن يَقِفَ نفسَه للبحث عن الحقيقة، فبَعَثَ عزيمته إلى تحصيل الرأي المقرِّب إلى اللَّه تعالى. وقد تهيأ له هذا القرار "باتفاقٍ عجيب، أو بإلهام من اللَّه، أو بالجنون."[151] كانت دراساتُه الأولى في علم أصول الدين، غير أنه أُحبِط في ذلك لأنه أصبح مقتنعًا بأن الحقيقةَ لا يمكن الوصولُ إليها "إلا من آراءٍ يكون عنصرَها الأمورُ الحسِّية، وصورتَها الأمورُ العقلية."[152] وخَلَصَ إلى أنه "لم يَجِدْ

(151) A. I. Sabra, "Ibn al-Haytham," *DSB*, 6, p. 190.
(152) A. I. Sabra, "Ibn al-Haytham," *DSB*, 6, p. 190.

ذلك إلا فيما قرَّره أرسطو من علوم المنطق والطبيعيات والإلهيات." وقدَّم ابن أبي أُصَيْبِعة قائمةً بأعمال ابن الهيثم حتى تاريخ 2 تشرين الأول/أكتوبر 1038، قبل وفاته بثلاث سنواتٍ تقريبًا. اشتملت القائمةُ على اثنين وتسعين عنوانًا، بلغ عددُ المحفوظ منها خمسةً وخمسين. وقد تكون هذه القائمةُ غيرَ كاملة، ذلك أن ابنَ القِفْطَيّ نصَّ على أنه مَلَكَ كتابًا في الهندسة بخطِّ ابن الهيثم يعود تاريخه إلى سنة 432 للهجرة أو 1040 ـ 1041 للميلاد، لربما أتَمَّه قبل وفاته بقليل.

على أنَّ أعمالَ ابن الهيثم في المنطق والأخلاق والسياسة والشعر والموسيقا والدين قد اندثرت، وكذلك تلخيصُه لكتابات أرسطو وجالينوس. أما ما بقي من آثاره فهي عمومًا في الحقول التي اتَّفق أنه وَضَعَ معظمَ إسهاماته المهمة فيها: علم الفلك، والرياضيّات، والبصريّات على وجه الخصوص.

تُعَدُّ مخطوطةُ ابن الهيثم "كتاب في المَنَاظِر" Optics [أي البصريات] أهمَّ عملٍ أُخْرِج في العلوم الإسلامية وأشدَّه تأثيرًا، وهو يمثِّل تقدُّمًا واضحًا لا يُضاهَى بما أنجزه قدماء الإغريق في دراستهم للضوء. تُرجم "كتاب المناظر" إلى اللاتينية أواخرَ القرن الثاني عشر وأوائلَ القرن الثالث عشر تحت عنوان *Perspectiva*، وكانت هذه الترجمةُ موضوعًا لدراساتٍ ونقودٍ وتعليقاتٍ في أوروبا حتى القرن السابع عشر، ومحفِّزةً على دراسة البصريّات في دول الغرب اللاتيني.

يقدِّم الكتابُ الأول من المناظر نظريةَ ابن الهيثم العامة في الضوء والرؤية. وتقول نظريتُه المتعلقة بـ "الأشعة المرئية"[153] إن هذه الأشعةَ تُسَلَّط بخطوطٍ مستقيمةٍ من كلِّ نقطة من سطح الجسم المضيء إلى نقطةٍ مقابِلةٍ في بؤبؤ العين ـ التي تؤدي دور العدسات ـ حيث تُرسِل منها الأعصابُ البصرية "الشكلَ المتميِّز"[154] للجسم إلى الدماغ لتأليف الصورة. ويحتوي الكتابُ الثاني على نظريته في الإدراك التي تستند إلى الإدراك البصري، والتي تأثَّر بها الفلاسفةُ في

(153) A. I. Sabra, "Ibn al-Haytham," *DSB*, 6, p. 192.
(154) A. I. Sabra, "Ibn al-Haytham," *DSB*, 6, p. 193.

الغرب في القرن الرابع عشر. ويتعلَّق الكتاب الثالث بالإبصار بالعينين كلتيهما والإبصار مع الانحراف مثل الشَّفَع diplopia، أو ازدواج الرؤية. وتتناول الكتبُ الثلاثة التالية مبحثَ المرايا، والظواهرَ المرتبطة بالانعكاس، التي كان دَرَسَها بَطْلَيْمُوس، ولكن ليس بمثل التفصيل الشامل الذي دَرَسَه ابنُ الهيثم.

أما الكتاب السابع وهو الأخير من المناظر، فخُصِّص لمبحث انكسار الضوء، والظواهر المتعلِّقة بالانكسار، والتي كان بَطْلَيْمُوس دَرَسَها أيضًا. وقدَّم ابنُ الهيثم وصفًا مفصَّلاً لنسخته المعدَّلة من آلة بَطْلَيْمُوس لقياس انكسار الضوء، التي استعملها لدراسة انحراف الضوء عند السطوح المستوية والكروية، بوجود سطوحٍ بَيْنِيَّةٍ مكوَّنةٍ من الماء والهواء، أو الهواء والزجاج، أو الماء والزجاج. وأَجْمَلَ نتائجَ تجاربه في مجموعةٍ مؤلَّفةٍ من ثمانية قوانين تتعلَّق بالعلاقة بين الزوايا المتشكِّلة بين الشعاع الوارد والمنكسر مع الناظم، أو الخط العمودي على السطح. وقد نَصَّ القانونان الأخيران على أنه كلما زادت كثافةُ وَسَطِ الانكسارِ زادَ انحرافُ الضوء باتجاه الخطِّ الناظم، وكلما انخفضت كثافةُ الوسط انحرفَ الضوءُ بعيدًا عنه. وكان ابن الهيثم مدركًا، كشأن بَطْلَيْمُوس، أن هذين القانونين نَشَآ من حقيقةِ أن سرعةَ الضوء أكبر في الوسط الأدنى كثافةً منها في الوسط الأعلى كثافة. وأَنْتجتْ نظريةُ ابن الهيثم طريقةً جديدة، وهي تَحوُّل سرعة الضوء إلى مكوِّنَين مستقلَّين، أحدُهما على طول الخطّ الناظم والآخر متعامدٌ عليه، حيث يتغيَّر المكوِّن الأول بالانكسار، على حين يبقى الثاني ثابتًا. سُمِّيَتْ هذه الطريقة "طريقة متوازي الأضلاع"، واستعملها عددٌ من الفيزيائيين الأوروبيين منذ القرن الثالث عشر وما بعده في دراسة الضوء والحركة.

نَوَّه ابنُ الهيثم بجهود متقدِّمٍ من معاصريه هو أبو سعد العلاء بن سهل، الذي كان قد وَضَعَ رسالةً في البصريات مؤرَّخةً في 983 ـ 985 اكتُشفت حديثًا. يتَّضح من هذه الرسالة، ومن إشارة ابن الهيثم إليها، أن ابن سهل نصَّ على قانون الانكسار بوجهه الصحيح الذي لم يُكْتَشَف في أوروبا حتى القرن السابع عشر. ومع أن ابن الهيثم كان مطَّلعًا على مُكتَشَف ابن سهل، فإنه لم يستعمله في دراسته الخاصة بالانكسار.

ثمة كتاباتٌ محفوظةٌ لابن الهيثم إضافةً إلى "كتاب المناظر"، منها تسعُ مقالاتٍ صغيرةٍ في الضوء: "ضوء القمر"، "قوس قزح والهالة"، "في المرايا المُحْرِقة الكروية"، "كيفية الإظلال"، "ضوء النجوم"، "مقالة في الضوء"، "الكرة المُحْرِقة"، "الأشعة الشمسية"، "شكل الخسوف". ولهذا العملِ الأخير أهميةٌ خاصةٌ لأنه يصف القُمْرة المظلمة (الحُجْرة المظلمة) أو الكاميرا ذات الثُّقب، التي تُمثِّل الظهورَ الأولَ للجهاز الذي أفضى إلى تطوُّر التصوير الفوتوغرافي.

كذلك تضمَّنت مؤلَّفاتُ ابن الهيثم المحفوظةُ عشرين كتابًا في الفلك، أشهرُها رسالتُه في هيئة العالَم، التي تُرجمت إلى الإسبانية والعبرية واللاتينية. وكان غرضُه من هذا العمل إعطاءَ نموذجٍ فيزيائي لنظام بَطْلَيْمُوس الفلكي بدلاً من إعطاء نظريةٍ رياضية، لأن النموذج يمتاز "بوصفٍ أكثر واقعية للحالة الراهنة، وأوضح للفهم."[155] وكان النموذجُ الذي اختاره هو نموذج الأفلاك المشتركة المركز ليودوكسُس Eudoxus، التي وصفها وصفًا كاملاً وواضحًا دون الخوض في تفاصيل تقنية غير ضرورية، وهذا ما جعل هذا العمل رائجًا.

ومن التصانيف الأخرى الباقية لابن الهيثم في الفلك، مؤلَّفٌ عُرِفَ بترجمته اللاتينية: "الشُّكوك على بَطْلَيْمُوس" *Dubitationes in Ptolemaeum*، وهي دراسةٌ نقديةٌ لثلاثةٍ من أعمال بَطْلَيْمُوس: المجسْطِي، والفرضيات الكوكبية، والبصريات. أما ما يتعلَّق بكتاب المجسْطِي، فإن اعتراضَ ابن الهيثم الرئيسيَّ كان على نقطة التعادل، التي أنكرتْ حقيقةَ أن الكواكب في نموذج بَطْلَيْمُوس لا تتحرَّك بسرعةٍ منتظمةٍ حول الأرض باعتبارها مركزًا.

نَجَمتْ شهرةُ ابن الهيثم العريضة في الرياضيّات من حلِّه لما يُعْرف بمسألة الهازن Alhazen problem في الكتاب الخامس من المناظر؛ مؤدَّاها أنه من نقطتَين في مستوي دائرة من خارجها يمكن رسم مستقيمات تَمَسُّ محيط

(155) A. I. Sabra, "Ibn al-Haytham," *DSB*, 6, p. 198.

الدائرة في نقطة وتصنع زوايا متساوية مع الناظم المنشأ على سطح الدائرة عند تلك النقطة. وهذا يعطي معادلةً من الدرجة الرابعة، استطاع ابنُ الهيثم أن يَحلَّها عن طريق إيجاد نقاط تقاطع دائرةٍ مع قطعٍ زائد.

وبعيدًا عن التحليل الرياضي في "كتاب المناظر"، فإن عشرين كتابًا لابن الهيثم في الرياضيّات تحديدًا ما تزال باقية، معظمُها وجيزٌ ومتفاوتٌ في أهميته. من أطولِ هذه الأعمال وأكبرها أهميةً كتابٌ بعنوان "حل شكوك المقالة الأولى من كتاب أُقليدس" (الأصول). حاول ابنُ الهيثم فيه أن يبرهن مسلَّمةَ أُقليدس الخامسة، بتعريف الخطوط المتوازية، في محاولةٍ من جملةِ المحاولات المماثلة المتعدِّدة من علماء الرياضيّات المسلمين. وثمة عملٌ طويلٌ آخرُ له في الرياضيّات هو مقالة "في التحليل والتركيب"، كَتَبها بغرض شرح الطرائق اللازمة لاكتشاف وبرهان النظريات والإنشاءات، وذلك بتوضيح تطبيقاتها في الحساب والهندسة والفلك والموسيقا. وقد قدَّم هذا العملُ تأكيدًا استثنائيًّا على دور "الحدس العلمي"[156].

انتهى حكْمُ الفاطميين في سنة 1171 عندما فُتِحت القاهرةُ على يد البطل الكردي العظيم صلاح الدين بن أيوب، المعروف لدى الغرب باسم Saladin، مؤسِّسًا بذلك الدولةَ الأيوبية. أعاد صلاحُ الدين (حَكَمَ ما بين 1171 و1193) تحصينَ القاهرة ببناء قلعةٍ مَهيبةٍ ما زالت صامدةً لصروف الدهر، وأسوارٍ دفاعية كانت تطوِّق الجزء الداخلي للمدينة في زمانه. واتَّخذ صلاح الدين مصرَ قاعدةً لسلطته، وانطلق منها لفتح سورية وبلاد ما بين النهرين، هازمًا الصليبيين في موقعة حطين سنةَ 1187 ومعيدًا فتْحَ بيت المقدس للمسلمين.

أما الشخصيةُ الفكرية القيادية البارزة في القاهرة بدايةَ العهد الأيوبي، فكانت الحاخامَ اليهودي موسى بن ميمون، وهو يُعْرَف في الغرب باسم Maimonides (1135 ـ 1204). وُلد في قرطبة، ثم انتقلت أسرتُه إلى مدينة فاس المغربية، حيث تلقَّى فيها جُلَّ علومه غير الدينية، فدَرَسَ الفلسفةَ والقانون

(156) A. I. Sabra, "Ibn al-Haytham," *DSB*, 6, p. 203.

والطب في الجامعة الإسلامية. وفي عام 1166 استوطن مصر، في الإسكندرية أولاً ثم في الفسطاط بالقاهرة، وهناك أصبح رئيسًا روحيًّا للطائفة اليهودية.

وبعد أن توطَّدت أركانُ الدولة الأيوبية في سنة 1171، أصبح موسى بن ميمون الطبيبَ الخاصَّ لوزير صلاح الدين، الفضل البَيْسَمي، ومِن بعدِهِ لابن صلاح الدين وخليفتِه السلطان العزيز (حَكَمَ ما بين 1193 و1198). وانصرف في الوقت نفسه إلى الاعتناء بالمرضى في القاهرة، المسلمين منهم واليهود. وكان ابن ميمون، إلى جانب واجباته القضائية والطبية، يَصرف ما تبقَّى من وقته في البحث والتأليف، كما هو دأبه منذ أيام شبابه الأولى.

لم يتجاوز ابنُ ميمون الخامسةَ عشرةَ من عمره عندما ألَّف كتابَه الأول "رسالة في المنطق". كَتَبَهُ بالعربية مثلما فَعَلَ في جميع كتبه الأخرى ما عدا كتابه المِشْنا، وهو جمعٌ وتصنيفٌ للتشريعات التلمودية يقع في أربعةَ عشرَ مجلدًا، فقد كَتَبَهُ بالعبرية، واستغرق في كتابته عشر سنين، وفَرَغَ منه سنةَ 1180. وكان من بواكير كُتُبه كتابٌ في الفلك بعنوان "رسالة في التقويم" (1158)، و"تفسير المِشْنا" (1168). وقد تضمَّن هذا الأخيرُ، إلى جانب التشريعات التلمودية، موادَّ معتبرة في مواضيع علمية من قبيل: علم الحيوان، وعلم النبات، والتاريخ الطبيعي، وعلم النفس.

في سنة 1185، شرعَ ابنُ ميمون في تأليف كتابه الرائع حقًّا "دلالة الحائرين" [سُمِّي اختصارًا الدلالة، وبعضهم يستجيده وبعضهم يذمه ويسميه الضلالة]، وهو شرحٌ وتفسيرٌ لعلوم الدين اليهودي الأساسية وفلسفته، أتَمَّه بعد خمس سنواتٍ تقريبًا. وأشار ابنُ ميمون فيه إلى أن غرضَه هو بيانُ أن الفلسفةَ العقلية لا تتعارض مع المعتقدات اليهودية، بل تساعد المرءَ على بلوغ أقصى درجات السعادة، التي هي كمال عقله يستطيع به التأمُّلَ في الدين.

أَظهرت رسائلُ ابن ميمون الكثيرةُ إعجابَه بالفلاسفة الإغريق القدامى والمسلمين من العصور الوسطى، وعلى وجه الخصوص: أرسطو وأفلاطون والفارابي وابن سينا، والعالِم الأندلسي ابن باجَّه. وقَبِلَ بالطبيعيات الأرسطية

المتعلِّقة بالعالَم الأرضي، غير أنه لم يَقبلْ بتلك المتعلِّقة بالعالَم السماوي، لأنه يعتقد أنها فوق قدرة الإنسان على إدراكها. وثمة مسألةٌ أكثرُ صعوبةً بالنسبة إليه، وهي ذلك التناقض الواضح بين النموذج الفلكي الأرسطي للكرات ذات المركز المشترك ونظرية أفلاك التدوير theory of epicycles الأفلاطونية الرياضية المختلفةِ المراكز ونقاطِ التعادل، علمًا بأنه، بتفكيره الشخصي، لم يكن ليَقبل أيًّا من محاولات الفلاسفة والفلكيين المسلمين، الرامية إلى حلِّ هذه المسائل.

ظهرتْ ترجمتان بالعبرية لكتاب "دلالة الحائرين" بعد مدةٍ قصيرةٍ من تأليفه، الأولى لصموئيل بن تِبُّون والثانية للحَريزي. وكان لكتاب "الدلالة" دورٌ رئيسيٌّ في المناقشات الفلسفية التي جَرَتْ في القرون الثلاثة التالية بين أتباع ابن ميمون الذين كانوا يدافعون عن آرائه بقوةٍ وبين خصومه الذين كانوا يَنْتَقِصون منها والذين وَدَّ بعضُهم لو حُظرتْ كُتُبه.

وفي القرن الثالث عشر تُرجِم كتاب "دلالة الحائرين" إلى اللاتينية، وكان له أثرٌ بالغ فيما يسمَّى بالفلسفة المدرسية [Scholastic philosophy: فلسفة استهدفت إضفاء صفةٍ عقلانيةٍ على اللاهوت النصراني، والتدليل على أن لا تعارُض بين العقل والدِّين] التي كانت رائجةً في تلك الحقبة، كما يتبيَّن ذلك جليًّا في أعمال القديس توما الأكويني [راهب وفيلسوف إيطالي، 1225 ـ 1274]. واستمرَّ أثرُ "كتاب الدلالة" في أوروبا الغربية حتى أيام سپينوزا (1632 ـ 1677) [فيلسوف هولندي، كان من أكبر القائلين بوحدة الوجود]، الذي انتقد ابنَ ميمون انتقادًا عنيفًا، ولكنه مع ذلك وافقه على فكرته القائلة بإمكان تحقيق السلم العالمي الكامل بواسطة العقل، ولهذا كان سپينوزا يعتقد ببزوغ العصر المسيحي.

كذلك كَتَبَ ابنُ ميمون بتوسُّعٍ في الطب، وبوجهٍ خاص في الغذاء، والمعالجة النفسية، واستعمال العقاقير. وما تزال عشرةٌ من مؤلَّفاته الطبية محفوظة. واعترف ابنُ ميمون بأنه مَدينٌ لجالينوس، شأنَ جميعِ أطباء القرون الوسطى. ومع ذلك فقد عدَّد في كتابه فصول موسى في الطب أربعين من

التناقضات في مؤلَّفات جالينوس، فانتقده أيضًا باعتباره جاهلاً بالفلسفة وأصول الدِّين.

تُصنِّف المصادرُ العربية مرتبةَ ابن ميمون على أنه أحد الأطباء العظام على مر العصور، وذلك بسبب مهارته في معالجة المشكلات النفسية ذات المنشأ العضوي على وجه الخصوص. ومن أبيات الشعر العربي التي قيلت في مدحه:

"أرى طبَّ جالينوس للجسم وحدَهُ وطبَّ أبي عمرانَ للعقلِ والجسمِ." (157)

ولم يكن ابنُ ميمون العالِمَ الوحيدَ الذي طَوَّفَ في بلدان العالَم الإسلاميَّ من غربه إلى شرقه، فهناك ابنُ البيطار المختصُّ بعلم الأدوية والنبات (1190 تقريبًا ـ1248)، وُلد في مالَقَة [إحدى مدن الأندلس] ودَرَسَ في إشبيلية، ثم انتقل إلى القاهرة، وتوفي في دمشق. وفي الوقت الذي كان فيه ابنُ البَيْطار في القاهرة كان رئيسًا لأطباء الأعشاب في خدمة السلطان الأيوبي الكامل (حَكَمَ ما بين 1218 و1238) وابنه وخليفته الصالح (حَكَمَ ما بين 1240 و1249).

كان عَمَلُ ابنِ البَيْطار في علم الأدوية مؤسَّسًا على كتابات ديسقوريدس وجالينوس إضافةً إلى سالِفِيه من العرب. من أشهر أعماله كتاب "المغني"، وَصَفَ فيه أدويةً بسيطةً تُستعمل لأمراضٍ متعدِّدة، وكتاب "الجامع في الأدوية المفردة"، رتَّبَ فيه قرابةَ ألفٍ وأربعمئة عقَّارٍ على حروف المعجم هي حصيلةُ بحوثه إضافةً إلى سابقيه من اليونانيين والعرب. أما الإسهامُ الكبير لابن البَيْطار، فكان في تصنيف بحوث العلماء العرب الذين أضافوا ما بين ثلاثمئة إلى أربعمئة دواء إلى الألف دواءٍ أو نحوها التي كانت معروفةً منذ العصور القديمة. وكان لكتاب "الجامع في الأدوية المفردة" تأثيرٌ معتبَرٌ في الشرق، بين المسلمين والمسيحيين على حدٍّ سواء، وذلك بسبب ترجمته من العربية إلى الأرمنية؛ أما في الغرب فكانت شهرتُه محدودة.

(157) Johnson, *A History of the Jews*, p. 186.

استمرت الدولةُ الأيوبية حتى سنة 1250، عندما أُطيحَ آخرُ سلاطينها على يد المماليك، وهم أرقَّاءُ أتراك كانوا قد جاؤوا للسيطرة على الجيش المصري. وبعد ثمانية أعوامٍ استطاع القائدُ المملوكي الظاهر بيبرس إلحاقَ هزيمةٍ مُنْكرةٍ بالمغول في معركةٍ كبرى في سورية [هي معركة عين جالوت]، تَراجَعَ بعدها المغول إلى الأناضول ولم يتمكَّنوا من تهديد مصر قطُّ بعد ذلك بصورةٍ مباشرة. ولدى عودة بيبرس إلى مصر قَتَلَ السلطانَ قُطُز واغتصبَ منه العرش، مبتدئًا بذلك أطولَ حُكْمٍ وأشهرَهُ (1260ـ1276) في تاريخ الدولة المملوكية، التي استمرت إلى أن أطاح بها العثمانيون الأتراك في سنة 1517.

كان علاءُ الدين ابن النفيس (1208 تقريبًا ـ 1288) طبيبَ البلاط في عهد السلطان بيبرس. وُلد في ترانسأُكسيانا ودَرَسَ الطبَّ في دمشق. وكان إلى جانب كونه طبيبًا، يُحاضِر في فلسفة التشريع في المدرسة المسرورية في القاهرة. ولم تكن شهرتُه الطبية ـ التي حَمَلَتْ المسلمين على أن يَنعتوه بلقب "ابن سينا الثاني" ـ معروفةً تمامًا لدى المؤرخين الغربيين، ذلك لأن كثيرًا من كتاباته الطبية كانت غيرَ معروفة حتى وقتٍ متأخر. أما كتابُه "الشامل في الطب"، الذي يقع في ثمانية مجلدات، والذي كان أَلَّفه في الثلاثينيات من عمره، فقد كان يُعتقَد أنه من الكتب المفقودة حتى عام 1952 عندما وُجِدَتْ أجزاء غيرُ متكاملة من أحد المجلدات في مكتبة جامعة كامبردج؛ ثم اكتُشفت ثلاثةُ مجلداتٍ أخرى منه فيما بعد في المكتبة الطبية لجامعة ستانفورد، أحدُها مؤرَّخ في 1243ـ1244. أحدُ المقاطع الماتعة في هذه البقايا غير المتكاملة يتعلَّق بالتقنيات الجراحية التي استعملها ابنُ النفيس، والتي وصفها بتفاصيلها الدقيقة، مع ذِكر أمثلةٍ من عملياتٍ محدَّدة، إضافةً إلى دروسٍ في واجبات الجرَّاحين والعلاقات بين الأطباء والممرِّضين والمرضى.

وتَعود شهرةُ ابن النفيس لاكتشافه ما سُمِّيَ الدورة الدموية الصغرى ـ وهي دورة الدم بين القلب والرئتين. وهذا الاكتشاف لم يُعرَف حتى سنة 1924، عندما اكتشف الطبيبُ المصري الدكتور محيي الدين الطاوي مخطوطةَ "الموجز في قانون الطب"، اختصر فيها ابنُ النفيس قانونَ ابن سينا، ووصفَ في أولِّها الدورةَ الدموية الصغرى للدم.

من المحتمل أن يكون الأطباء الأوروبيون قد عَرَفوا الدورةَ الدموية الصغرى أولاً من ترجمة أندريا الباجو البيلوني (توفي 1520) لكتاب ابن النفيس. وكان أوَّل أوروبِيٍّ كَتَبَ عن الدورة الصغرى ميكائيل سريتوس (1510 تقريبًا ـ 1553)، وهو طبيبٌ وعالِمٌ باللاهوت من منطقة آرغون الإسبانية، الذي أدانَهُ كالڤن بسبب معتقداته الدينية غير القويمة فأُعدم حرقًا في جنيڤ. وفي الختام قدَّم الطبيب الإنكليزي ويليام هارڤِي (1578ـ1657) النظريةَ النهائيةَ للدورة الدموية في كتابه *Exercitatio Anatomica de Motu Cortis et Sanguinis* الذي نُشر سنة 1628، والذي يُعَدُّ عمومًا المحدِّدَ لبداية الطب الحديث.

تَبِعَ ابنَ النفيس تلميذُه ابنُ القُفّ، الذي اشتُهر بصفته جرَّاحًا وكاتبًا في الطب. ورسالتُه "عمدة الإصلاح في عمل صناعة الجرّاح" مشهورةٌ جدًّا. ويُنسَب إلى ابن القفّ أنه أوَّلَ مَن قال بوجود الأوعية الشعرية في الدورة الدموية. أما العالِمُ الأوروبِيُّ الذي قام بهذا الاكتشاف فكان مارتشيلُّو مَلْپيجي من بولونيا (1628ـ1694)، الذي استَعمل المِجهر في سنة 1661 ليَستبين الأوعية الشعرية ويَشرحَ وظيفتها في الدورة الدموية بين الشرايين والأوردة.

كانت دمشقُ المدينةَ الثانيةَ للدولة خلال العهد المملوكي، وفي النصف الثاني من القرن الرابع عشر نافستْ القاهرةَ إلى أن بَزَّتْها بصفتها مركزًا للعلوم، وأَنْجبتْ أعظمَ فلكيٍّ في تاريخ العلوم الإسلامية هو ابن الشاطر (1305 تقريبًا ـ 1375 تقريبًا).

يُعتقد أن ابنَ الشاطر وُلد في دمشق سنة 1305 تقريبًا. توفي والدُه وهو في السادسة من عمره، فنشأ في كَنَفِ جدِّه، الذي علَّمه حِرفةَ تطعيم العاج. وعندما قاربت سنُّه العاشرة شَخَصَ إلى القاهرة ليدرس الفلك، فكان متأثِّرًا بأعمال أبو علي المراكشي، الذي كان ألَّف في سنة 1280 تقريبًا خلاصةً وافية في علم الفلك الرياضي والأدوات الرياضية.

بعد أن أتَمَّ ابنُ الشاطر دراساتِه عاد إلى دمشق، حيث وَلِيَ التوقيتَ في الجامع الأموي؛ فكانت وظيفتُه الرئيسيةُ تحديدَ أوقات الصلوات الخمس بدقة،

إضافةً إلى تحديد بداية شهر رمضان المبارك ونهايته. وصَنَعَ كذلك أدواتٍ فلكيةً واستعملها في أرصاده وحساباته لإعداد جداول فلكية.

يبدو أن ابن الشاطر استَعمل في المجموعة الأولى من جداوله - وهي غير محفوظة - نتائجَ رصْدِهِ إلى جانب نموذج بَطْلَيْمُوس المعياري لحساب مطالع الشمس والقمر والكواكب. غير أنه طوَّر في كتابٍ لاحقٍ عنوانُه "التحقيق في تصحيح المبادئ" نموذجًا كوكبيًّا أصليًّا يختلف اختلافًا جوهريًّا عن نموذج بَطْلَيْمُوس، ثم استعمله لإخراج مجموعةٍ جديدةٍ من الجداول في كتابٍ سُمِّي "الزيج الجديد"، ذَكَرَ في مقدمته كيف أنه أنشأ هذا العمل بعد قراءة كُتُب علماء الفلك المسلمين المتقدِّمين، الذين ما فتئوا يعبِّرون عن شكوكهم حيال نموذج بَطْلَيْمُوس الكوكبي، لكنهم لم يتمكَّنوا من صَوْغ نظريةٍ بديلة.

> لذا فإني سألتُ اللهَ العليَّ القدير أن يُلهمني ويوفقني لابتداع نماذج تُحْرِزُ ما كان مطلوبًا، فمكَّنني - تعالى جَدُّه وله الفضل والمنّة - من ابتكار نماذجَ جامعةٍ للنماذج الكوكبية لمعرفة درجات خط الطول وخط العرض وجميع المعالم الأخرى التي يمكن رؤيتها إضافةً إلى حركاتها، نماذج لا تتطرَّق إليها - بحمد الله - الشكوك التي أحاطت بالنماذج السابقة[158].

استَعمل ابنُ الشاطر في نموذجه الكوكبي الجديد أفلاكَ تدويرٍ ثانويةً secondary epicycles بدلاً من نقاط التعادل والدوائر المختلفة المركز التي استعملها بَطْلَيْمُوس، وكان باعثُه إلى هذا أن يجعل الكواكب تطوف في مداراتٍ دائريةٍ منتظمة بدلاً من تطوير الانسجام بين نظريته ونتائج رصده. ولم يكن لنموذجه ميزةٌ على نظرية بَطْلَيْمُوس فيما يتعلَّق بالشمس، ولكنه كان أرفعَ منه مقامًا في حالة القمر.

(158) David A. King, "Ibn al-Shatir," *DSB*, 12.

هذا وليس ثمة دليلٌ على أن أحدًا من الفلكيين العرب بعد ابن الشاطر صاغ نظريةً جديدةً تختلف عن نموذج بَطْلَيْمُوس. بل ظلَّ كتابُ "الزيج الجديد" لابن الشاطر المرجعَ في دمشق لعدة قرون، وكان موضوعًا للتعليقات والمراجعات والتنقيحات، كان من بينها تعديلٌ أُجريَ على الكتاب لاستعماله في القاهرة، فلاقى رواجًا منقطع النظير، إلى درجة أن تفاسيرَ وتعليقاتٍ نُشِرت عنه في القاهرة في أواسط القرن التاسع عشر. وكانت دراساتُ مؤرِّخي العلوم قد أظهرت في سنة 1957 أن نموذج القمر الذي استعمله ابنُ الشاطر كان مماثلاً في جوهره للنموذج الذي استعمله كوپرنيكوس في سنة 1543، علمًا بأن البحث لم يُظهِر بالتفصيل كيف شقَّت النظريةُ الفلكيةُ الجديدةُ طريقَها من دمشق إلى بولندا في غضون قرنين.

الأندلس، إسبانيا الإسلامية

بدأ الفتحُ الإسلامي لشبه جزيرة أيْبيريا في ربيع عام 711، عندما سَيَّرَ إليها موسى بن نصير ـ الحاكمُ العربي للمغرب، أو شمال غرب إفريقيا ـ جيشًا عبر مضيق جبل طارق بقيادة طارق بن زياد. وكانت شبه الجزيرة وقتئذٍ تحت حُكْم القوطِ الغربيين؛ فهَزَمَ طارق مَلِكَهم رودريك وقَتَلَهُ في سنة 711، وتابعَ زحفه للاستيلاء على قُرْطُبَة وطُلَيْطُلَة عاصمة القوط.

وتَبِعَهُ موسى عبر المضيق بجيشٍ كبير، وانضمَّ إليه في طُلَيْطُلَةَ بعد الاستيلاء على إشبيلية وغيرها من المدن والحصون. ثم إنَّ الخليفةَ الأمويَّ استدعَى موسى إلى دمشق، فعَهِدَ بالبلاد التي فتحها إلى ابنه عبد العزيز، الذي استطاع خلال ثلاث سنواتٍ من حُكمه (712ـ715) بَسْطَ سيطرتِه على معظم أراضي شبه جزيرة أيْبيريا، التي صارت تُعرَف لدى العرب باسم الأندلس.

سَعَى الخليفةُ العباسيُّ الأول أبو العباس السفّاح (حَكَمَ ما بين 749 و754) إلى توطيد أركان حُكْمه عن طريق تقتيل جميع أفراد الأسرة الأموية، غير أن واحدًا منهم، هو الأمير الشاب عبد الرحمن، تمكَّن من الفرار إلى المغرب، ومنها إلى إسبانيا، حيث ثبَّت أركانَه في قرطبة سنة 756، وخَلَعَ على نفسِه لقبَ الأمير. فكانت بذلك بداية الدولة الأموية في إسبانيا، التي حَكَمت الأندلس حتى سنة 1031. واتَّخَذ عبد الرحمن الأول (حَكَمَ ما بين 756 و788) قرطبةَ عاصمةً له، وأشاد فيها المسجدَ الجامعَ ما بين عامَي 784 و786، الذي أعاد بناءَه وتوسيعَه عددٌ من الخلفاء الذين جاؤوا من بعده.

بَلَغت الدولةُ الأمويةُ في الأندلس ذروةَ مجدها في عهد عبد الرحمن الثالث (حَكَمَ ما بين 912 و961)، الذي لقَّب نفسَه بالخليفة في سنة 929، ليؤكِّد بذلك استقلالَ الأندلس عن الخلافة العباسية في الشرق. وهكذا بدأ العصرُ الذهبي لمدينة قرطبة المسلمة، التي وصفها المؤرِّخون العرب بأنها "عروس الأندلس"[159]، ووَصَفَتْها الراهبةُ السكسونية هْروسوذ بأنها "زينة العالَم."[160] واستمرَّ العصر الذهبي في عهد ابنِ عبد الرحمن ووريثِه: الحاكم الثاني (حَكَمَ ما بين 961 و976)، وفي عهد حفيده هشام الثاني (976-1009)، الذي كان دميةً بيد وزيرِه المنصور (Almanzor باللاتينية).

اختار عبدُ الرحمن موقعًا خارج قرطبة بَنَى فيه قصرَ مدينة الزهراء "المُنيف". وأشادَ الحاكمُ في قرطبة واحدةً من أعظم مكتبات العالَم الإسلامي، نافَسَت أخَواتِها في بغداد والقاهرة. وأعطت مكتبةُ الخليفة - إضافةً إلى سبعٍ وعشرين مدرسةً أنشأها في عاصمته قرطبة - سمعةً طيِّبةً عن التعليم الذي انتشر في جميع أرجاء أوروبا، واجتذبت إليها العلماءَ المسيحيين والمسلمين على حدٍّ سواء، فضلاً عن اليهود الذين كانوا يعيشون في ذَرا الحكم الإسلامي. وقد أورَدَ المؤرِّخُ المغربي المَقَّرِيّ [في كتابه نَفْح الطِّيْب من غصن الأندلس الرَّطِيْب، بَيْتَيْن من الشعر لابن عطية في] وصْف قرطبة في القرن العاشر:

بأربعٍ فاقتِ الأمصارَ قرطبةٌ منهنّ قنطرةُ الوادي، وجامِعُها
هاتان ثنتان، والزهراءُ ثالثةٌ والعِلْمُ أعظمُ شيءٍ، وهو رابعُها[161]

بعد وفاة المنصور سنة 1002 انتقلت الخلافةُ على التعاقب إلى عدة مُدَّعين لها في المدن الرئيسية للأندلس، إلى أن أَفَلَ نَجْمُ الخلافةُ تمامًا في سنة 1031. وتَبِعَ سقوطَ الخلافة حقبةٌ استمرَّت ستين سنة قُسِّمت خلالها الأندلسُ

(159) Robert Hillenbrand, "The Ornament of the World," *LMS*, p. 118.
(160) Robert Hillenbrand, "The Ornament of the World," *LMS*, p. 118.
(161) Robert Hillenbrand, "The Ornament of the World," *LMS*, p. 118.

إلى دويلاتٍ صغيرةٍ مسلمة، مُفسِحةً المجال للممالك المسيحية في شمالي إسبانيا بالتوسُّع نحو الجنوب، للبدء بما أصبح يعرف بالاسترداد Reconquista. وجاء الانتصارُ الحاسمُ الأول للمسيحيين في سنة 1085، عندما سقطت طليطلةُ بيد ألفونسو السادس ملكِ قَشتالة وليون (حَكَمَ ما بين 1072 و1109).

وقد حَمَلَ سقوطُ طليطلةَ حكَّامَ الدويلات الصغيرةِ المسلمةِ على أن يَطلبوا النجدةَ من حاكمِ المرابطين القويِّ في المغرب يوسف بن تاشِفِين (حَكَمَ ما بين 1061 و1106). فعَبَرَ يوسفُ إلى الأندلس سنة 1086 وهَزَمَ جيش ألفونسو شرَّ هزيمة، وأَنْقَذَ شمال إسبانيا من السقوط بأيدي المسيحيين. وبذلك سيطرَ المرابطون على الأندلس، واستمرَّت دولتُهم حتى منتصف القرن الثاني عشر، عندما أطاحت بهم أسرةٌ مغربيةٌ قويةٌ أخرى، هي أسرةُ الموحِّدين. إذ بَسَطَ الموحِّدون نفوذَهم على المغرب والأندلس في عهد عبد المؤمن (حَكَمَ ما بين 1130 و1163). ثم ذاقوا مرارةَ هزيمةٍ منكَرة في سنة 1212 على أيدي تحالفٍ للمسيحيين، الذين تمكَّنوا في النصف الثاني من القرن من الاستيلاء على المدن الإسلامية الكبرى في الأندلس، ثم استولَوْا على قرطبة سنة 1236. ولم يبقَ للمسلمين في إسبانيا فعليًّا سوى مملكةِ بني ناصر في غرناطة، التي صَمَدَت إلى أن استولى عليها في سنة 1492 فرديناند الثاني ملكُ آراغون وزوجتُه إيزابيلّا ملكةُ قَشتالة، "الملِكان الكاثوليكيان" اللذان أَجْبَرا ما تبقَّى من المغاربة على الخروج من إسبانيا.

بدأ عبدُ الرحمن الثاني (حَكَمَ ما بين 822 و852) بتطوير العلوم في الأندلس بإرسال موفدين إلى الشرق لشراء الكتب، التي يقول عنها مؤرِّخٌ مغربِيٌّ مجهول إنها تضمَّنت جداولَ فلكية، إضافةً إلى مؤلَّفاتٍ في الفلك والفلسفة والطب والموسيقا. وكان الأميرُ عبد الرحمن شديدَ الاهتمام بالفلك والتنجيم، ولربما حَفَزَهُ إلى هذا الاهتمامِ الكسوفُ الكليُّ للشمس الذي حَصَلَ في 17 أيلول/ سبتمبر 833، والذي أثار الرعبَ لدى سكان قرطبة فسارعوا إلى التجمُّع في المسجد الجامع ليصلوا صلاة الكسوف داعين الله أن يكشف عنهم تلك الغُمَّة.

كان عباس بن فرناس (المتوفَّى سنة 887) شاعرَ ومنجِّمَ بلاط الأمير عبد

الرحمن، وهو الذي أدخلَ نسخةً من جداول الخوارزمي الفلكية: "زيج السند هند". وبرعايةٍ من الأمير، بنى عباسُ مرصدًا في قرطبة ضمَّنه مِفلاكًا planetarium [جهازُ إسقاطٍ يُظهِر حركةَ الشمس والكواكب والنجوم في قبةٍ بأعلاه]؛ وذاتَ الحَلَق armillary sphere [آلةٌ فلكيةٌ قديمةٌ تُمثِّل مواقع الدوائر الرئيسية في الكرة السماوية]، وساعةً مائية يمكن بواسطتها معرفة أوقات الصلاة. وكذلك حاولَ الطيران بالوثب مِن على قمة قصر الرّصافة في قرطبة بِمُنْزَلِقةٍ دَلْوِيَّة hang glider [أداةٌ شبيهةٌ بالطائرة الورقية يَتدلَّى بها المرءُ في هبوطه من فوق كَثِيبٍ أو جُرُف] من اختراعه. ويبدو أنه استطاع الطيرانَ مسافةً بعيدة، لكنه أصيب بأذيَّةٍ فادحةٍ نتيجة هبوطٍ متعثِّرٍ عزاه المختصُّون إلى غفلته عن ملاحظة الأسلوب الذي تَتَّبعه الطيورُ في استعمال ريشها عندما تَحُطُّ على الأغصان.

اشتُهرت قرطبةُ في القرن العاشر بمدرستها الطبية، التي كان يترأسها الطبيب اليهودي حَسْداي بن شَبْروط، وزيرُ عبد الرحمن الثالث ومِن بعدِهِ الطبيبُ الخاصُّ لهشام الثاني. وكان حَسْداي إضافةً إلى ذلك يُشرف على أنشطة الترجمة الملوكية، ويقوم بمهماتٍ دبلوماسيةٍ نيابةً عن الخليفة تَمَثَّلت إحداها باستقبال مبعوثٍ من القسطنطينية (العاصمة البيزنطية) سنة 949، الذي أحضَرَ معه هدايا من الإمبراطور قسطنطين السابع (حَكَمَ ما بين 913 و959) إلى عبد الرحمن الثالث، كانت إحداها المخطوطة اليونانية النفيسة *De Materia Medica* لديسقوريدس.

ولَمَّا لم يكن في قرطبةَ مَنْ يُجيد قراءةَ المخطوطات اليونانية، فقد اتَّخذَ مبعوثُ القسطنطينية ترتيباتِه لإيفاد الراهب البيزنطيّ نيكولاس إلى قرطبة، فوصَلَها سنة 951 مع عربيٍّ من صِقِلِّيَة يتكلَّم اليونانية. عَمِلَ نيكولاس مع العربي على شرح مخطوطة ديسقوريدس لمجموعةٍ من علماء قرطبة يترأَّسُهم حَسْداي، فكانت هذه بدايةَ دراسةِ علم الأدوية في الأندلس. ثم تُرجمت مخطوطةُ *De Materia Medica* من العربية إلى اللاتينية لأغراض التعليم للصيادلة والأطباء في أوروبا المسيحية.

كان ابنُ جُلْجُل الأندلسي (944 ـ نحو 994) المصدرَ الأساسيَّ للمعلوماتِ المتعلِّقة بمدرسة قرطبة الطبية، إذ إنه دَرَسَ الطبَّ هناك بين الرابعةَ عشرةَ والرابعةِ والعشرين من عمره. ومن أهمِّ مصنَّفاته كتابٌ بعنوان "طبقات الأطباء والحكماء"، وهو المرجعُ العربيُّ الباقي الأكثرُ اكتمالاً في تاريخ الطبّ. يقول فيه: إن معظم الأطباء الذين كانوا يمارسون المهنة في الأندلس حتى عهد عبد الرحمن الثالث كانوا من النصارى المستعرِبين أو من المسيحيين الذين عاشوا في ظلِّ الحكم العربي، وأن المصدرَ الأساسيَّ لمعارفهم كان "أحد كُتُب المسيحيين المترجَمَة،"[162] التي كان قد صنَّفَها ديسقوريدس.

كذلك ألَّف ابنُ جُلْجُل رسالةً في كتاب *De Materia Medica* لديسقوريدس، من المحتمل أنه اعتمد فيها على المخطوطة التي كانت قد أُرسلت من القسطنطينية. وظلَّت أعمال ابن جُلْجُل رائجةً في الأندلس لعدة قرون، وربما تُرجِم أحدها إلى اللاتينية؛ آيةُ ذلك أن ألبرت الكبير [نحو 1200 ـ 1280 فيلسوف ولاهوتي ألماني] اقتبسَ من رسالةٍ نَسَبَها إلى جِلْجِل (قد يكون تحريفًا لـ "جُلْجُل").

كان الطبيب أبو القاسم الزهراوي (نحو 936 ـ نحو 1013) ـ Abulcasis باللاتينية ـ معاصرًا لابن جُلْجُل. عاش في مدينة الزهراء من ضواحي قرطبة، وترقى أصولُ عائلته إلى العرب الذين فتحوا الأندلس. أشهرُ كتبه: "التصريف لمن عجز عن التأليف"، وهو موسوعةٌ طبيةٌ تقع في ثلاثين مُجَلَّدًا، أَتَمَّها سنة 1000 تقريبًا، وضمَّنها خبرتَه الطبية التي دامت زهاء نصف قرن. وقد تناولت هذه الموسوعة جميعَ الميادين الطبية؛ من مثل: تصميم الأدوات الجراحية وتصنيعها، والقِبالَة [فنّ توليد النساء]، والمستحضَرات الصيدلانية، والحمية، وعلم الصحة، والمصطلحات الطبية، والأوزان والمقاييس، والكيمياء الطبية، وعلم تشريح الإنسان، وعلم وظائف الأعضاء، وعلم المداواة، والمعالجة النفسية. وكان

(162) Juan Vernet and Julio Samso, "Development of Arabic Science in Andalusia," *EHAS*, vol. 1, p. 246.

الزهراوي يؤكِّد بوجهٍ خاصٍّ أهميةَ المَسلَك السريري bedside manner [الموقف المتعاطف الذي يتخذه الطبيبُ من مرضاه ابتغاءَ رفْع معنوياتِهم وتعزيز ثقتهم بأنفسهم]، والعلاقةَ بين الطبيب والمريض، فكَتَبَ يقول: "لا يستطيع الطبيبُ تَتَبُّعَ تقدُّم معالجته الطبية إلَّا بالزيارات السريرية المتكرِّرة للمريض."[163]

وكان الزهراوي إلى ذلك رائدًا في استعمال العقاقير الخاصة بالعلاج النفسي، وصَنَعَ عقَّارًا مهدِّئًا وَصَفَه بأنه "جالبٌ للبهجة والسرور، لأنه يُهدِّئ النفْس، ويطرد الوساوس والقلق، ويعدِّل المِزاج، ويفيد في مقاومة الكآبة."[164]

بدأت حركةُ تطوير علم الفلك في الأندلس بأعمال أبو القاسم مَسْلَمة المَجْرِيطي، الذي وُلِدَ في مدريد [مَجْرِيط] ودَرَسَ في قرطبة وتوفي فيها سنة 1007. عُنِيَ هو وتلميذُه ابن الصفَّار (المتوفَّى سنة 1034) بإغناء جداول الخوارزمي الفلكية، فزادا فيها جداولَ حسنةً تتناسبُ مع خطوط الطول لمدينة قرطبة. ثم انتقلَ هذا العملُ إلى أوروبا المسيحية بترجمةٍ لاتينيةٍ اضطلعَ بها أديلارد الباثني [نحو 1080ـ نحو 1152]. وثمة مؤلَّفان آخران للمجريطي ما زالا باقيَيْن هما: "الحساب التجاري"، و"الرسالة الموجزة في الأَسْطُرْلاب"، على حين لم يُحفظ سوى نسخةٍ من كتاب بَطْلَيْمُوس المعروف باسم المسطح *Planisphaerium* نَقَلَها إلى اللاتينية هيرمان الدلماسي عن ترجمةٍ عربيةٍ للمجريطي. ويقول المؤرِّخ ابن سعيد الذي عاش في القرن الحادي عشر في طليطلة: إن المجريطي "انكبَّ على رصد الأجرام السماوية، وعلى فهْم كتاب المجسطي لبَطْلَيْمُوس،" وإنه "ألَّف موجزًا لجداول البتَّاني المتعلِّقة بمعادلة الكواكب."[165]

ثمة مصنَّفٌ آخرُ يُنسَب إلى المجريطي هو "غاية الحكيم"، الذي تُرجِم إلى الإسبانية في سنة 1256 برعاية ألفونسو العاشر ملكِ قَشتالة. وتُرجِم فيما

(163) Sami Hamarneh, "al-Zahrawi," *DSB*, 14, p. 585.

(164) Sami Hamarneh, "al-Zahrawi," *DSB*, 14, p. 585.

(165) Juan Vernet and Julio Samso, "Development of Arabic Science in Andalusia," *EHAS*, vol. 1, p. 254.

بعدُ إلى اللاتينية تحت عنوان *Picatrix*، على افتراض أن مؤلِّفه هو أبقراط، لا المجريطي، الذي وُصِفَ في صفحة العنوان بأنه "حكيمٌ... وفيلسوفٌ... وحاذقٌ في الرياضيّات... وماهرٌ جدًّا في فنون استحضار الأرواح."[166]

أما كتاب *Picatrix*، فقد وُصِفَ بأن فيه "خلاصةً وافيةً عن السِّحر، وعلم الكون، ومهنة التنجيم، والحكمة الخفيّة بوجه العموم" وأنه "يعطي أكملَ صورةٍ عن الخرافات السائدة في الدول الإسلامية في القرن الحادي عشر."[167] وقد خَصَّص لِين ثورندايك فصلاً كاملاً في كتابه تاريخ السِّحر والعلوم التجريبية للحديث عن كتاب *Picatrix*، فوصَفَه بأنه "مجموعةُ مقتطفاتٍ مضطربةٍ من الكتابات المبهمة، وخليطٌ من عددٍ لا يُحصى من الوصفات التنجيمية والسِّحرية."[168]

كان للمجريطي عددٌ من المريدين الذين عَمِلوا على نشْر معارفه في العلوم والسِّحر في جميع أرجاء الأندلس وخارجها، كان من أبرزهم ابنُ السَّمْح من غرناطة (توفي سنة 1035)، والكرماني من سَرَقُسْطَة (توفي سنة 1055)، وابن الصفَّار (توفي سنة 1035). ويبدو أن أعمالَ المجريطي شَقَّت طريقَها إلى شرق العالَم الإسلامي؛ يدلُّ على ذلك تنويهُ ابن الشاطر الدمشقي به، بعد نحو أربعة قرون، على أنه أحد الذين قدَّموا نماذجَ فلكيةً تختلف عن نظريات بطليموس التقليدية.

كان ابنُ معاذ الجيَّاني (توفي سنة 1093) الفلكيَّ الأندلسيَّ الأولَ في القرن الذي تلا المجريطي، وسُمِّيَ بالجيّاني نسبةً إلى بلده جَيَّان شرقيّ قرطبة. أشهرُ أعماله *Tabulae Jahenen*، وهو مجموعةُ جداولَ فلكيةٍ أساسُها زيج السند هند للخوارزمي، عُدِّلت لتتناسب مع خطوط الطول لمدينة جيَّان. وتُعَدُّ هذه الجداول تطويرًا لـ "السند هند"، لأن الجيَّاني أدخَلَ في حسبانه مبادرةَ الاعتداليْن precession of the equinoxes التي أهملها الخوارزمي، واستفاد من

(166) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 813.

(167) Juan Vernet, "Al-Majriti," *DSB*, 6, pp. 39-40.

(168) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 815.

التحسينات التي أدخَلَها على النظرية الفلكية البيرونيُّ وعددٌ من سالفيه. وتقدِّم هذه الجداولُ أيضًا تعليماتٍ مفصَّلةً لبعض المسائل العملية من قبيل: تحديد أوقات الصلاة، واتجاه القبلة، وبداية الشهور القمرية، وكشف الطالع، وجميعها مفيدةٌ جدًّا لفلكيِّي المساجد.

ثمة مصنَّفاتٌ أخرى للجيَّاني تضمَّنت رسائلَ في الفلك والرياضيّات؛ فمن أعماله الفلكية رسالةٌ عالَج فيها ظواهر الشفق والفجر الكاذب. وراجت الترجمة اللاتينيةُ لهذه الرسالة بدءًا من العصور الوسطى وحتى عصر النهضة. ومن بين أعماله في الرياضيّات رسالةٌ في المثلّثات الكروية، ورسالة "في النسبة"، التي قال إنه ألَّفها "ليشرح ما غَمُضَ من كتاب أقليدس الخامس لغير الراضين عنه."[169] غير أنه لا توجد قرائنُ تدلُّ على أنه وضَّح بالفعل الكتاب الخامس من "الأصول" *Elements*.

وصلت رسالةُ الجيَّاني في المثلثات الكروية إلى أوروبا المسيحية بصورةٍ غير مباشرة عن طريق مؤلَّفٍ للفلكيِّ والرياضيِّ جابر بن أفلح، الذي ذاع صيتُه في إشبيلية في النصف الأول من القرن الثاني عشر. من أهم أعمال ابن أفلح ـ التي استَعملَ فيها طرائق الجيّاني في المثلثات الكروية وأضاف إليها ـ تعديلُ نظريات بطليموس الفلكية في رسالةٍ عنوانُها "إصلاح المجسطي"، التي تُرجمت إلى اللاتينية والعبرية، واستعملها علماءُ الفلك والرياضيّات المسلمون واليهود والمسيحيون حتى القرن السابع عشر.

كذلك أُعِدَّت مجموعةٌ أخرى من الجداول لمدينة طُليطلة في سنة 1069 تقريبًا. واشتُهرت هذه الجداول باسم "جداول طليطلة"، لكنها لم تُعرَف سوى بترجمتها اللاتينية التي حُفظت نسخٌ كثيرة من مخطوطتها. وقد تولَّى إعدادَ هذه الجداول ـ التي تمثِّل نموذجًا معدَّلاً لأعمالٍ سابقةٍ أسهم فيها بطليموس وصولاً إلى الخوارزمي والبتَّاني ـ مجموعةٌ من الفلكيين، كان من أبرزهم قاضي طليطلة أبو القاسم سعيد (المتوفَّى سنة 1070).

(169) Yvonne Dold-Samplonius and Heinrich Hermelink, "al-Jayyani," *DSB*, 7, p. 82.

ومِن أبرز أعضاء مجموعة جداول طليطلة المعتبَرين ابن الزرقالة (المتوفَّى سنة 1100)، (Arczachel باللاتينية)، وهو جِرَفِيٌّ عَمِلَ مع أبي القاسم سعيد صانعًا للأدوات الفلكية والساعات المائية. وبعد وفاة أبي القاسم، أصبح الزرقالةُ رئيسًا لهذه المجموعة التي أكملت الجداولَ الفلكية الجديدة. واستُعملت جداول طليطلة في الأندلس وأوروبا المسيحية، حيث تُرجمت إلى اللاتينية نحو عام 1140 تحت عنوان "جداول مرسيليا"، وبقيت في الاستعمال حتى القرن الرابع عشر. وتُرجمت "جداول طليطلة" أيضًا إلى اليونانية متمِّمةً بذلك دورةً ثقافيةً استثنائية. وقد أتى [الشاعر الإنكليزي] تشوسر على ذِكر هذه الجداول في "The Franklin's Tale" (حكاية فرانكلين)، على لسان أحد شخوصها، وهو ساحرٌ منجِّمٌ من أورليانز، مزوَّدٌ بجميع أدوات حرفته السماوية:

تلك هي جداول طليطلة، أخرجَها
مهذَّبةً، تامَّةً، خاليةً من كل نقص[170].

تابعَ الزرقالةُ الأرصادَ التي أدَّت إلى إنشاء "جداول طليطلة" ثلاثةَ عقودٍ أخرى، وغادرَ طليطلةَ سنة 1078 تقريبًا، وذلك بسبب معاودة الملك المسيحي ألفونسو السادس هجماته عليها، وانتقلَ إلى قرطبة حيث أمضى فيها أواخر أيامه. وظلَّت الساعاتُ المائيةُ التي شيَّدها الزرقالةُ في طليطلةَ تُستعمل حتى عام 1133، عندما فكَّك أجزاءَها الملك ألفونسو السابع ملك قشتالة وليون ليتعرَّف طريقةَ عملها، غير أنه لم يتمكَّن من إعادة تجميعها. وأصبح نموذجُ الساعات المائية التي صَنَعَها الزرقالة، والتي تَعرِض حركةَ الأجرام السماوية، شائعًا في أوروبا في القرن السابع عشر.

ومن جملة أعمال الزرقالة الأخرى ستُّ رسائلَ في علم الفلك الرياضي

(170) Chaucer, "The Franklin's Tale," *Canterbury Tales*, 545-56.

والأدوات الفلكية. إحدى هذه الرسائل كان تعديلاً لعملٍ فلكيٍّ قام به أمونيوس (من الإسكندرية) عنوانه *Almanac* (التقويم). استعانَ الزرقالةُ في توسيع *Almanac* بعلم الفلك البابلي، وكذلك بأعمال هيپارخوس وبطليموس، وتُرجمت هذه النسخة الموسَّعة إلى اللاتينية والعبرية والبرتغالية والقَطَلونية والقَشْتالية، وبقيت في الاستعمال حتى القرن الخامس عشر. ووصفَ الزرقالةُ في رسالةٍ فلكيةٍ أخرى له مدارَ كوكب عطارد بأنه "إهليلجيّ"[171] وليس دائريًّا، وقد أوَّلَ أحدُ العلماء المسلمين المُحْدَثين ذلك بأنه استباقٌ لنظرية كِپْلر المتعلِّقة بالمدارات الإهليلجية، لكن هذا يبدو بعيد الاحتمال تمامًا.

اقترنت بدايةُ الفلسفة العربية في الأندلس بأعمال ابن حزم (994-1064)، الذي وُلِدَ في قرطبة وأمضى فيها الشطر الأكبر من حياته. وكانت لأبيه وجدِّه مناصبُ في البلاط الأموي. من أشهر مؤلَّفاته الفلسفية كتاب في تصنيف العلوم. ولابن حزم - إضافةً إلى مؤلَّفاته الفلسفية العديدة - ديوانُ شعر، ورسائلُ في التاريخ والقانون والأخلاق وأصول الدين. ومن أشهر أعماله الشعرية طوق الحمامة، وهي رسالة في فنّ الحب، يقول فيها:

وذي عِلَّةٍ أعيا الطبيبَ علاجُها
ستُوردني لا شكَّ منهلَ مصرعي
رضيتُ بأن أضحى قتيلَ ودادِه
كجارعِ سُمٍّ في رحيقٍ مشعشَع
فما للَّيالي ما أقلَّ حياءَها
وأولعَها بالنفس من كلِّ مولعِ[172]

وأشار ابن حزم إلى أنه وَجَدَ في نفسه القدرةَ على تأليف كتابٍ في فنِّ الحب، بسببٍ من كونه نُشِّئَ في قسم الحريم في بيت أهله، إلى أن بلغَ الرابعةَ عشرةَ من عمره؛ قال: "ولقد شاهدتُ النساءَ وعَلِمتُ من أسرارهن ما لا يكاد يَعْلَمُه غيري؛ لأني رُبِّيتُ في حُجُورهنَّ، ونَشأتُ بين أيديهن، ولم أعرفْ غيرَهن."

(171) Juan Vernet, "Al-Zarqali," *DSB*, 14, p. 595.
(172) Menocal, *The Ornament of the World*, p. 112.

ثم أردفَ قائلاً: "وهُنَّ عَلَّمْنَنِي القرآنَ، ورَوَّيْنَنَي كثيرًا من الأشعار، ودَرَّبْنَنِي في الخط." (173)

هذا وقد وظَّفت المدارسُ الإسلاميةُ في قرطبة آنذاك عددًا لا يكاد يُحصى من النساء عَمِلْنَ في نَسْخ الكتب، كما فعلت سوقُ الكتب في المدن. وأما النساء اللاتي حَصَّلْنَ تعليمًا عاليًا، فكُنَّ يَعْمَلْنَ في التدريس والمكتبات، وبعضهنَّ مارَسْنَ الطبَّ والمحاماة.

كان ابنُ باجَّه الفيلسوفَ الأندلسيَّ التالي في الشهرة بعد ابن حزم، يُعرَف باللاتينية باسم Avempace. وُلِدَ في سَرَقُسْطَة عام 1070 تقريبًا، وفي الأعوام 1110 ـ 1118 استوزَرَهُ ابنُ تيفلويت أحدُ أمراء المرابطين وكان واليًا على المدينة. وبعد استيلاء المسيحيين على سرقسطة أمضى البقيةَ الباقيةَ من حياته في منطقة المرابطين فعاش في المَرِيَّة، ثم في غرناطة، ثم في إشبيلية. وقد سُجِنَ في إشبيلية ثم أُخلِيَ سبيلُه بتدخُّلٍ من ابن رُشْد الجدّ، جدِّ الفيلسوف ابن رُشْد. ولَمَّا أُطلِقَ سراحُه انتقل إلى جيَّان ثم إلى مدينة فاس في المغرب، حيث توفي فيها سنة 1128. قِيلَ إنه قُتِلَ مسمومًا عندما تناولَ باذنجانةً دَسَّ فيها السمَّ منافسوه في بلاط المرابطين في فاس.

لم يَبْقَ من كُتُب ابن باجَّه الكثيرةِ سوى سبعٍ وثلاثين كتابًا، معظمُها تعليقاتٌ على أعمال أرسطو وأقليدس وجالينوس والفارابي، مع ثلاثة كتبٍ من تآليفه. وكان لآرائه تأثيرٌ في فِكْر ابن طُفَيْل (Abubacer)، وابن رُشْد (Averroës)، وابن مَيْمون، والقديس توما الأكويني.

يبدو أن ابنَ باجّه كان أوَّلَ عالِمٍ عربي في الأندلس يعارض نموذجَ بطليموس الكوكبيّ. ورفَضَ استعمالَ فلكِ التدوير (الدحروج) لعدم توافقه مع مبدأ الحركة السماوية لأرسطو، الذي ينصُّ على أن الكواكبَ تتحرَّك في مساراتٍ دائريةٍ تمامًا مركزُها الأرض.

(173) Menocal, et al., *The Literature of Al-Andalus*, p. 238.

وظهرت آراءُ ابن باجَّه المتعلِّقة بعلم الحيل في ملاحظاته على كتاب "الطبيعيات" لأرسطو. إذ إنه نَبَذَ قانون أرسطو في الحركة، الذي يَقضي بأن سرعةَ الجسم تتناسب طردًا مع القوة الدافعة وعكسًا مع مقاومة الوسط الذي يتحرك فيه. بل اتَّبع رأيَ جون فيلوپونوس، فقال إن الحركةَ لا تَحصُل إلا إذا كانت القوةُ الدافعةُ أكبرَ من المقاومة، وإن السرعةَ تتناسب مع الفرق بين القوة والمقاومة. وهذا يعني أن الجسمَ يتحرَّك في الفراغ بسرعةٍ محدودة، وليس بسرعةٍ لانهائية. وذَهَبَ إلى أبعدَ من هذا فقال: إن على الجسم ـ ولو كان في الفراغ ـ أن يجتازَ مسافةً محدَّدة في أيِّ زمنٍ معيَّن، لكي تكون سرعتُه محدودةً بقطع النظر عن السرعة التي يتحرَّك بها. وهذا مخالفٌ لنظرية أرسطو القائلة بأن سرعة الجسم في الفراغ لانهائية، ولما كان هذا مستحيلاً، فإن من غير الممكن وجود الفراغ.

وكان ابنُ باجَّه، إضافةً إلى ما تقدَّم، موسيقيًّا بارعًا وشاعرًا مُجيدًا. فقد ذَكَرَ الكاتب التونسي التيفاشي من القرن الثالث عشر أن ابن باجَّه "وَحَّدَ الأناشيد المسيحية مع الشرقية، فاستحدَثَ بذلك نمطًا فريدًا لم يوجد سوى في الأندلس، ومالت نحوه أمزجةُ الناس بحيث إنهم استبعدوا كلَّ ما سواه."[174]

كان أبو مروان ابن زُهْر (نحو 1092ـ1162) ـ يسمَّى باللاتينية Avenzoar ـ من أشهر أطباء إشبيلية. عَمِلَ في خدمة دولة المرابطين في الأندلس والمغرب. وكان الطبيبَ الخاصَّ للأمير علي بن تاشفين (حَكَمَ ما بين 1106 و1143) في قصره في مراكش، غير أنه سُجِن لوقيعةٍ جرت بينهما. وعندما هُزِمَ المرابطون على يد الموحِّدين، تجدَّدت لابن زُهْر حظوةٌ لدى الحاكم الجديد عبد المؤمن (حَكَمَ ما بين 1145 و1163)، الذي عيَّنه طبيبًا في بلاطه ومستشارًا شخصيًّا له، وخَلَعَ عليه رتبةَ الأمير.

اعتمدت مؤلَّفاتُ ابن زُهر الطبية أساسًا على أعمال أبقراط وجالينوس، إضافةً إلى أعمال سالفيه العرب، وكذلك على بحوثه الخاصة. من أبرز كُتُبه "التيسير في المداواة والتدبير"، تُرجم إلى العبرية واللاتينية، وظلَّ مستعمَلاً

(174) James T. Monroe, "Zajal and Muwashshaha: Hispano-Arabic Poetry and the Romance Tradition," *LMS*, p. 412.

حتى عصر النهضة الأوروبية. ويُعَدُّ ابن زُهْر أحدَ الأطباء الأعلام في الأندلس، ولا سيّما في المعالجة الطبِّية والسريرية.

كان أبو بكر محمد بن طُفَيْل (نحو 1110 ـ 1185) أحدَ تلاميذ ابن باجَّه، وكان طبيبًا خاصًّا ووزيرًا لخليفة الموحّدين أبي يعقوب يوسف (حَكَمَ ما بين 1163 و1184)، الذي بنى المسجد الجامع في عاصمته إشبيلية. تابَعَ ابنُ طُفَيْل نهجَ أستاذِه ابنِ باجَّه في معارضة نظرية بطليموس الكوكبيّة. ويبدو أنه صاغَ نموذجًا كوكبيًّا تَجنَّب فيه استعمال الدوائر المختلفة المراكز وأفلاك التدوير التي استعملها بطليموس. وبذلك كان ابنُ طُفَيْل أولَ مفكِّرٍ أندلسيٍّ يضع أعمالَ ابن سينا موضع الاستعمال، مع وجود اختلافاتٍ بينهما؛ من مثل اعتقاده بأنه لا دليلَ على سرمدية العالَم، وإنما هو مُحْدَثٌ في وقتٍ ما.

بَلَغت الفلسفةُ العربيةُ أوجَها بظهور ابن رُشْد (1126 ـ 1198)، Averroës باللاتينية، من أسرة عريقةٍ في القانون في قرطبة. سُمِّيَ باسم جدِّه الذي كان إمامَ المسجد الجامع وقاضي قرطبة، وهو المنصب الذي شَغَلَه أبوه أيضًا. دَرَسَ ابنُ رُشْد علم أصول الدين والقانون والطبّ والفلسفة إضافةً إلى أعمال أرسطو، ولا سيّما مصنَّفاته في الفيزياء وعلم الطبيعة.

في سنة 1152 كان ابنُ رُشْد مقيمًا في مراكش في عهد حاكم الموحِّدين عبد المؤمن، عندما بدأ أولَ أرصاده الفلكية. ولربما التقى ابنَ طُفَيْل، الذي كان له دورٌ مهمٌّ في حياته إذ عرَّف به الخليفةَ أبا يعقوب يوسف. وطبقًا لما ذَكره بُنْدُد ابن يحيى، أحدُ مريدي ابن رُشْد، فإن الخليفةَ اشتكى لابن طُفَيْل صعوبةً وَجَدَها في قراءة أعمال أرسطو، وأنه بحاجةٍ إلى مَن يفسِّر له غامضَها. فاعتذر إليه ابنُ طفيل متعلِّلاً بكبر سِنِّه وانشغاله عن القيام بهذه المهمة، وأشار عليه بابن رشد. فكانت بذلك بداية الإسهام الكبير لابن رشد في شرح أعمال أرسطو.

أصبح ابنُ رشد، بعد وفاة ابن طفيل، الطبيبَ الخاصَّ لأبي يعقوب يوسف، وعُيِّنَ قاضيًا في إشبيلية أولاً، ثم في قرطبة، ثم في إشبيلية ثانيةً. واحتفظَ بمناصبه في عهد ابن أبي يعقوب يوسف ووريثِه: أبي يوسف يعقوب المنصور

(حَكَمَ ما بين 1184 و1199)، علمًا بأن الخليفةَ حَبَسَه سنة 1195 مدة عامين في مدينة لوسينا قرب قرطبة، لأن علماءَ المسلمين المتشدِّدين اتَّهموه بالزندقة والإلحاد. وفي أوائل سنة 1198 رَضِيَ الخليفةُ عنه وفَكَّ أَسْره، وأذِنَ له بمرافقته إلى قصره في مراكش. غير أن ابن رشد لم يَنعم بهذه الحرية إلا قليلاً، إذ عاجلتْه المنيةُ في العاشر من شهر كانون الأول/ديسمبر من السنة نفسِها، وأُعِيد جثمانُه إلى قرطبة ليُدفَن فيها.

يمكن تقسيمُ مصنَّفات ابن رشد الفلسفية إلى مجموعتَيْن: تعليقاتِهِ على أعمال أرسطو، ورسائلِهِ الفلسفية؛ التي منها: "فصل المقال فيما بين الحكمة والشريعة من الاتصال"، و"مناهج الأدلة"، وتهافت التهافت". كَتَبَ هذه الرسالة الأخيرة ردًّا على هجوم الغزالي على الفلسفة العقلية [في كتابه تهافت الفلاسفة]، وبوجهٍ خاص على أعمال الفارابي وابن سينا؛ العالِمَيْن المسلمَيْن اللذين فسَّرا أعمال أرسطو. فقد بيَّن ابنُ رشد، في دفاعه عن المذهب الأرسطيّ، كيف أن الفارابي وابن سينا كانا في الأعمّ الأغلب يحيدان عن آراء أرسطو، وحاوَلَ التوفيقَ بين علماء الدين المسلمين والفلاسفة لإزالة التناقض الظاهري بين نصوص الشريعة والعلم. وحاوَلَ في تعليقاته تجديدَ آراء أرسطو بمفهومٍ إسلامي واستئصال نزعةِ الأفلاطونية المُحْدَثة لدى الفارابي وابن سينا. وهو يرى في فلسفةِ أرسطو القولَ الفصل، إلى حدٍّ أن الحقيقة يمكن إدراكها بالعقل البشري.

كان لمؤلَّفات ابن رُشْد أثرٌ عميقٌ في ابنِ ميمون وفي علماءَ يهودٍ آخرين استطاعوا، بفضل ابن ميمون، قراءةَ أعمال ابن رشد بالعربية. ومع مطلع القرن الثالث عشر صار ابنُ رُشْد مفسِّرَ أعمال أرسطو غيرَ مُدافَعٍ، وتُرجمت كُتُبه إلى العبرية. وفي نهاية ذلك القرن كانت نصفُ تعليقاته على أعمال أرسطو قد تُرجمت من العربية إلى اللاتينية، وأصبح يُعرَف في الغرب بلقب "المعلِّق".

سارَ ابنُ رُشْد على سَنَن الفلاسفةِ العربِ الأوائل في تفسير مفهوم الخلق بطريقةٍ تفضي إلى إنكار الإرادة الحرَّة للإنسان، بل حتى للخالق نفسه. فالعالَم، وفقًا لرأي ابن رُشْد، خُلِقَ بتسلسلٍ تراتبيٍّ من المسبِّبات، بدءًا من الخالق نزولاً عبر "الملائكة" التي تحرِّك الأجرام السماوية. فلكلِّ جِرمٍ من هذه الأجرام

الثمانية ـ النجوم، والشمس، والقمر، والكواكب الخمسة ـ مَلَكٌ روحيٌّ خاصٌّ به، يخدم ـ كما يَصِفُ ابنُ رشد ـ "غايةَ وجوده الخاصة،"[175] نظرًا إلى أن كلّاً منها يؤدّي حركته الفريدة الخاصة به.

قَبِلَ ابنُ رشد نموذجَ الكرات المتحدة المركز لأرسطو، ورَفَضَ نظريةَ الدوائر المختلفة المراكز وأفلاك التدوير لبطليموس. وكَتَبَ نتائجَ بحوثه الفلكية ضمن تعليقه على كتاب "الميتافيزيقا" لأرسطو، حيث عبَّر عن اعتقاده بأن نظرية بطليموس السائدة إنما هي مجرَّد تَخيُّلٍ رياضيٍّ ليس له أساسٌ واقعيّ.

وفي تعليق ابن رُشْد على كتاب "الطبيعيات" لأرسطو انتقدَ نظريةَ ابن باجَّه في الحركة، ولا سيّما فكرة الوسط الذي يَعوق الحركةَ الطبيعية. وأيَّدَ بالمقابل نظريةَ أرسطو التي تقول بأن سرعة الجسم تتناسب مع القوة الدافعة العاملة فيه، مقسومةً على مقاومة الوسط. والحقُّ أنَّ النظريَّتَيْن كلتيهما غيرُ صحيحتَيْن؛ وأنَّ أولَ تفسيرٍ صائبٍ تضمَّنته قوانينُ نيوتن في الحركة سنة 1687.

أما أبرز أعمال ابن رُشْد في الطب، فهو كتاب "الكليَّات"، الذي اعتمَدَ فيه على أعمال جالينوس. وكان ابن رُشْد صديقًا مقرَّبًا لابن زُهْر، الذي أهداه كتاب "التيسير". وهذان الكتابان (الكليات لابن رشد، والتيسير لابن زهر) يؤلِّفان معًا مرجعًا دراسيًّا طبيًّا شاملاً، بل إن بعضَ الطبعات اللاتينية ضمَّت كلتا هاتين الرسالتَيْن في كتابٍ واحد، حلَّ مَحلَّ كتاب القانون لابن سينا في غير ما مكان. وأما أبرز مكتشفات ابن رُشْد الطبية، فهو قولُهُ بأن الشبكيةَ هي عنصرُ الإبصار في العين وليس عدسة العين. وظلَّت هذه الفكرة في طيِّ النسيان إلى أن أحياها عالِمُ التشريح فليكس پلاتر (1536 ـ 1615).

كان ابنُ رُشْد أوَّلَ مَنْ شَجَبَ التمييز ضد المرأة، وهو يعتقد أنه من أخطر مشكلات المجتمع المسلم؛ يقول:

(175) Davidson, *Alfarabi, Avicenna, and Averroes, on Intellect*, p. 223.

إن مجتمعنا لا يَسمح بتطوير قدرات النساء ومواهبهن. والظاهرُ أنهنَّ لم يُخْلَقْنَ إلا لإنجاب الأطفال وتربيتهم، وهذه حالةٌ من العبودية تدمِّر جميعَ ما لديهنَّ من قدراتٍ ومواهبَ للقيام بأعمالٍ جليلة. ولهذا فإننا لا نكاد نجد نساءً رفيعات الشأن، بل نجد أن عَيْشهنَّ أشبَهُ ما يكون بالنبات، قد نَذَرْنَ أنفسهنَّ لأزواجهنَّ. ولذلك عَمَّ البؤسُ مدنَنا، لأن عددَ النساء يفوق عددَ الرجال بأكثرَ من الضِّعفين، ومع ذلك فهنَّ لا يَستطعْنَ كسْبَ لوازم عيشهنَّ من عملهن[176].

استمرَّت بحوثُ ابن طفيل في الفلك على يد تلميذه البطروجي (ذاع صيته في نحو سنة 1190)، Alpetragius باللاتينية، الذي لَم يُعرَفْ من مؤلَّفاته سوى "كتاب في الهيئة". وأقرَّ البطروجي أن نظرية بطليموس تعطي وصفًا رياضيًّا دقيقًا للحركة الكوكبية. ومع ذلك فهو يرى أن نموذجَ بطليموس غير مُقْنعٍ، لأن الدوائرَ المختلفة المراكز وأفلاكَ التدوير لبطليموس لا تتلاءم مع المفهوم الفيزيائي للكرات المتحدة المركز لأرسطو. ولذلك حاول صَوْغَ نموذجٍ قائمٍ على نظامٍ بسيطٍ من الكرات المتحدة المراكز ـ كرة لكلِّ كوكب ـ حريٍّ بأن يعطي نتائجَ مكافئةً لنتائج نظرية بطليموس.

أدَّت ترجمةُ كتاب في الهيئة إلى العبرية واللاتينية إلى انتشار آراء البطروجي في عموم أوروبا زمانًا طويلاً امتدَّ من القرن الثالث عشر وحتى السابع عشر. واستَعمل نموذجَه الكوكبيَّ أنصارُ نظرية أرسطو القائمة على أساس الكرات المتحدة المركز في مقابل أنصارِ نظرية بطليموس القائمة على أساس الدوائر المختلفة المراكز وأفلاك التدوير. ويبدو أن إسحاق الإسرائيلي (ذاع صيته في سنة 1310)، من طليطلة، كان يشير إلى مؤلَّفات البطروجي حين كَتَبَ عنه: "الرجل الذي هزَّت نظريتُه العالَم."[177] وكذلك أشار كوپرنيكوس إلى البطروجي فيما يتصل بترتيب كوكبَيْ عطارد والزُّهَرة في نظريتِهِ الشمسيةِ المركز سنة 1543.

(176) Robert Hillenbrand, "The Ornament of the World," *LMS*, p. 122.

(177) Julio Samso, "Al-Bitruji," *DSB*, 15, p. 35.

بعد سقوط قرطبة في أيدي المسيحيين سنة 1252، استمرَّت العلوم العربية الغربية في غرناطة (آخرِ ممالِكِ المسلمين في الأندلس) وفي المغرب، ولكن بمعدَّلاتٍ ضعيفةٍ جدًّا.

كان ابن البنَّاء المراكشيّ (1256ـ1321) العالِمُ بالرياضيّات من أبناء غرناطة، لكنَّ لَقَبَهُ يشير إلى أنه قضى معظمَ حياته في مراكش. فقد دَرَسَ في مراكش وفاس، حيث مارَسَ تعليمَ الرياضيّات والفلك في مدرسة العطَّارين. ويُعرَف من مؤلَّفاته اثنان وثمانون؛ أهمُّها كتاب "تلخيص أعمال الحساب"، يتضمَّن قائمةً بالكتب المفقودة للعالِم الرياضي الحصَّار (الذي كان نابهَ الذِّكر سنة 1200 أو نحوها).

أما آخر علماء الرياضيّات العرب الذين عاشوا في الأندلس والمغرب، فهو القَلَصَادِي (نحو 1412ـ نحو 1506)، من سكان مدينة بَسْطَة في إسبانيا، وعندما وقعت المدينةُ سنة 1486 في يد إيزابيلَّا ملكةِ قَشتالة، اضطُرَّ إلى الفرار إلى المغرب، حيث توفي في مدينة باجَة التونسية. من أعمال القَلَصَادِي تعليقاتُهُ على كتاب "تلخيص أعمال الحساب" لابن البنَّاء. وكان أوَّل كتاب له "تصنيف علم الحساب"، ثم أتبَعَه بنسخةٍ مبسَّطة بعنوان "كشف الجلباب عن علم الحساب"، ثم اختصره في كتابٍ عنوانه "كشف الأسرار عن علم الغبار" (أي الأرقام الهندية). استُعمل هذان الكتابان الأخيران في مدارس المغرب أجيالاً عديدةً بعد وفاة القَلَصَادِي.

كانت وفاة القَلَصَادِي بعد سقوط غرناطة في عام 1492 ببضع سنوات، وانقضى بذلك تاريخ الأندلس. والأثرُ الرئيسيُّ الذي بقي من عالَم الفكر لغرناطةَ المسلمةِ هو بيتُ العلم، الذي أسَّسه في عام 1349 الأميرُ يوسف (حَكَمَ ما بين 1334 و1354)، ولم يبقَ منه سوى أجزاءٍ من بنائه الإسلامي، غير أنه لا يزال يشار إليه باسمه الأصلي La Madraza (من الكلمة العربية "المدرسة")، وتعني مدرسةً إسلاميةً للدراسات العليا، وهو آخرُ بناءٍ في الأندلس. وكانت La Madraza سالفةَ جامعةِ غرانادا University of Granada، التي أسَّسها الإمبراطور كارلوس الخامس سنة 1531، ليتعلَّم فيها المسيحيون الإسبان العلومَ التي كانت الأندلسُ المسلمةُ متقدمةً فيها.

من طُلَيْطُلَة إلى باليرمو: من العربية إلى اللاتينية

كانت العلومُ الإسلامية في الأندلس ما تزال في أَوْجِها عندما وَفَدَت طلائعُ الطلبة المسيحيين للدراسة في إسبانيا. وهناك أخذوا العلمَ من مصادره العربية وترجَموا ما تعلَّموا إلى اللاتينية. وتَحقَّق هذا، في الأعمِّ الأغلب، بالتعاون مع النُّسَّاخِ المحلِّيين المتعدِّدي اللغات، اليهودِ منهم في المقام الأول، مِمَّن تَحوَّل بعضُهم إلى النصرانية طَوْعًا. وكان علماءُ آخرون يَنْشَطون في الوقت نفسه في أنحاء أوروبا، من طُلَيْطُلَة إلى باليرمو، يترجِمون من العربية إلى اللاتينية، إضافةً إلى تأليف رسائلَ علميةٍ مبتكرة.

ولعلَّ أَقْدمَ شاهدٍ على الاكتساب الأوروبي للعلوم الإسلامية مخطوطةٌ لاتينيةٌ تعودُ إلى القرن العاشر في مكتبة دَيْر سانتا ماريا Santa María في مدينة ريبول Ripoll التابعة لمنطقة قَطَلونيا، وهي محفوظةٌ الآن في أرشيف مكتبة تاج آرَغون في برشلونة. تبدأ المخطوطةُ برسالةٍ موجزةٍ عن الأسطرلاب، وتتضمَّن جدولاً بأسطع النجوم السماوية، وهي مذكورةٌ بأسمائها العربية التي ما زالت متداولةً حتى يوم الناس هذا، من مثل: النَّسر الطائر، والنَّسر الواقِع، ورِجْل الجبَّار، والدَّبَرَان (عَيْن الثور)، ورأس الغول. وثمة مخطوطةٌ لاتينيةٌ أخرى تعود أيضًا إلى القرن العاشر محفوظةٌ في المكتبة الوطنية بباريس، عنوانها "الرياضيّات عند الهاندريوس، المنجِّم الأكبر". ويبدو أن كلمة "الهاندريوس" تحريفٌ لكلمة "الكندي" في اللاتينية، فيلسوفِ العرب في القرن التاسع. كَتَبَ

في مقدِّمتها يقول: "هذه هي النجومُ [أي البروج] الثمانيةُ والعشرون الرئيسة المقدَّرُ من خلالها مصائرُ الخَلق طُرًّا على نحوٍ قاطعٍ لا ريب فيه، في الحاضر والمستقبل. وبإمكان أيِّ شخصٍ أن يجتهد في التنبؤ بغُدُوِّهِ ورواحِهِ، ومبدئه ومنتهاه، بأقصى مساعدةٍ ملائمةٍ من هذه البروج."[178]

أما الشخصيةُ الرئيسيةُ الأولى في الاكتساب الأوروبي للعلوم الإغريقية ـ العربية، فهو جيربر دوريياك (نحو 945 ـ 1003)، الذي أصبح البابا سيليستر الثاني (999 ـ 1003). تتضمَّن كتاباتُه رسالةً بَعَثَ بها في شهر أيار/مايو سنة 984 إلى شخصٍ يدعى لوپيتوس البرشلوني، طلب إليه فيها ترجمةَ رسالةٍ في علم التنجيم، يُرجَّح أنها عربية.

ويُنسَب إلى جيربر نفسِه تأليفُ رسالةٍ عنوانُها "الأَسْطُرْلاب" *Astrolabia*، إضافةً إلى الجزء الأول من كتابٍ بعنوان "منافع الأَسْطُرْلاب"، يَظهر فيهما أثرُ العلوم العربية. ومن جملة أعماله الموثَّقة مؤلَّفاتٌ في الرياضيّات، أحدُها رسالةٌ في المِعْداد؛ وهو أداةٌ تُستعمل في العدّ، يُعتقَد أنها دخلت العالَمَ الإسلامي من الصين، حيث ما زال مستعملاً فيها. وصَنَعَ أيضًا جهازًا لتمثيل القبة السماوية، استعمله في تدريس علم الفلك في المدرسة الكاتدرائية في مدينة ريمس. ومن المعلوم أن طلاب جيربر درَّسوا في ثماني مدارسَ كاتدرائية أخرى في شمال أوروبا، وتأكَّد لهم أن العلومَ الرياضية التي تعلَّمها جيربر كانت من مصادرَ إسلاميةٍ في إسبانيا.

اكتسبَ جيربر فيما بعدُ شهرةً بأنه ساحر، ويبدو أنه وُفِّقَ إلى التمتُّع بهذه الشهرة مع ويليام المَلْمِزْبريّ في النصف الأول من القرن الثاني عشر. يقول ويليام إن جيربر هَجَرَ دَيْرَه ليَدْرس علمَ التنجيم والسِّحر والشعوذة مع المسلمين المشرقيين Saracens، الذين "تعلَّم منهم ما يحمله تغريدُ الطيور وطيرانُها من بِشَارة ونِذارة، واستحضارَ الأرواح من العالَم السفلي، وكلَّ ما انطوت عليه الطبيعةُ البشريةُ من فضول، في النفع أو الضرر."[179] وتَذْكُر مخطوطةٌ من القرن

(178) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 712.

(179) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 705.

الثالث عشر محفوظةٌ في مكتبة بودلِيان في أكسفورد أن جيربر صار رئيسًا للأساقفة ومِن ثم البابا بمساعدة الشياطين، وأن لديه جِنِّيًا ذا رأسٍ ذهبيّ يستشيره في حلِّ المسائل الرياضية الشائكة.

ثمة شخصيةٌ رئيسيةٌ أخرى في بواكير نقْل العلوم العربية إلى الغرب اللاتيني، هي هرمانوس (1013ـ1054)، وهو ابن الكونت وولفيرات من ألتهاوسن في جنوب ألمانيا. يُعَدُّ هرمانوس من أقدم المؤلِّفين باللاتينية، أدخلَ إلى الغرب اللاتيني ثلاثَ أدواتٍ فلكية كان لها استعمال واسعٌ في العالَم الإسلامي هي: الأسطرلاب، والمِزْوَلَة، والرُّبْعِيَّة [أداةٌ لقياس الارتفاع الزاويّ]. وقد وُصِفت هذه الأدوات في كتابَي *De Mensure Astrolabi* و*De Utilitatibus Astrolabi*، المنسوبَيْن إلى هرمانوس، مع أن الجزء الأول من الكتاب الثاني قد يكون من تأليف جيربر دوريياك. وغدت هذه الأدواتُ الثلاثُ واسعةَ الاستعمال في الغرب اللاتيني لأغراض الأرصاد الفلكية وإجراء الحسابات.

من أعمال هرمانوس الأخرى كتابٌ تمهيديٌّ لتعليم عمليتَي الضرب والقسمة بواسطة المِعْداد، وباستعمال الأعداد الرومانية فقط. وكذلك ألَّف رسالة *rithmomachia* (معركة الأعداد) تُعَدُّ أقدَم رسالةٍ معروفةٍ في بابها، وهي من ألعاب الرِّقاع المعقَّدة وتعتمد على الأعداد الفيثاغوريَّة، كانت شائعةً جدًّا في الغرب الأوروبي في العصور الوسطى.

كان قسطنطين الإفريقي (نحو 1020 ـ 1085) أوَّلَ المترجمين البارزين للعلوم الإغريقية ـ الإسلامية من العربية إلى اللاتينية. وقد وَصَف صَدْرَ حياته طبيبٌ من القرن الثاني عشر من مدينة ساليرنو يُعرَف بالمعلم ماتيوس. واستنادًا إلى هذا الوصف، فقد كان قسطنطين تاجرًا مسلمًا من قَرْطاجة في شمالي إفريقيا، وزار دار لُمبارد في مدينة ساليرنو جنوبي إيطاليا، حيث اكتَشف أنه لا توجد هناك كتبٌ طبِّية باللاتينية. فرجَعَ إلى شماليّ إفريقيا ودَرَسَ الطبَّ ثلاثَ سنوات، وعادَ بعدها إلى ساليرنو ـ ربما في سنة 1065 ـ ومعه مجموعةٌ من الكتب الطبِّية باللغة العربية. وبعد بضع سنين تَحَوَّل إلى المسيحية، وأصبح راهبًا في دَيْر بنيديكت في مونتي كاسينو. وهناك، وبرعاية الراهب ديسيديريوس

المشهور (الذي أصبح البابا فيكتور الثالث فيما بعد)، أمضى بقيةَ حياته يصنِّف ويترجِم النصوصَ الطبِّيةَ من العربية إلى اللاتينية.

وقد أوردَ المؤرِّخ بطرس دياكونس، من دَيْر مونتي كاسينو، قائمةً بعشرين ترجمةً لقسطنطين، تتضمَّن أعمالاً لأبقراط وجالينوس، إلى جانب أعمال الطبيب اليهوديِّ إسحاق الإسرائيلي والمؤلِّفَيْن العربيَّيْن ابن الجزَّار والمجوسيّ. غير أن "الكتاب المَلَكي" للمجوسيِّ كان من أرفعِ أعمال قسطنطين مَنْزلةً، إذ ترجَمَهُ تحت عنوان *Pantegne* وجَعَلَه في جزأيْن: "نظريّ" و"عمليّ" يتألَّف كلٌّ منهما من عشرة فصول، وطَمَسَ اسمَ مؤلِّفه، معرِّضًا نفسَه لتَبِعات الانتحال. ويبدو أن قسطنطين لم يترجِمْ أكثرَ من نصفِ هذا العمل تقريبًا، وأن تلميذَه جوهانز أفلاسيوس أتَمَّهُ مِن بعدِهِ.

على أنه ليس ثَمَّةَ دليلٌ صريحٌ على وجود صلةٍ بين قسطنطين ومدرسة ساليرنو الطبِّية التي أُنشئت في أواسط القرن الحادي عشر. ويبدو أن أفلاسيوس دَرَّسَ في تلك المدرسة ووَضَعَ ترجَماتِ قسطنطين ضمن المنهاج الدراسيِّ تحت عنوان *Ars Medicine* أو *Articella*، فكانت بمنْزلةِ الأساسِ لجزءٍ كبيرٍ من التعليم الطبِّي الأوروبي حتى القرن السادس عشر. وكان قسطنطين يُصرُّ دومًا على ضرورة تدريس الطبّ باعتباره جزءًا أساسيًّا من الفلسفة الطبيعية، علمًا بأن الجزءَ "النظريَّ" من كتاب *Pantegne* قد وفَّر الأساسَ لهذه الدراسة المتكاملة.

لَمَعَ نَجْمُ العالِم اليهوديِّ إسحاق الإسرائيلي في تونس في النصف الأول من القرن العاشر، فقد كان طبيبَ بلاط آخرِ أمراء الأغالبة، ومِن بعده طبيبَ الخليفة الفاطميِّ الذي خَلَفَ الأمير. من أبرز مؤلَّفاته الطبِّية: كتاب في "الحُمَّيات"، و"كتاب في البول"، و"كتاب في الأغذية والأدوية"، تَرجمها ثلاثَتها قسطنطين الإفريقيُّ إلى اللاتينية. وتُرجِم الأوَّلان منها إلى العبرية أيضًا، وراجَ استعمالُهما كتابَيْن مرجعيَّين. وكذلك ألَّف إسحاقُ كُتبًا مختصرةً في الفلسفة؛ من أشهرها "كتاب التعريفات والأوصاف"، عَوَّل فيه كثيرًا على عملِ الكندي. ترجَمَه إلى اللاتينية جيرارد الكريموني، وصار كتابًا تعليميًّا في الجامعات الأوروبية الأولى. جَمَعَ الكتابُ سبعةً وخمسين تعريفًا ـ معظمُها اقتباساتٌ أو عباراتٌ أُعيد صوغُها من مصطلحات

الكندي ـ مما يُستعمل في تسمية الأجرام الأرضية والسماوية.

أدَّت الحملةُ الصليبيةُ الأولى، التي بدأت سنة 1096، إلى إقامة ولاياتٍ صليبيةٍ في إيديسَّا وأنطاكية وبيت المقدس، وكان هذا عاملاً مهمًّا في انفتاح الحضارة الإسلامية على أوروبا الغربية. ومن أقدمِ الأمثلة على تلاقي الحضارات هذا هو عَمَلُ ستيفن الأنطاكي، المترجِمِ الذي ذاعَ صيتُه في النصف الأول من القرن الثاني عشر. فحسبما ذَكره متَّى الفرَّاريُّ، كان ستيفن من أبناء بيسان (من المحتمل أنها أحد أحياء أنطاكية)، وانتقل إلى سورية حيث كان عمُّه بطريرك الكاثوليك الرومان.

تعلَّم ستيفن الأنطاكي العربيةَ، وتَرجمَ الرسالةَ الطبيةَ "الكتاب المَلَكي" للمجوسيِّ إلى اللاتينية تحت عنوان *Regalis Dispositio*، وأَتَمَّ هذه الترجمةَ سنة 1127. ويقول ستيفن إنه تَرجمَ هذه الرسالةَ لأنه وَجَدَ أن ترجمةَ قسطنطين الإفريقي لها كانت ناقصةً ومشوَّهة. ثم إنه أضافَ إلى الجزء الثاني من الرسالة تمهيدًا يتضمَّن قائمةً بالمترادفات مؤلَّفةً من ثلاثة أعمدة ـ للعربية واللاتينية واليونانية ـ الغرضُ منها مساعدةُ قرَّائه على فَهْمِ المصطلحات العربية لكتاب ديسقوريدس *De Materia Medica*. وأشارَ إلى أن الذين يَجدون صعوبةً في فهم المصطلحات اللاتينية يمكنهم استشارةُ الخبراء، "ففي صقلِّية وساليرنو، حيث يتركَّز غالبًا وجودُ الطلبة الدارسين لهذه الأمور، كثيرٌ من اليونانيين من الذين يُحْسِنون معرفةَ العربية."[180]

وذَكَرَ ستيفن أنَّ ترجمته للرسالة *Regalis Dispositio* كان أول إنجازٍ له في هذا المضمار، وأنه يأمُل في أن يُترجِمَ جزءًا من "نفائس الأسرار المخبوءة للفلسفة، مما كُتِبَ باللسان العربي."[181] وقد حَمَلَ هذا على الاعتقاد بأنه قد يكون هو ستيفن الحكيم صاحب التصانيف العديدة في علم الفلك، المعتمدة على مصادر عربيةٍ ويونانية.

(180) Haskins, *SHMS*, pp. 132-33.

(181) Haskins, *SHMS*, p. 135.

كان أديلارد الباثني (نحو 1080ـ1152) أحدَ روَّاد الاكتساب الأوروبي للعلوم العربية؛ ففي مقدمة كتابه "أسئلة الطبيعيات" *Questions Naturalles*، الموَّجه إلى ابن أخيه، كَتَبَ يَصِفُ "المدةَ الطويلة التي قضَّاها في الدراسة خارج وطنه،"[182] والتي ابتدأها في فرنسا، حيث دَرَسَ في مدينة تور، ودَرَّسَ في ليون، ثم رَحَلَ إلى ساليرنو وصقلية وآسيا الصغرى وسورية، وربما إلى فلسطين وإسبانيا. ومن المرجَّح أن يكون تَعَلَّم العربيةَ في إسبانيا، لأن ترجمتَه "لزيج السند هند" للخوارزمي كانت لنسخةٍ نقَّحها عالِمُ الفلك الأندلسيُّ مَسْلَمَةُ المَجْرِيطِي. فزوَّدتْ ترجمةُ أديلارد (التي اشتملتْ على سبعةٍ وثلاثين فصلاً تمهيديًّا و116 قائمةَ بياناتٍ سماويَّة) أوروبا المسيحيةَ بأُولى المعارف الإغريقية ـ العربية ـ الهندية المتعلِّقة بالفلك والرياضيّات، ومنها أول جداول للدوالّ الجيبيَّة المثلَّثيَّة تَصْدُر باللاتينية.

وكان أديلارد كذلك أوَّلَ مَن تَرجمَ إلى اللاتينية النصَّ الكاملَ لكتاب "الأصول" لأُقليدس، مستهِلاً بذلك العمليةَ التي أدَّت إلى هيمنة الأقليدية على الرياضيّات الأوروبية في العصور الوسطى. فقد أَعَدَّ ثلاثَ نسخٍ من الأصول: الأولى من العربية، كان الحجَّاجُ قد تَرجَمَها من اليونانية للخليفة هارون الرشيد؛ والثانية نسخةٌ مختصَرةٌ سمَّاها *commentum*، عَرَضَ فيها "شروحًا"[183] للتعاريف والمسلَّمات والبديهيات والقضايا المبثوثة في الكتاب الأول من الأصول؛ أما النسخة الثالثة، التي وَصَفَها روجر بيكون بأنها "طبعة مميَّزة"[184]، فقد أضافت مزيدًا من التعليقات والشروح، إلى جانب البراهين الكاملة لجميع القضايا والمسائل.

أجرى كومپانوس (من نوارا) تعديلاً على نسخة أديلارد الثانية، فأخرَجَ ما يُعَدُّ أفضلَ ترجمةٍ لكتاب "الأصول" من العربية إلى اللاتينية، يعود تاريخُ أقدمِ نسخةٍ محفوظةٍ منها إلى سنة 1259. وكَوَّنتْ هذه الترجمةُ، إضافةً إلى الترجمة الأولى لكتاب الأصول من اليونانية إلى اللاتينية التي قام بها بارتولوميو

(182) Crombie, *MEMS*, vol. 1, p. 10.
(183) Adelard of Bath'' *DSB*, 1, p. 63.
(184) Adelard of Bath'' *DSB*, 1, p. 63.

زامبيرتي سنة 1505، الأساسَ لمعظم النُّسَخ التالية، ومنها تلك التي تُرجِمت باللغات المحلِّية الأوروبية. ظهرت الترجمةُ الأولى لكتاب الأصول إلى الإنكليزية في كتاب روبرت ريكورد "طريق المعرفة"، الذي نُشِرَ في لندن سنة 1551. وتحقَّق ريكورد أن بديهيات أقليدس تَفوق كثيرًا قدرةَ "الجاهلين البسطاء"[185] في الرياضيّات الذين يقرؤون كتابه، "لأنه لا شيءَ أكثرُ غرابةً في اللغة الإنكليزية من عدم وجود كتابٍ أُلِّف بتلك اللغة قبل الآن."[186] أما الترجمةُ الإنكليزيةُ الكاملةُ الأولى، فقد نُشرت في لندن سنة 1570، (قام بها السير هنري بِلنغْسلي، عمدة لندن فيما بعد)، مع "مقدمة ضافية" كَتَبَها جون دي، ذَكَرَ فيها أن هذا الكتاب يتضمَّن "إضافاتٍ منوَّعةً وشروحًا وحواشيَ ومُكتشفات... جُمِعت من أعمال أشهر أساطين الرياضيّات ومُقَدَّميهم، من العصور القديمة وحتى عصرنا الحالي."[187]

يقول أديلارد إنه ألَّف كتابَه "أسئلة الطبيعيات" لتوضيح "جوانب جديدة من دراساتي العربية."[188] وقد بَلَغَ عددُ هذه الأسئلة ستًّا وسبعين سؤالاً [توزَّعت على النحو الآتي]: من 1 إلى 6 تتعلَّق بالنباتات، ومن 7 إلى 14 بالطيور، ومن 15 إلى 16 بالجنس البشري عمومًا، ومن 17 إلى 32 بعلم النفس، ومن 33 إلى 47 بجسم الإنسان، ومن 48 إلى 76 بالأرصاد الجوية والفلك. ويبحث أديلارد في جميع ذلك عن الظواهر الطبيعية لا عن أسبابها الخارقة للطبيعة، وهو عُرْفٌ اتَّبعه الكتَّابُ الأوروبيون فيما بعد. وكانت ملاحظاتُه صحيحةً في معظمها، وأشارَ إلى أنه يفضِّل المحاكمةَ المنطقية على الأحكام القاطعة.

ثمة فقرةٌ مثيرةٌ بنوعٍ خاص في هذا الكتاب، وردت عندما سأل أديلاردَ ابنُ أخيه: هل تُعَدُّ "نسبةُ أفعال الكون كلِّها إلى الله أمرًا مستحسَنًا؟" فأجاب أديلارد: "أنا لا أُقلِّل من قدرة الله؛ فكل شيءٍ منه وبسببٍ منه. ولكن [الطبيعة]

(185) John Murdoch, "Euclid," *DSB*, 4, p. 449.
(186) John Murdoch, "Euclid," *DSB*, 4, p. 449.
(187) John Murdoch, "Euclid," *DSB*, 4, p. 450.
(188) Crombie, *MEMS*, vol. 1, p. 10.

ليست فوضى وبلا نظام، وما دام ثمة تقدُّمٌ في المعرفة الإنسانية، فيجب أن يُرجَع إليها في إصدار الأحكام؛ حتى إذا ما عجزت تمامًا، عندها فقط وَجَبَ الالتجاءُ إلى الله." [189]

ظلَّ كتابُ "أسئلة الطبيعيات" رائجًا طوال المدة المتبقية من العصور الوسطى، فصدرت منه ثلاث طبعات قبل عام 1500، إضافةً إلى نسخةٍ بالعبرية. وكذلك ألَّف أديلارد كُتبًا تفاوتت بين علم المثلثات وعلم التنجيم، وبين الفلسفة الأفلاطونية والصيد بالصقور. وكان آخر أعماله رسالة في الأسطرلاب، شرح فيها مرةً أخرى "آراء العرب،" [190] المتَّصلة بعلم الفلك في هذه المرة. وَصَفَ أديلارد في هذه الرسالة آليَّةَ عمل الأسطرلاب وتطبيقاتِهِ المختلفةَ في القياسات السماوية، أكثَرَ فيها من استعمال المصطلحاتِ العربية، واقتبسَ من أعماله الأخرى، ولا سيّما من ترجماته لكتاب الأصول لأُقليدس وللجداول الكوكبية للخوارزمي.

أضحت طليطلةُ مركزًا للترجمة من اللغة العربية إثر استعادتها من المسلمين سنة 1085 على يد ألفونسو السادس، ملكِ قَشْتالة وليون، بعد انتصاره الكاسح الأول في ما سُمِّي بالاسترداد؛ الاسترداد المسيحي للأندلس. ويبدو أن انطلاقةَ حركة الترجمة هناك جاءت على يد ريموند رئيسِ أساقفة طليطلة (1125ـ1151)، دَلَّ على ذلك إهداءاتُ dedications المترجِم الطُّلَيْطُليُّ المعاصر دومِنيكوس غنديسالينوس (نحو 1110 ـ نحو 1190).

قام غنديسالينوس، مطران سيغوفيا، بترجمة عددٍ من الكتب الفلسفية العربية وتعديلِها، منها كُتُبٌ للكندي وابن رُشْد والفارابي والغزالي وابن سينا، إضافةً إلى كتابٍ للطبيب اليهودي إسحاق الإسرائيلي. ومن المحتمل أن تكون الترجماتُ المنسوبةُ إلى غنديسالينوس قد أُنْجِزَت بالتعاون مع آخرين من المتمكِّنين بالعربية، علمًا بأنه لم يثبتْ اسْمَهُ مترجِمًا مشاركًا إلّا في كتابٍ وحيد هو كتاب

(189) Crombie, *MEMS*, vol. 1, p. 26.
(190) Haskins, *SHMS*, p. 41.

De Anima لابن سينا. وكان شريكُه في هذا العمل يهوديًّا هو جون بن داود (Avendehut باللاتينية)، وصار يُعرَف باسم جون الإشبيلي.

كذلك ألَّف غنديسالينوس خمسةَ كتبٍ فلسفية، اعتمدَ في تأليفها بالدرجة الأولى على الكتب التي ترجَمَها، إضافةً إلى مصادرَ لاتينية. ويُنسَب إليه إدخالُ الأفلاطونية المُحْدَثة العربية ـ اليهودية إلى الغرب اللاتيني ودَمْجُها في الأفلاطونية المُحْدَثة المسيحية للقدِّيس أوغسطين وبوويثيوس. أما كتابُهُ *De Divisione Philosophiae* (الذي دَمَجَ فيه نظامَيْ أرسطو والفارابي إضافةً إلى أنظمةٍ أخرى)، فهو تصنيفٌ للعلوم خرجَ على التقسيم التقليديِّ للدراسات إلى ثلاثيٍّ (القواعد، والبلاغة، والمنطق) ورباعيٍّ (الحساب، والهندسة، والفلك، ونظرية الموسيقا)، وأثَّر فيما بعدُ في أنظمة التصنيف.

لم يُعْرَف أفلاطون التيڤولي إلَّا مِن كُتُبِهِ، وخاصةً تلك التي ألَّفها في برشلونة ما بين 1132 و1146. ولم يَظهر اسمُهُ إلَّا محرِّرًا لترجماتٍ من العربية إلى العبرية بالاشتراك مع الفلكيِّ والرياضيِّ اليهوديِّ أبراهام بار حِيَّا هَنَسِي، المشهور أيضًا باسم أبراهام جوديوس، أو ساڤاسوردا Savasorda باللاتينية.

وأهمُّ أعمال ساڤاسوردا رسالتُه بالعبرية في الهندسة العملية، التي تَرجمها هو وأفلاطون التيڤولي إلى اللاتينية في سنة 1145 بعنوان *Liber Embadorum*. فكانت أحدَ أقدم الأعمال المتعلِّقة بالجبر والمثلثات العربية التي نُشرت في أوروبا اللاتينية، وتضمَّنت أولَ حلٍّ للمعادلة التربيعية النظامية يَظهَرَ في الغرب. وكانت أيضًا أقدمَ رسالةٍ تتعامل مع كتاب أُقليدس *On Divisions of Figures* (في تقسيم الأرقام)، الذي لم يبقَ له أثرٌ البتة باليونانية، ولم يبقَ سوى جزءٍ منه بالعربية. وقد تأثر بهذا العمل ليوناردو فيبوناتشي، الذي خَصَّصَ فصلاً كاملاً في كتابه "الهندسة العملية" *Practica Geometricae* المؤلَّف سنة 1220، للحديث عن تقسيم الأرقام الهندسية.

واشترك ساڤاسوردا أيضًا مع أفلاطون التيڤولي في ترجمة كتاب *Spherica* لمؤلِّفه ثيودوسيوس الباثيني، وربما اشتركا أيضًا في ترجمة كتبٍ

لبطليموس والبتّاني، إضافةً إلى رسالةِ أبي مَسْلَمَةَ المَجْريطي في الأسطرلاب. وثمة ترجماتٌ من العربية لسبعة كتبٍ أخرى منسوبةٍ لأفلاطون، أسْهَمَ ساڤاسوردا في ترجمة بعضها، خمسةٌ منها في علم التنجيم، وواحدٌ في الكهانة، وواحدٌ في الطبِّ (مفقودٌ الآن). ومن هذه الكتب رسالةُ بطليموس النفيسة في التنجيم *Tetrabiblos*، التي ترجَمها أفلاطون التيڤولي إلى اللاتينية بعنوان *Tetrapartitium*. وكانت ترجمةُ كتاب بطليموس إلى اللاتينية وظهورُها قبل كتاب "المجسطي" وكتاب "الجغرافيا" دليلاً على الانتشار الواسع للتنجيم في أوروبا إبّان العصور الوسطى. ويُعتقَد أيضًا أن أفلاطون هو صاحبُ الترجمة اللاتينية لكتاب أرخميدس *De Mensura Circuli* من العربية. وقد استَعمل ترجماتِه كلٌّ من فيبوناتشي وألبرت الكبير، ونُشرت طبعاتٌ بعضِها في أواخر القرن الخامس عشر ومطلع القرن السادس عشر.

أما ترجمة أفلاطون لرسالة المجريطي في الأسطرلاب فمهداةٌ إلى "جون، ابن دايد." [191] ولربما كان هذا هو جون الإشبيلي، الذي تَرجَمَ في الأعوام 1135-1153 عشرين كتابًا عربيًّا، معظمُها في التنجيم، غير أنها تتضمَّن أيضًا كُتَيبًا في علم الفلك للفرغاني ورسالةً في الحساب للخوارزمي.

وأما أبرزُ أعمال جون الإشبيلي، فهي ترجمتُهُ الجزئية للقسم الطبِّي من كتاب *Secretum Secretorum* (سرّ الأسرار) لأرسطو ـ المنتحَل. وهو عملٌ مشكوكٌ في نسبته؛ يُفترَض أن يكون أرسطو قد ألَّفه للإسكندر الكبير (المقدوني)، وأن حكيمًا مسلمًا مزعومًا اسْمُهُ ابن يحيى البطريق تَرجَمَ هذا العمل من اليونانية إلى الكلدانية ثم إلى العربية. وتلته ترجمةٌ أشمل قام بها فيليب الطرابلسي، الذي وَصَفَ في مقدمته كيف أنه كان في أنطاكية عندما اكتشف "هذه اللؤلؤة في الفلسفة... هذا الكتاب الذي يتضمَّن أشياءَ مفيدةً في أغلب العلوم." [192]

(191) Haskins, *SHMS*, p. 13.

(192) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 270.

وعلى مدى السنوات 1119ـ1151، حظيت الترجمةُ برعايةٍ من الأسقف ميكائيل (من تارازونا)، دلَّ على هذا إهداءٌ موجَّهٌ إليه من هوغو سانكتَلينْسِس، ظَهَرَ في ترجمةِ هوغو لنسخةٍ مختصرة من كتاب *Tetrabiblos* لبطليموس من العربية، وَضَعَ لها العنوان *Centiloquium*، وقال في مقدمتها إن ميكائيل كلَّفه أن يَصنع هذا الدليل للمؤلَّفات الكثيرة في مضمار التنجيم، الموجودة لدى الأسقف. وثمة ترجماتٌ أخرى لهوغو، وجميعُها من مصادرَ عربية، في التنجيم وأنواعٍ مختلفةٍ من الكهانة، ومِن ضمنها التكهُّنُ الهوائي والمائي والناريّ (وهو التكهُّن على أساس ملاحظة أشكالٍ في الهواء والماء والنار على التوالي)، إضافةً إلى رسالتَيْن قصيرتَيْن في التكهُّن المِلْوَقِيّ (التنبُّؤ بالمستقبل بواسطة فحص العظم الكَتِفيّ للحيوانات المذبوحة).

كان جيرارد الكريموني (1114ـ1187) أغْزَرَ مترجِمي اللاتينية إنتاجًا غيرَ منازَع. وقد عُلِمت بعضُ تفاصيل حياته في المقام الأول من سيرةٍ مختصرةٍ وتأبينٍ كَتَبَهُما بعضُ صحبه في طليطلةَ بعد وفاته، ومن قائمةٍ اشتملتْ على واحدٍ وسبعين كتابًا عَمِلَ في ترجمتها. وُجِدت هذه الوثيقة في نهاية آخر كتابٍ ترجَمه، هو كتاب *Tegni* لجالينوس مع تعليقٍ لعليِّ بن رضوان. تشير الوثيقة إلى أن جيرارد أَتَمَّ تعليمه في المدارس اللاتينية قبل أن ينتقل إلى طليطلة، التي يُفترَض أنه وَصَلَ إليها سنة 1144 على أبعد تقدير، عندما كان في الثلاثين من عمره. وتُتابِع نبذةُ سيرته القولَ بأن حُبَّ جيرارد لكتاب "المجسطي" لبطليموس (الذي كان يَعْلَم أنه غيرُ متاحٍ باللاتينية) هو الذي دَفَعَه إلى الذهاب إلى طليطلة، و"هناك رأى فيضًا من الكتب العربية في شتى المواضيع... وتَعلَّم اللغةَ العربية لكي يكون قادرًا على الترجمة منها وإليها."[193]

كذلك حاضَرَ جيرارد في العلوم العربية، دلَّ على ذلك شهادةُ العالِم الإنكليزي دانيال المورلي، الذي سافرَ إلى باريس أولاً، لكنه غادرَها بعد أن خاب

(193) Richard Lemay, "Gerard of Cremona," *DSB*, 15, p. 174.

أملُه فيها، ورَحَلَ إلى طليطلة ليَسْمَعَ مِن "أحْكم الفلاسفة في العالَم،"[194] حسبما أشار إليه في كتابه *Philosophia*. وقد أعطى دانيالُ تفاصيلَ لقائِهِ "جيرارد الطليطُلي"[195] واستماعِهِ إلى محاضراته العامة عن كتاب أبي مَعْشَر المدخل الكبير إلى علم التنجيم". واستمَعَ أيضًا إلى محاضراتٍ للمستعرِب غاليبوس ميكسترابي، الذي شاركَ جيرارد في ترجمة المجسطي، يبدو أنهما أتَمَّاه في سنة 1175. وفيما عدا ذلك عَمِلَ جيرارد وحدَهُ على ما يَظهر، إذ لم يُذْكَر أيُّ مشاركٍ في أيٍّ من ترجماتِهِ الأخرى.

تضمَّنت ترجماتُ جيرارد النُّسَخَ العربيةَ لمؤلَّفاتٍ لأرسطو وأقليدس وأرخميدس وبطليموس وجالينوس، إضافةً إلى مصنَّفاتٍ للكندي والخوارزمي والرازي وابن سينا وابن الهيثم وثابت بن قرَّة والفَرْغاني والفارابي وقُسطا بن لوقا وجابر بن حيَّان والزَّرْقالَة وجابر بن أفلح وما شاء الله وبني موسى وأبي مَعْشر. وقد استغرقت هذه الترجماتُ مواضيعَ شتى؛ منها أربعةٌ وعشرون ترجمةً في الطبِّ؛ وسبعَ عشرةَ في الهندسة والرياضيّات والبصريات والأوزان والتحريك (الديناميك)؛ وأربعَ عشرةَ في الفلسفة والمنطق؛ واثنتا عشرةَ في الفلك والتنجيم؛ وسبعٌ في الخيمياء والكهانة والضَّرْب بالرمل أو التنبُّؤ بالمستقبل اعتمادًا على المعالم الجغرافية.

من الجائز أن يكون جيرارد قد نَشَرَ عددًا من أعمالٍ مبتكرةٍ له، بعضُها غيرُ مقطوعٍ بنسبتِها إليه، من ذلك حاشيتان على نصوصٍ طبِّيةٍ لإسحاق الإسرائيلي ورسالتان عنوانُهما *Geomantia Astronomica* و*Theorica Planetarium*. ومع ذلك، فثمة سببٌ للاعتقاد بأن الرسالةَ الأخيرة هي من صُنْع جون الإشبيلي، الذي كان جيرارد يَعتمد أسلوبَه في ترجماته.

وهكذا كانت العلومُ العربية التي انتقلت إلى الغرب من طريق جيرارد أكثرَ مما انتقل إليه من أيِّ مصدرٍ آخر. وكان لترجماتِهِ أثرٌ عظيمٌ في تطوير العلوم

(194) Haskins, *SHMS*, p. 127.

(195) Richard Lemay, "Gerard of Cremona," *DSB*, 15, p. 173.

الأوروبية، ولا سيّما في الطبّ؛ فقد أفادَ الطلابُ في الغرب اللاتيني أيَّما فائدةٍ من التقدُّم المطَّرِد الحاصل في الدراسات الطبِّيّة الإسلامية في العصور الوسطى. وكذلك كان لترجماتِهِ في الفلك والفيزياء والرياضيّات أثرٌ بعيدٌ جدًّا، لأنها تمثِّل أسلوبًا علميًّا لدراسة الطبيعة، بعيدًا عن الموقف اللاهوتي والفلسفي الذي كان سائدًا في الغرب اللاتيني.

كان من معاصري جيرارد في طليطلة الشاعرُ اليهوديُّ الموسوعيُّ الثقافةِ أبراهام بن عزرا (1086ـ1164)، *Avenezra* باللاتينية. كان ابنُ عزرا كثيرَ التَّطواف، حَمَلَ الثقافةَ الأندلسيةَ الإسلامية ـ اليهودية إلى أوروبا المسيحية، وساعدت زيارتُه إلى لندن في 1158ـ1159 على جَلْبِ علم التنجيم العربي إلى إنكلترا. تضمَّنت ترجمتُهُ لكتاب البيروني "تعليق على جداول الخوارزمي" إلى العبرية (أصلُه العربي مفقود) معلوماتٍ جديرةً بالاهتمام تتعلَّق بتدفُّق الأفكار الهندية إلى عِلْمَي الفلك والرياضيّات العربيَّيْن في القرن الثامن. وقد اشتملت مؤلَّفاتُ ابن عزرا على رسائلَ في الرياضيّات والتنجيم وعلم التأريخ والأسطرلاب، إضافةً إلى تفسيرٍ توراتيٍّ نال إعجابَ سپينوزا [فيلسوف هولندي 1632ـ1677، من أكبر القائلين بوحدة الوجود]. وأما مؤلَّفاتُهُ في التنجيم، التي تجاوزت الخمسين، فكانت رائجةً جدًّا في أوروبا في العصور الوسطى، وتُرجِمت إلى الفرنسية والقَطَلونية واللاتينية، وإلى لغاتٍ أخرى فيما بعد.

يبدو أن هيرمان الكارنثي، من علماء القرن الثاني عشر، تعلَّم العربيةَ في إسبانيا، وربما في طليطلة. اشتُهِرَ بترجمته للنصِّ العربي لكتاب بطليموس *Planisphaerium*، المعتمِد على النصِّ العربيِّ لأبي مَسْلَمَةَ المجريطي. وترجمةُ هيرمان هذه (المؤرَّخة في سنة 1143) هي النسخةُ الوحيدةُ الباقيةُ لكتاب *Planisphaerium*، الذي يتناول مسألةَ إسقاط دوائر الكرة السماوية على سطحٍ مستوٍ، وهي المسألةُ التي تُمَثِّل الأساسَ الرياضيَّ للأسطرلاب. واشتملت مؤلَّفاتُ هيرمان الأخرى على رسائلَ في الأسطرلاب والتنجيم، وشروحٍ على أعمال أقليدس وغيرِها من التصانيف الرياضية، وترجمةٍ لجداول الخوارزمي الفلكية.

قام هيرمان بترجمة عددٍ من الكتب بمشاركة العالِم الإنكليزي روبرت (من

تْشِسْتر)، المعاصر لأديلارد، والأصغر منه سنًّا؛ وعَمِلا معًا في أماكن متعدِّدة جنوبيّ فرنسا وإسبانيا، ومن ضمنها طليطلة. أما ترجماتُ روبرت المنفردة فتضمَّنت: كتاب "الجبر" للخوارزمي (سيغوفيا، 1145)؛ ورسالةً في الأسطرلاب (لندن، 1147)؛ ومجموعةً من الجداول الفلكية لخطوط الطول لمدينة لندن (1149ـ1150)، اعتمدت على جداول الزَّرْقالة والبتَّاني؛ ومراجعةَ نسخةِ أديلارد لجداول الخوارزمي المتعلِّقة أيضًا بدائرة خط الطول للندن.

وتَرجمَ روبرت أيضًا كتابَ *De Compositione Alchemie* لرومانوس مورينوس، أحدَ أقدمِ كُتب الخيمياء التي تُرجمت إلى اللاتينية، ويرقى إلى سنة 1144. ويبدو أن هذا العمل مجهول المؤلِّف، ويُفترض أنه من تأليف مورينوس، وهو ناسكٌ مسيحيٌّ في بيت المقدس، يُزعَمُ أنه أوحيتْ إليه "أسرارُ اللاهوت كلُّها"[196] عن طريق شخصٍ باطنيٍّ اسْمُهُ أدفار الإسكندري، الذي اكتَشفَ الأعمالَ التنجيمية للحكيم الأسطوري هيرميز تريسميجيستوس وبَرَعَ فيها.

تضمَّنت إحدى مخطوطات الخوارزمي الباقية التي نقَّحها روبرت جداولَ فلكيةً لخطِّ الطول لمقاطعة هرفورد في إنكلترا، تعود إلى سنة 1178، نُسِبت إلى فلكيّ القرن الثاني عشر الإنكليزي روجر الهرفورديّ. وقد ألَّف روجر عددًا من الكتب في الفلك والتنجيم ما بين عامي 1170 و1180. منها كتاب *Liber de Divisione Astronomiae*، الذي يبدأ بعبارة "بسم الله الرحمن الرحيم،"[197] العبارةِ التقليديةِ التي تُفتَتَح بها الرسائلُ الإسلامية، وهذا يوحي بأن الكتابَ مترجَمٌ من العربية، مع أن مؤلِّفَه غيرُ معلوم.

ومن علماء القرن الثاني عشر الإنكليز أيضًا ألْفْرِد (من سارشل)، الذي أهدى إحدى ترجماتِهِ إلى روجر الهرفورديّ. وقد تَرجَمَ ألْفْرِد عدَّةَ أعمالٍ لأرسطو من العربية، إضافةً إلى تعليقاتٍ عليها، وكذلك تَرجَمَ مقاطعَ من مؤلَّف ابن رُشْد "كتاب الشفاء" في الجيولوجيا والخيمياء، وعَنوَنَهُ بـ *De Mineralibus*. والظاهرُ

(196) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 216.
(197) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 182.

أن ألفرِد تعلَّم العربيةَ في إسبانيا، وربما تَرجَمَ كتابَ ابن رُشْد هناك، ويبدو أيضًا أنه استَعمل مصادرَ يونانية، ولا سيّما في ترجماته لأرسطو، وعن طريقه دخلت فلسفةُ أرسطو الطبيعية ومبادئه الميتافيزيقية إلى إنكلترا.

على أن أهمَّ مواطن التآثُر بين الثقافات العربية واللاتينية واليونانية في القرن الثاني عشر، المملكةُ النورمَنْدية في جنوبي إيطاليا وصقلية، "مملكة الصقلِّيتَيْن." وكان البيزنطيُّون قد أخرجوا النورمَنْديِّين من آخر موطئ قدمٍ لهم في جنوب إيطاليا، ثم أخضعوا المسلمين الشرقيين في صقلية. وعندما استولى الكونت روجر الأول على پاليرمو في سنة 1091، كانت تحت سيطرة المسلمين نحوًا من قرنين. فحَطَّ من منْزلة المسلمين إلى مرتبة العبيد، باستثناء الذين في عاصمته پاليرمو، حيث عيَّنَ معظمَ الموهوبين منهم في وظائفَ مدنية، وأصبحت اللغاتُ اليونانية واللاتينية والعربية مسموعةً في البلاط النورمَنْدي، ومستعملةً في الصكوك والسجلَّات الملكية. وأضحت پاليرمو في عهد روجر الثاني (حَكَمَ ما بين 1130 و1154) مركزًا ثقافيًّا للمسلمين والمسيحيين على حدٍّ سواء، لا يتفوَّق عليها سوى قرطبةَ وطليطلة. وتَمَّت ترجمةُ العديد من الكتب من اليونانية والعربية إلى اللاتينية برعاية البلاط الصقلِّيّ، مع بداية عهد روجر الثاني ومَن تَبِعَهُ مِن خالِفِيه.

كان روجر الثاني مهتمًّا بالجغرافيا على وجه الخصوص، لكنه لم يكن راضيًا عمّا كان موجودًا من الأعمال الجغرافية اليونانية والعربية. ولهذا كَتَبَ في سنة 1138 إلى الإدريسي (1100ـ1166)، الجغرافِيِّ المسلم ورسَّامِ الخرائط الشهير، الذي كان يعيش في سبتة آنذاك، ودعاه إلى زيارة پاليرمو قائلاً: "إذا عشتَ بين المسلمين، تَمحَّلَ ملوكُهم لقتلك، وإذا أقمتَ عندي كنتَ آمنًا."[198] فقبِلَ الإدريسيُّ هذا العرض ومَكَثَ في پاليرمو حتى وفاة روجر في سنة 1154، عادَ بعدها إلى سبتة ليقضيَ فيها بقيةَ حياته.

طلَبَ روجر إلى الإدريسيِّ وضْعَ خريطةٍ مستديرةٍ للعالَم مصنوعةٍ من

(198) S. Maqbul Ahmad, "Al-Idrisi," *DSB*, 7, p. 8.

الفِضّة تكون بارزةَ التضاريس. كانت معطياتُ هذه الخريطة مستقاةً من مصادرَ يونانيةٍ وعربية، ومن كتاب "الجغرافيا" لبطليموس في المقام الأول، إضافةً إلى الرَّحَّالين ومبعوثِي الملِك. ثم مضى زمنٌ طويل على اختفاء هذه الخريطة الفضية، لكنْ ربما استُعِيدت معالِمُها في خرائطَ مَقطعيَّةٍ ضمَّها مصنَّفُ الإدريسيِّ الجغرافيُّ "كتابُ نزهة المشتاق في اختراق الآفاق"، وما زالت نسختُه محفوظةً إلى يوم الناس هذا. تناولَ هذا الكتاب كلّاً من الجغرافيا الطبيعية والجغرافيا الوصفية، واحتوى على معلوماتٍ عن الأوضاع السياسية والاقتصادية والاجتماعية في البلدان المحيطة بالبحر المتوسط وفي بلاد الشرق الأوسط، فهو بحقٍّ موسوعةٌ للعالَم في العصور الوسطى. وصار كتابُ الإدريسيِّ مرجعًا تعليميًّا واسعَ الانتشار في أوروبا لعدة قرون، ووُضِعت له مختصراتٌ عديدة، كان أوَّلها في روما سنة 1592. ونُشرت ترجمتُه اللاتينية في باريس سنة 1619، وأُنجزت ترجمتُه الفرنسيةُ ما بين عامَي 1830ـ1840، في جزأيْن بعنوان *Géographie d'Edrisi*.

كان فريدريك الثاني (حَكَمَ ما بين 1212 و1250)، إمبراطورَ الإمبراطورية الرومانية المقدسة ومَلِكَ الصِّقِلِّيتَيْن، حفيدَ الإمبراطور فريدريك الأول باربروسَّا والملك النورمَنْدي روجر الثاني. اشتُهر في زمانه بأنه "أُعجوبة العالَم،"[199] وكان قد رُبِّيَ ما بين السابعة والثانيةَ عشرةَ من عمره في پاليرمو، حيث نشأ يتحدَّث العربيةَ والصقلية إلى جانب تعلُّمه اللاتينية واليونانية. وعندما رَقِيَ عرشَ الإمبراطورية في سنة 1211، وكان في الرابعةَ عشرةَ، تَحَوَّل عن ممتلكاته السلطانية الشمالية إلى مملكته الصقلِّيتَيْن، وهناك، شأن أسلافه النورمَنْديِّين، الذين يُعرَفون بـ "السلاطين المُعَمَّدة،"[200] انغمس في ملذّاته مع حريمه على نمط بعض ملوك الشرق.

كان فريدريك شديدَ الاهتمام بالعلوم والرياضيّات، وهذا ما دفعه إلى دعوة عددٍ من العلماء إلى بلاطه، كان من أبرزهم جون الپاليرمي، وماستر ثيودورس،

(199) Kantorowicz, *Frederick the Second*, p. 356.

(200) Haskins, *SHMS*, p. 243.

وميكائيل سكوت. ولقَّبَهم بـ "الفلاسفة "، وقَدَّم الدعمَ الماليَّ لمؤلَّفاتهم العلمية وترجماتهم، التي تضمَّنت أعمالَ أرسطو في الفيزياء والمنطق، عَرَضَ بعضَها على أساتذة جامعة بولونيا [مدينة في الجزء الشمالي من إيطاليا] في سنة 1232. وذَكَرَ فريدريك في رسالته ـ التي ضمَّنها المنحة ـ كيف أنه كان يعشق التعلُّم منذ نعومة أظفاره، وكيف أنه ما انفكّ يقتطع جزءًا من وقته المخصَّص لشؤون الدولة للمطالعة في مكتبته التي تحتوي على أعدادٍ وفيرةٍ من المخطوطات في جميع ضروب العلوم "مصنَّفةً بالتسلسل، بصورةٍ تُغْنِي مكتباتنا." [201]

وتتبدَّى ثقافةُ فريدريك وسعةُ علمه في كتابه المشهور المتعلِّق بالصِّقَارة (البَيْزَرَة) *De Arte Venandi cum Avibus* (فنُّ الصيد بالاستعانة بالطيور). وهو كتابٌ علميٌّ في علم الطيور، إضافةً إلى كونه دليلاً تفصيليًّا مزيَّنًا بالرسوم التوضيحية الجميلة، يتحدَّث فيه عن الصيد بالصقور باعتباره فنًّا أكثرَ منه رياضةً. والحقُّ أن فريدريك مَدينٌ بهذه المعرفة إلى كتاب أرسطو *Zoology* (علم الحيوان)، الذي كان قد تَرجَمه ميكائيل سكوت في القرن الثالث عشر. ومع ذلك، فقد انتقد فريدريك بعضَ جوانب كتاب أرسطو، فقال في مقدّمة كتابه: "نحن نتَّبع ما يقوله أرسطو ما دام صوابًا، غير أنه في كثير من الحالات يُجافي عينَ الحقيقة، ولا سيّما عندما يتعلَّق الأمرُ بطبيعة بعض الطيور. ولهذا فإننا لا نتَّبع دائمًا ما يقولُه أميرُ الفلاسفة، لأن خبرتَه بالصقور محدودة، بل معدومة، على حين أننا وَلُوعون بالصقور ولنا بها خبرةٌ مستمرةٌ." [202]

وكان من بين الذين راسلَهم فريدريك عالِمُ الرياضيّات المعروفُ ليوناردو فيبوناتشي (نحو 1170ـ بعد 1240)، الذي تَعَرَّف به وهو في مجلس بلاطه في پيزا [مدينة في وسط إيطاليا، اشتُهرت ببرجها المائل] نحو سنة 1225. وكان ليوناردو في ذلك الوقت قد أَتَمَّ للتَّوِّ رسالتَه في الأعداد المربَّعة، *Liber Quadratorum*، فأهداها إلى فريدريك، وكَتَبَ يقول: "لقد عَلِمتُ من عُمدة پيزا أنه

(201) Masson, *Frederich II*, p. 224.

(202) Masson, *Frederich II*, p. 216.

يَسرُّك أن تَسمع بين الحين والآخر عن كشفٍ حاذقٍ أو محاكمةٍ ذهنيةٍ رصينةٍ في الهندسة والحساب."[203]

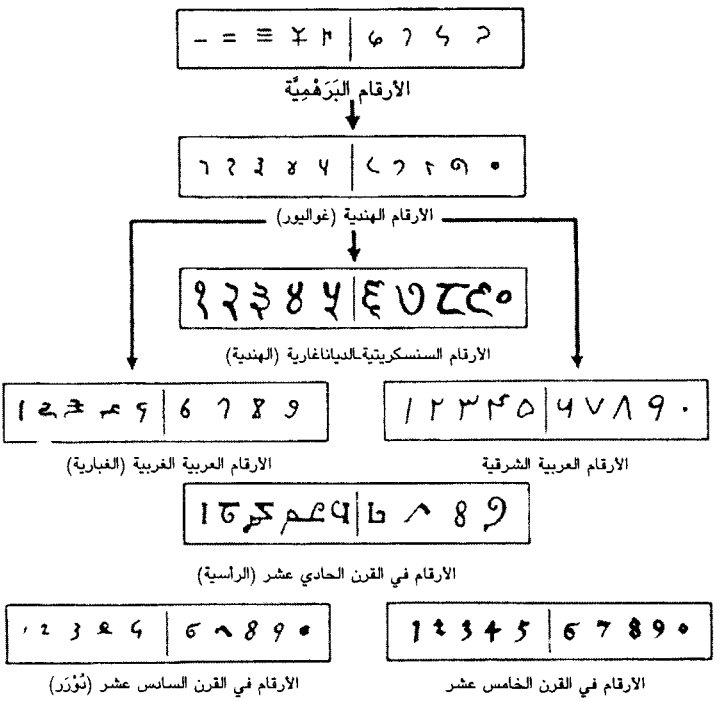
كَتَب ليوناردو، الذي وُلِدَ في پيزا، سيرةَ حياته في مقدمة أشهر مؤلَّفاته، وهو كتابٌ في الحساب عنوانُه *Liber Abbaci*. في نحو عام 1192 عُيِّن والدُه، الذي كان وزيرًا في دولة پيزا، مديرَ مستعمرة پيزا التجارية في المدينة الجزائرية بوجيا (بيجايا الآن). فكان يُحضِر ابنَه ليوناردو معه إلى بوجيا ليكتسب الدُّربةَ في فن الحساب، فتعلَّمه "بالأرقام الهندية الجديدة،"[204] التي كان يُطلَق عليها اسم الأرقام الهندية-العربية، والتي أدخَلَها فيما بعدُ إلى أوروبا في كتابه *Liber Abbaci* المذكور آنفًا. وكذلك أرسَلَ والدُ ليوناردو ابنَه في رحلاتٍ تجاريةٍ إلى إقليم پروڤانس [يقع على سواحل البحر الأبيض المتوسط في الزاوية الجنوبية الشرقية من فرنسا] وصقلية ومصر وسورية والقسطنطينية، حيث التَقَى فيها رياضيِّين لاتينيِّين ويونانيِّين وعَرَبًا. وفي سنة 1200 تقريبًا، عادَ ليوناردو إلى پيزا، حيث قضى بقية حياته يكتب رسائلَ في الرياضيّات جَعَلَتْ منه أعظمَ رياضيٍّ في العصور الوسطى.

أما أعمالُ ليوناردو الخمسةُ الباقية، فهي: كتاب *Liber Abbaci*، الذي نُشِرَ أوَّلَ مرةٍ في سنة 1202 وعُدِّلَ في سنة 1228؛ وكتاب *Practica Geometriae* (1220-1221) في الهندسة التطبيقية؛ ورسالةٌ عنوانُها *Flos* (1225)، أرسلَها إلى فريدريك الثاني جوابًا عن أسئلةٍ كان جون الپاليرمي قد وجَّهها إليه عندما زارَ الإمبراطور مدينةَ پيزا؛ ورسالةٌ غيرُ مؤرَّخةٍ موجَّهةٌ إلى ماستر ثيودورس أحدِ "الفلاسفة" في بلاط فريدريك الثاني؛ وكتاب *Liber Quadratorum* (1225). وقد تضمَّن هذا الكتابُ الأخير "مسألة الأرنب" الشهيرة؛ التي مفادها: "كم عدد أزواج الأرانب التي تُولَد في سنة، انطلاقًا من زوجٍ واحد، علمًا بأن كلَّ زوجٍ منها يُنتِجُ كلَّ شهرٍ زوجًا جديدًا يصبح قادرًا على الإنجاب بدءًا من الشهر الثاني على

(203) Masson, *Frederich II*, p. 112.

(204) Kurt Vogel, "Leonardo Fibonacci," *DSB*, 4, p. 604.

ولادته؟"[205] أدّى حلُّ هذه المسألة إلى إيجاد ما سُمِّيَ أعداد فيبوناتشي، وهي متتاليةٌ من الأعداد يُمثِّل كلُّ عددٍ فيها مجموعَ العدَدَيْن السابقَيْن له (أي: 1، 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21...)، وهي من المسائل الرياضية العجيبة التي طالما أَدْهَشت الرياضيين. تضمَّنت مصادرُ ليوناردو العلمية، التي يمكن تَتَبُّعها، أعمالاً يونانيةً ورومانيةً وهنديةً وعربية، جَمَعَها وأضافَ إليها من فيض عبقريته المبدعة، فأثار بذلك بدايةَ الرياضيّات الأوروبية الجديدة.



تطوُّر الأرقام الهندية ـ العربية.

أهدى ليوناردو رسالته *Flos* إلى جون الپاليرمي، الذي ذكَرَه أيضًا في مقدمة كتابه *Liber Quadratorum*. أما العملُ الوحيد المعروف لجون، فهو ترجمةٌ

(205) Boyer, *A History of Mathematics*, p. 287.

لاتينيةٌ لرسالةٍ عربيةٍ في القطوع الزائدة، قد تكون مستمَدَّةً من كتابٍ لابن الهيثم في الموضوع نفسه.

وُلِدَ ماستر ثيودورس، الذي يُلقَّب عادةً بـ "الفيلسوف"، في أنطاكية. وعَمِلَ في بلاط فريدريك وزيرًا وسفيرًا ومنجِّمًا ومترجِمًا من اليونانية والعربية إلى اللاتينية، وكان إلى ذلك رئيسَ العاملين في صنع الحلوى لدى الإمبراطور. كان من جملة أعماله ترجمةُ كتابٍ عربيٍّ في الصِّقَارَة. وبقي في خدمة الإمبراطور إلى حين وفاته في سنة 1250 تقريبًا، عندما استعادَ فريدريك أرضًا كان قد وقَفَها له، والتي "احتفظ بها فيلسوفنا الفقيد ثيودورس مدة حياته."[206]

من المحتمل أن يكون ثيودورس خَلَفَ ميكائيل سكوت منجِّمًا للبلاط. وُلِدَ ميكائيل في السنوات الأخيرة من القرن الثاني عشر، ربما في أسكتلندا، مع أنه قد يكون إيرلنديًّا. لا يُعْلَم شيءٌ عن دراساته الجامعية، لكنَّ إشاراته المتكررة إلى باريس تومئ إلى أنه ربما دَرَسَ وحاضَرَ هناك إضافةً إلى بولونيا، حيث أجرى بعض البحوث الطبِّية في سنة 1220 أو 1221. وقد يكون تعلَّم العربيةَ وشيئًا من العبرية في طليطلة، حيث تَرجَمَ في نحو سنة 1217 كتابًا للبطروجي عنوانُه *On the Sphere*، بمساعدة أَبُتيوس لِيتا، وهو يهوديٌّ تنصَّرَ فيما بعد. وبحلول عام 1220 أَتَمَّ ما أصبح يُعْرَف بالنسخة اللاتينية المعيارية لكتاب أرسطو *On Animals*، أساسُها نسخةٌ عربيةٌ تعود إلى القرن التاسع من تأليف البطريق، إضافةً إلى كتاب *De Caelo* وكتاب *De Anima* مع تعليقات ابن رُشْد. وفي سنة 1224 أصبح قسِّيسًا، حين عيَّنه البابا هونوريوس الثاني رئيسَ أساقفة كاشل في إيرلندا، وحَصَلَ على رُتَبٍ كَنَسية في إنكلترا. وقد اعتذرَ عن تَعيينِهِ رئيسًا للأساقفة متعلِّلاً بأنه لا يتكلَّم اللغة الإيرلندية، فمُنِحَ بعدها رُتبًا كَنَسيةً أخرى في إنكلترا وأسكتلندا من رئيس أساقفة كانْتَرْبَري.

عندما أَتَمَّ ليوناردو فيبوناتشي نسختَه المعدَّلة من *Liber Abbaci* في سنة 1228 بَعَثَ بها إلى ميكائيل، الذي كان في ذلك الوقت قد دخلَ على ما يبدو في

(206) Haskins, *SHMS*, p. 247.

خدمة فريدريك الثاني منجِّمًا لبلاطه. وكَتَبَ ميكائيل للإمبراطور ملخَّصًا باللاتينية عن كتاب ابن رُشْد *De Animalibus*، إضافةً إلى مصنَّفٍ ضخمٍ يُعْرَف بالإنكليزية باسم *Introduction to Astrology* (مقدمة في علم التنجيم). وهذا العملُ الأخير يَستغرق كلَّ جوانب التنجيم والكهانة، ومن ذلك استحضارُ أرواح الموتى للكشف عن المستقبل أو التأثير في الأحداث القادمة، إضافةً إلى السِّحر الأسود الذي يحمل أغراضًا خبيثةً باطنةً تحاك في جوف الليل لا في وضح النهار.

استَنكر ميكائيل استحضارَ الأرواح والسِّحرَ الأسود، غير أنه كان يُسَرُّ لرواية قصص مستحضِرِي الأرواح والسَّحَرَة. وكان يقول إن أفضلَ ساحرٍ في فرنسا هو الكاهن جيلبرتوس (من المحتمل أنه جيربر دوريياك)، الذي يُحَدِّثُ عن نفسه بأنه كان يَستحضِر الجانَّ التي تفسِّر له استعمالَ الأسطرلاب ومبادئَ علم الفلك، لكنَّ أمرَه صَلُحَ فيما بعد وأصبح أُسْقُفَ راينا ثم البابا.

وَجَّهَ فريدريك سلسلةً طويلةً من الأسئلة البارعة إلى ميكائيل، الذي اهتمَّ بها وجَعَلها ملحقًا لكتابٍ عنوانُه *Libers Particularis*. ومِمَّا يدلُّ على اهتمام فريدريك باستحضار الأرواح أحدُ الأسئلة التي وجَّهها إلى ميكائيل: "كيف يتأتَّى أن روحَ الإنسان الحيِّ - التي انتقلتْ إلى حياةٍ أخرى غيرِ حياتنا - لا يمكن إعادتُها بالحب أو الكُره، وكأنها لا شيء، ولا يبدو أنها مهتمةٌ أبدًا بما خلَّفته وراءها سواء أكان محفوظًا أم مفقودًا."[207] وكان ميكائيل يتباهى بقدرته على الإجابةِ عن جميع الأسئلة التي يوجِّهها إليه الإمبراطور، ومنها سؤالُه: "هل تَعرِفُ الروحُ في العالَم الآخر روحًا أخرى؟ وهل يستطيع أحدٌ العودةَ إلى الحياة ليتكلَّم ويرى نفسَه؟ وكم عددُ دَرَكاتِ جهنم؟"[208]

كلُّ هذا أدى إلى أن يذيع صيتُ ميكائيل بعد وفاته على أنه ساحر، فأساءَ ذلك إلى سُمعتِه الحسنة عالِمًا ومترجِمًا، وهذا في حدِّ ذاته مثارُ جدلٍ على أية حال. غير أن روجر بيكون وَصَفَ ميكائيل بأنه "مُسْتَعْلِمٌ فَذٌّ في المادة والحركة

(207) Haskins, *SHMS*, p. 267.

(208) Haskins, *SHMS*, p. 266.

وسَيْر الكواكب،"[209] لكنه سَجَّله في الوقت نفسه ضمن قائمة المترجِمين الذين "لا يُجيدون معرفةَ العلوم ولا اللغات، ولا حتى اللاتينية،" بل قال إن معظم ترجماته هي من عَمَلِ يهوديٍّ اسْمُه أندرو. غير أن بيكون نَسَبَ إلى ميكائيل إدخالَه فلسفةَ أرسطو الطبيعية إلى الغرب اللاتيني، علمًا بأن ميكائيل لم يَنْقُل فعليًّا سوى كتاب *De Animalibus*.

زعموا أن ميكائيل سكوت (وكذلك جيربر دوريياك) باعَ نفسَه للشيطان في مقابل معرفته بالسِّحر والشعوذة. وقد ذكَره دانتي (1265ـ1321) [كبيرُ شعراء إيطاليا، وصاحبُ الكوميديا الإلهية: ملحمةٌ رمزيةٌ يدور موضوعُها حول رحلةٍ خياليةٍ قام بها دانتي إلى الجحيم والمَطْهَر والجَنَّة] في الفصل العشرين من الجحيم، مشيرًا إلى أنه عايَنَه في الدَّرَكَة الرابعة من الدائرة الثامنة لجهنم، وسط صنوانه من السَّحَرَة والعرَّافين، [وقد انفَتَلَت رؤوسُهم، فلا يُبصرون إلا ما خَلْفَهُم، ولا يمشون إلَّا القهقرى]. يقول دانتي:

"وذاك الآخرُ هناك، الذي يبدو عاجزًا بائسًا
مهزولاً عند كَشْحَيْه، هو ميكائيل سكوت،
الذي أتقنَ أفانين حِيَل السِّحر الأَسْوَد وأخاديعَه."[210]

استمرَّت سمعةُ ميكائيل على أنه ساحرٌ مشعوِذ حتى العصور الحديثة، ولا سيّما في أسكتلندا، حيث بات يُتَغَنَّى بمهارتِهِ في الشعوذة بشِعرٍ سخيف كهذا:

ساحرٌ مشعوذٌ مشهور،
إذا لوَّح بعصاه السحرية
وهو في كهف سَلَمَنْكا،
قرعت له الأجراس في نوتردام![211]

(209) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 314.
(210) Dante, Inferno, Canto XX.
(211) Haskins, *SHMS*, p. 19.

باريس وأكسفورد I:
فهمٌ جديدٌ لأرسطو

كانت العلومُ الأوروبية في مطلع القرن الثالث عشر في صعود؛ يَدفعها التدفُّقُ الهائل للأعمال الإغريقية ـ العربية التي تُرجِمت إلى اللاتينية واعتُمِدت في الجامعات الجديدة التي برزت إلى الوجود في جميع أرجاء أوروبا، مستأصِلةً المدارسَ الكاتدرائية التي كانت منتشرةً في أوائل العصور الوسطى وحالَّةً محلَّها.

أقدمُ مؤسسات التعليم العالي تلك على الإطلاق جامعةُ بولونيا، التي أُسِّست في عام 1088، ثم تَبِعها على التوالي جامعة باريس (نحو 1150)، وأكسفورد (1167)، وساليرنو (1173، هي تجديد للمدرسة الطبِّية)، وپالِنْزيا (نحو 1178)، وريجيو (1188)، وڤيتشانزا (1204)، وكامبردج (1209)، وسَلَمَنْكا (1218)، وپادُوْوَا (1222). تلك هي أسماءُ الجامعات العشر الأولى فقط. ثم افْتُتِحت عشرٌ أُخَرُ في السنوات المتبقية من القرن الثالث عشر. وبعدها خمسٌ وعشرون في القرن الرابع عشر، وخمسٌ وثلاثون في القرن الخامس عشر، إلى أن وَصَلَ مجموعُها إلى ثمانين جامعةً في أوروبا بحلول سنة 1500، شاهدةً على حصول نهضةٍ فكريةٍ هائلة في الغرب، مبتدئةٍ بالاكتساب الأوليّ لتعلُّم العلوم الإغريقية ـ العربية في القرن الثاني عشر.

أصبحت جامعةُ بولونيا المثالَ المُحتذَى للجامعات التي أعقبتها في جنوبي أوروبا، وجامعتا باريس وأكسفورد للجامعات التي تَلَتْهما في الجزء الشمالي من القارة الأوروبية. واشتُهرت جامعةُ بولونيا بتدريس القانون والطبّ، وجامعةُ باريس

بالمنطق واللاهوت، وجامعةُ أكسفورد بالفلسفة والعلوم الطبيعية. واعتمَدَ تدريسُ العلوم الطبِّية في المقام الأول على تعاليم أبقراط وجالينوس، على حين اعتمَدَ تدريسُ المنطق والفلسفة والعلوم على أعمال أرسطو وشروحها والتعليقات عليها. وقد تُرجِمت هذه العلومُ والأعمال أولاً من العربية، ثم من اليونانية.

ومع أنَّ أعمالَ أرسطو كَوَّنت الأساسَ لمعظم الدراسات غيرِ الطبِّية في الجامعات الجديدة، فقد لَقِيت بعضُ آرائه في الفلسفة الطبيعية ـ ولا سيّما تلك التي فُسِّرت بتعليقاتٍ من ابن رُشْد ـ معارضةً شديدةً من علماء الدين الكاثوليك. من جملة نقاط الاعتراض على أرسطو نظريتُه القائلةُ بسرمديَّةِ العالَم، وهذا يُنْكِر قانونَ الله في الخلق؛ ومنها أيضًا جَبْريَّةُ مذهبِهِ في العلَّة والمعلول [أو السبب والمسبَّب]، التي لم تَدَعْ مجالاً لتدخُّلٍ إلهيٍّ أو خوارق عاداتٍ أخرى. وتتمثَّل نقطةُ الاعتراض الثالثة في أن فلسفةَ أرسطو الطبيعية تقوم على أساس وحدة الوجود، المستمَدَّة من تفسير ابن سينا للفلسفة الأرسطية من طريق الأفلاطونية المُحْدَثة.

وقد أدَّى هذا إلى إصدار قرارٍ من مجلس الأساقفة في باريس سنة 1210 يقضي بمنع تعليم فلسفة أرسطو الطبيعية في كلية الفنون في الجامعة. ثمَّ جُدِّد الحظر في سنة 1231 من البابا غريغوريوس التاسع، الذي أصدر بيانًا بابويًّا بأن أعمال أرسطو في الفلسفة الطبيعية لا تُدرَّس في جامعة باريس "إلى أن يتمَّ تمحيصُها وتطهيرها."[212] ويبدو أن هذا المَنْعَ لم يَدُمْ أكثرَ من ربع قرن، بدليل أن قائمةَ الكتب المعتمَدة في جامعة باريس سنة 1255 كانت تتضمَّن جميعَ أعمال أرسطو المتاحة.

ثم إن الخلافَ تَجَدَّدَ في سنة 1270 عندما أَعْلن أسقفُ باريس، إيتْيِن تامْپييه، حَظْرَ استعمالِ ثلاثَ عشْرةَ مسألةً مستقاةً من فلسفة أرسطو أو من تعليقات ابن رُشْد عليها. فسبَّب هذا نشوءَ مبدأ "الحقيقة المزدوجة،"[213] وفيه أنَّ فكرةً ما تُعَدُّ صحيحةً إذا ثَبَتَت بدليلٍ فيزيائيٍّ أو ميتافيزيقيّ، على حين أن

(212) Rashdall, *The Universities in Europe*, vol. 1, p. 357.

(213) Crombie, *MEMS*, vol. 1, p. 64.

فكرةً مناقضةً لها يمكن أن تُعَدَّ صحيحةً في الدين وعالَم الإيمان دونما حاجةٍ إلى إثبات. ثم أصدر البابا جون الحادي والعشرون في سنة 1277، إثر التماسِه مشورةَ رجال الدين، بيانًا بابويًّا حَظَرَ فيه 219 مسألةً ـ ومن ضمنها المسائل الثلاثَ عشْرةَ التي حَظَرَها تامْپييه ـ تَوَعَّدَ فيها بالحرمان الكَنَسيِّ لكلِّ مَن يؤمن بمذهبٍ فاسد. وفي تلك السنة نفسِها صَدَرَ حَظْرٌ مماثلٌ من تامْپييه ومن روبرت كيلواردباي رئيسِ أساقفةِ كانْتَرْبَري، الذي جُدِّد مرسومُه في سنة 1284 على يد خَلَفِهِ جون پيكام. وقد أُعلِنَ عن عدد من المسائل بأنها فاسدة بسبب تضمُّنها العقيدةَ الجبريةَ التي تَحُدُّ من قدرة الله وسلطانه.

كان علماءُ أوروبا في تلك الأثناء يَتمثَّلون العلومَ الإغريقية ـ العربية التي كانوا قد اكتسبوها واستعملوها لتطوير فلسفةٍ طبيعيةٍ جديدة، تختلف من بدايتها عن بعض مبادئ أرسطو، مع أنها تعتمد بصورةٍ رئيسية على الفلسفة الأرسطية.

أما رائدُ النهوض بالفلسفة الطبيعية الأوروبية الجديدة، فهو روبرت غْروسْتِسْتي (نحو 1168ـ1253)، الذي وُلِدَ لأسرةٍ متواضعةٍ في مدينة سافوك بإنكلترا، وتلقَّى تعليمَه في مدارسَ كاتدرائيةٍ في لِنْكولن، ثم في جامعة أكسفورد. مارسَ التدريسَ في أكسفورد، ثم تابَعَ دراساتِه لنيل درجة الماجستير في اللاهوت، ربما من جامعة باريس. ثم عُيِّنَ رئيسًا لجامعة أكسفورد، وحاضَرَ فيها أيضًا في اللاهوت في الوقت الذي بدأ فيه بدراسة اللغة اليونانية. وعندما قَدِمَ الرهبانُ الفرنسيسكان إلى أكسفورد في سنة 1224، كان غْروسْتِسْتي قد عُيِّنَ مدرِّسًا لهم. وفي نهاية المطاف غادر الجامعةَ في سنة 1235 عندما نُصِّبَ أُسقفًا في مدينة لِنْكولن، امتدَّ سلطانُه القضائي ليشمل أكسفورد والمدارسَ التابعةَ لها.

توزَّعت أعمالُ غْروسْتِسْتي إلى حِقْبتَين؛ الأولى عندما كان رئيسًا لجامعة أكسفورد، والثانية عندما كان أُسقفًا في لِنْكولن. أما أعمالُه في الحقبة الأولى فتضمَّنت تفسيراتٍ للإنجيل ولكتب أرسطو، إضافةً إلى معظم بحوثه ورسائله المستقلة. وأما أعمالُه في الحقبة الثانية فكانت في المقام الأول ترجماته من اليونانية لكتابَيْ أرسطو *Nichomachean Ethics* و*On the Heavens*، وفي هذا الأخير تعليقاتٌ من عَمَلِ سيمپليسيوس، إضافةً إلى عددٍ من المصنَّفات اللاهوتية.

وكانت تعليقاتُ غْروسْتِسْتي على كتابَيْ أرسطو *Posterior Analytics* و*Physics* من أُولى التفاسير التي وُضعت لهما وأشدِّها تأثيرًا. وأظهرتْ هذه التعليقاتُ كذلك نظريتَه في العلوم، التي وَضَعَها في حيِّز التطبيق ضمن مؤلَّفاته التي اشتملت على ستَّةِ مصنَّفاتٍ في الفلك وواحدٍ في إصلاح التقويم، إضافةً إلى الرسائل الآتية: *The Generation of the Stars* (نشأة النجوم)، *Sound* (الصوت)، *The Impressions of the Elements* (صُوَر العناصر)، *Comets* (المذنَّبات)، *Heat of the Sun* (حرارة الشمس)، *Color* (اللون)، *The Rainbow* (قوس قزح)، *The Tides* التي نَسَبَ فيها حركةَ المدِّ والجَزْر إلى القمر.

وكان غْروسْتِسْتي أوَّلَ عالِمٍ في القرون الوسطى يتناول بالدراسة المنهجيةَ التي تحكم العلم، وهذا يقتضي في رأيه القيام بخطوتَيْن متميِّزتَيْن. الأولى مشيجٌ من الاستقراء والاستدلال، أو "التركيب" و"التحليل"[214] كما سمَّاهما، للوصول إلى التعاريف. يقول: "تشمل هذه الطريقةُ إجراءَيْن، أحدهما بالتركيب والآخر بالتحليل. وكان أرسطو يُعَلِّم أولاً طريقةَ الوصول إلى التعريف بالتركيب، لأن هذه الطريقةَ تُماثِل التقدُّمَ من الأعمِّ الأبسط إلى الأكثر تركيبًا. أما طريقةُ التحليل فعلى العكس منها."[215]

الخطوة الثانية هي ما سَمَّاها غْروسْتِسْتي التحقُّق والنَّقض، وهي عمليةٌ ضروريةٌ للتمييز بين العلَّة الحقيقية والعِلل المحتمَلة الأخرى. واعتمَدَ في استعماله عمليةَ التحقُّقَ والنَّقض على افتراضَيْن يتعلَّقان بطبيعة الواقع الماديّ. أوَّلُهما هو مبدأُ الانتظام في الطبيعة، مستشهدًا على ذلك بعبارةٍ اقتبسَها من أرسطو، وهي أن "العلَّةَ الواحدةَ نفسَها لا يمكن إلا أن تَصدُرَ عنها النتيجةُ نفسُها، ما دامت الظروفُ واحدةً لم تتغيَّر."[216] والافتراض الثاني هو المبدأ الاقتصادي، الذي يَنصُّ على أن التفسير الأحسن هو الأبسط، أي الذي ينطوي على أقلِّ عددٍ من الافتراضات، إذا تماثلت سائرُ العوامل الأخرى. وهنا اقتبسَ

(214) Crombie, *RGOES*, pp. 62-63.
(215) Crombie, *RGOES*, p. 63.
(216) Crombie, *RGOES*, p. 85.

مرةً ثانيةً من أرسطو، الذي قال إن القوةَ المستمَدَّة من العوامل الطبيعية تتحرَّك وفق خطٍّ مستقيم "لأن الطبيعةَ تعمل وفق أقصر طريقٍ ممكن."[217] وهكذا ميَّزت طريقةُ غْروسْتِسْتي، بدءًا بهذه الافتراضات، بين العِلل المحتمَلة "عن طريق التجربة والسبب"[218] مُطَّرِحًا النظرياتِ التي تُنكِر كلاًّ من الشاهد الواقعيِّ والنظرية القائمة على التحقُّق بواسطة التجربة.

يرى غْروسْتِسْتي أنَّ من المستحيل إدراكُ العالَم المادِّي من دون الرياضيّات. وأشار إلى أن "العِلْمَ الذي يُعنى بدراسة الخطوط والأشكال الإشعاعية [أي البصريّات] يندرج تحت الهندسة...؛ والعِلْمَ الذي يهتمُّ بتركيب الآلات - مثل فن العمارة والمهارات الميكانيكية - يندرج تحت عِلم هيئات الأجسام؛ والعِلْمَ الذي يَهتمُّ بالإيقاعات يندرج تحت الحساب؛ والعِلْمَ الذي يَستعمل فيه البحَّارةُ ظهورَ النجوم لتوجيه السفن تابعٌ للهندسة."[219]

هذا وإن استعمالَ الرياضيّات جعلَ من الضروري إنجاز القياسات ذات النتائج العددية، مع أنَّ ذلك يستتبع وقوع أخطاء لا يمكن تَجنُّبها تَجعل جميعَ القياسات البشرية مألوفةً ومتعارَفة، خلافًا لليقين الثابت في الهندسة. ولكن، ومع أن الهندسة - على سبيل المثال - تستطيع إعطاءَ "السبب المتعلِّق بالواقعة،"[220] في مجال وصْفِ ظاهرةٍ في البصريات كانعكاس الضوء، فإنها قد لا تستطيع إعطاءَ العِلل الفيزيائيةِ المرتبطةِ بهذه الظاهرة. وهكذا فإن التفسير الكاملَ للظواهر البصرية لا يتطلَّب الهندسةَ فحسب، بل يتطلَّب معرفةً بالطبيعة الفيزيائية للضوء، التي جَعَلَته يتحرك، كما يفعل إذا انعكس على مرآة، بحيث إن زاوية الورود تساوي زاوية الانعكاس.

يعتقد غْروسْتِسْتي أنَّ دراسة البصريات تمثِّل المفتاحَ لإدراك العالَم المادِّي،

(217) Crombie, *RGOES*, p. 86.
(218) Crombie, *RGOES*, p. 87.
(219) Crombie, *RGOES*, p. 91.
(220) Crombie, *RGOES*, p. 96.

وقد أعطى هذا دَفعًا لنظريته الأفلاطونية المُحْدَثة حول "ميتافيزيقا الضوء."[221] ويعتقد أيضًا أن الضوءَ هو المادة المحسوسة الأساسية للأشياء المادية، وأنه يُحْدِث أبعادَها الحيِّزِيَّة، إضافةً إلى كونه المبدأ الأول في الحركة السببيَّة الفعَّالة. وبحسب نظريته البصرية، فإن الضوءَ يتحرَّك وفق خطٍّ مستقيم خلال انتشار سلسلةٍ من الأمواج أو النبضات. ولَمَّا كان الضوءُ ينتقل وفق خطوطٍ مستقيمة، فيمكن رسْمُ حركته هندسيًّا. وكانت هذه النظرية مماثلةً لنظريته الصوتية التي قدَّمها في تعليقه على كتاب أرسطو *Posterior Analytics*، حيث كتب يقول: "عندما يصطدم الجسمُ المصوِّت ويَهتزّ، فإن اهتزازًا مماثلاً لاهتزازه وحركةً مماثلةً لحركته تتولَّد حتمًا في الهواء المحيط الملامس لهذا الجسم، وتنتشر هذه الحركةُ المتولِّدة في جميع الاتجاهات وفق خطوط مستقيمة."[222]

ويرى غْروسْتِسْتي كذلك أن هذه النظريةَ نفسَها، التي سمَّاها "مضاعفة الأنواع"[223]، يمكن استعمالُها في تفسير انتشار أيِّ اضطراب، سواء أكان ضوءًا أم صوتًا أم حرارةً أم فعلاً ميكانيكيًّا أم حتى تأثيرًا تنجيميًّا. وعلى هذا فإن دراسةَ الضوء كانت ذاتَ أهميةٍ حاسمةٍ لفهم الطبيعة. واعتقدَ غْروسْتِسْتي أيضًا أن الضوءَ (ولا يعني به الإشعاعَ المرئيَّ فحسب، بل الفَيْض الإلهي كذلك) كان الوسطَ الذي خَلَقَ اللهُ فيه العالَم، وأن الروحَ والجسمَ يتآثران من خلاله في الإنسان.

قسَّمَ غْروسْتِسْتي دراسةَ البصريات إلى ثلاثة أقسام: الظواهر المحيطة بالرؤية، والمرايا (الانعكاس)، والعدسات (الانكسار). وقد دَرَسَ القسمَ الثالث دراسةً مستفيضةً فاقت القسمَيْن الآخرين، وأشار إلى أن هذا القسم الثالث "لم يُدْرَس من قبلُ، وغيرُ معروفٍ فيما بيننا حتى وقتنا الحاضر،"[224] واقترحَ تطبيقاتٍ للانكسار تحقَّقت في القرن السابع عشر باختراع المِقْرَاب والمِجْهر.

(221) Crombie, *RGOES*, pp. 128-34.
(222) Crombie, *RGOES*, p. 114.
(223) Crombie, *RGOES*, pp. 109-10.
(224) Crombie, *RGOES*, p. 119.

كَتَبَ يقول: "عندما يُفهَم هذا القسمُ من البصريات جيِّدًا، فإنه يُرينا كيف يمكننا جعْلُ الأشياء البعيدة جدًّا تَظهر وكأنها قريبةٌ جدًّا... وكيف يمكننا جعْلُ الأشياء الصغيرة الموضوعة على مسافةٍ ما تَظهر بأيِّ حجمٍ نريده، وهكذا صار بإمكاننا قراءةُ الحروف مهما صَغُرت من مسافاتٍ لا تُصَدَّق، أو عَدُّ حبات الرمل أو الحبوب أو البذور أو أيِّ نوعٍ من الأشياء الدقيقة."

وقد استحدثَ غْروسْتِسْتي نظريةً في الانكسار في محاولةٍ لشرح تَبْئِير الضوء focusing of light باستعمال "عدسة حارقة"، أو عدسةٍ كروية. وتبيَّن له من إحدى التجارب أن قانونَ الانكسار الذي وَضَعَهُ كان غيرَ صحيح، ويبدو أنه لم يكنْ ليَضَعَ قانونَه موضعَ الاختبار، مع أن من المبادئ الأساسية المتعلقة بطريقته العلمية أنه إذا تعارضت نظريةٌ ما مع الملاحظة فيجب استبعاد النظرية.

يتجلَّى تطبيق غْروسْتِسْتي لطريقته العلمية في رسالته قوس قزح، التي خَرَجَ فيها على نظرية أرسطو معتقدًا بأن هذه الظاهرة ناجمةٌ عن انكسار الضوء لا عن انعكاسه. ومع أنَّ نظريتَهُ لم تكن صحيحة، فقد عَرَضَ المسألةَ بطريقةٍ أدَّت فيها بحوثُ خالِفِيه وتحقيقاتُهم إلى الاقتراب أكثرَ فأكثر من الحلِّ الصحيح عن طريق انتقادهم لجهوده. وقد حَفَزَ عملُه في قوس قزح على تأليف بعض القصائد الشعرية كَتبها في نحو سنة 1270 الشاعرُ الفرنسي جان دي ميون متابعًا فيها أبياتَ الشاعر غِيُّوم دي لوريس في قصيدته *Romance of the Rose* (غَرام الوردة). حيث "تشرح الطبيعةُ أثرَ السماء، وكيف تقدِّم الغيوم عزاءَها إلى الأرض"[225]

ربما تولَّدت في السماء قوسٌ،
أو اثنتان أو حتى ثلاثٌ
من أقواسٍ سماويةٍ تدعى أقواسَ قُزَح،
لا يعرف أحدٌ كُنْهَها

(225) Lorris and Meun, *The Romance of the Rose*, 83,109ff.

ما لم يكن ذا علمٍ في البصريات،
وكيف أنها تغدو ـ بفعل الشمس ـ غنيَّةً الألوان،
وكم عدد الدرجات اللونية التي تبديها، وما أنواعها،
ولِمَ كلُّ تلك الألوان والأنواع،
ولماذا تظهر على ذاك الشكل.

ثمة جزءٌ يسيرٌ مما كتبه غْروسْتِسْتي يدلُّ على أنه كان أسقفًا مسيحيًّا، غير أنه في رسالته *On the Fixity of Motion and Time* اختلف مع مبدأ أرسطو القائل بسرمديَّة العالَم، لأنه تعارضَ مع اعتقاده بقدرة الله على الخلق. وقد تَجلَّت معتقداتُه المسيحية أيضًا في رسالة أخرى عنوانُها *On the Order of the Emanation of Things Caused from God*، قال فيها إنه يرغب أن يَكفَّ الناسُ عن السؤال عن التشكيك في رواية الكتاب المقدَّس لقصة الخَلْق.

وكذلك ألَّف غْروسْتِسْتي عددًا من الرسائل في الفلك، كان أشهرها رسالة بعنوان *De Sphaera*، ناقش فيها مبادئ علم الفلك النظرية عند أرسطو وبطليموس. وتعرَّضَ أيضًا إلى علم الفلك الأرسطيّ والبطليموسي في رسالته *Compotus correctorius* المتعلِّقة بإصلاح التقويم، حيث استَعمل نظامَ أفلاطون في الدوائر المختلفةِ المراكز وأفلاك التدوير لحساب مسارات الكواكب، مع أنه أشار إلى أن "هذه الصيغ للحركة السماوية ممكنةٌ في الخيال فقط، بحسب أرسطو، وغيرُ ممكنةٍ في الطبيعة، لأنه يعتقد أن الكواكبَ التسعةَ كلَّها متحدةُ المراكز."[226] وكَتَبَ غْروسْتِسْتي أيضًا في رسالته *On Prognostication* عن آثار التنجيم، لكنه أَعْلنَ فيما بعد عن شجبه للتنجيم، واصفًا إياه بأنه من حِيَلِ الشيطان وأوهامه.

ألَّف غْروسْتِسْتي رسالتَه *De Sphaera* قريبًا من وقت تأليفِ رسالةٍ تَحمل الاسمَ نفسَه وَضَعَها معاصرُه جون (من هوليوود)، الذي يُعْرَف باسمه اللاتيني

(226) Crombie, *RGOES*, p. 97.

جوهانز دي ساكروبوسكو. ولا يُعلَم الكثير من تفاصيل حياته، سوى أنه أصبح راهبًا في دَيْر أوغُسْطين في هوليوود، وأنه بعد دراسته في أكسفورد قُبِلَ في جامعة باريس سنة 1221، حيث اختير أستاذًا للرياضيّات.

أهمُّ أعمال ساكروبوسكو الباقية ثلاثة كتبٍ تعليميةٍ ابتدائية في الرياضيّات والفلك: *De Sphaera*، و*De Computo Eccliastico*، و*De Algorismo*، كثيرًا ما تكون مجلَّدةً في مخطوطةٍ واحدة. هذا وتُعزى شهرة ساكروبوسكو بنوعٍ خاص إلى مصنَّفه *De Sphaera*، وهو كتابٌ في علم الفلك يَعتمد على بطليموس وشرَّاحه العرب، وعلى الأخصِّ منهم الفرغاني. استُعمل هذا الكتاب بدايةً في جامعة باريس، ثم في جميع مدارس أوروبا، واستمرَّ استعمالُه حتى أواخر القرن السابع عشر. أما كتابه *De Computo Eccliastico*، فينظر إلى الأخطاء في التقويم اليوليوسي، ويَقترح حلّاً مشابِهًا تمامًا للإصلاح الذي أقرَّه البابا غريغوريوس الثالث عشر بعد ثلاثة قرون ونصف القرن. وأما كتابُه *De Algorismo*، الذي يُعلِّم تقنيات الحساب بالأعداد الصحيحة الموجبة، فكان من أوسع كُتب الحساب استعمالاً في القرون الوسطى، واستمرَّ استعمالُه حتى القرن السادس عشر.

تابَع ألبرت الكبير (نحو 1200ـ1280) جهودَ غْروسْتِسْتي في صَوْغ فلسفةٍ جديدةٍ للطبيعة. وُلِدَ ألبرت لأسرةٍ عسكريةٍ نبيلةٍ في باڤاريا [مقاطعة ألمانية]، ودَرَسَ الفنونَ العقليةَ في جامعة پادُوْوَا، وهناك ضَمَّه جوردانوس السكسوني إلى الرَّهْبنة الدومينيكية Dominican order [رَهْبنةٌ أسَّسها القديس دومينيك عام 1215، وكانت أول رهبنة كاثوليكية أخذت على عاتقها التبشير بالعقيدة المسيحية]. ثم دَرَسَ ألبرت اللاهوت، ودَرَّسَ في ألمانيا قبل أن يصبح عضوًا في جامعة باريس في نحو عام 1241، حيث حاضَرَ فيها مدةَ سبع سنوات، أُرسِلَ بعدها ليَفتتِحَ مدرسةً في مدينة كولون. وفي عام 1253 عُيِّن ألبرت أُسقفًا للدومينيكانية الألمانية، وأصبح في عام 1260 أُسقفًا لمدينة ريجنسبرغ، ثم تخلَّى عن هذا المنصب بعد سنتين، ليقضي بقية عمره واعظًا ومعلِّمًا.

كان لألبرت الفضلُ الأكبر في إحياء تراث أرسطو وجعْلِ فلسفتِهِ في

الطبيعة مقبولةً ومستساغةً لدى الغرب المسيحي. ذلك أن المشكلةَ الرئيسيةَ التي كانت تَحُول دون قَبُول المسيحيين لآراء أرسطو هي التعارض بين الدِّين والعقل، ولا سيّما تفسيرات ابن رشد للمذهب الأرسطيِّ وما يتصل بها من الجبرية وسرمدية الكون. وقد حاول ألبرت البحثَ عن حلٍّ لتبديد هذا التعارض، وذلك باعتبار أرسطو مرشدًا للعقل أكثرَ من كونه مرجعًا مطلقًا، وأَعلنَ أنه إذا تعارضت أفكارُ أرسطو مع الدِّين السماوي أو مع الملاحظة، فيجب عَدُّ هذه الأفكار خاطئة. ويَعتقد ألبرت أن الفلسفةَ الطبيعية واللاهوت إنما يَخرجان من مشكاةٍ واحدة في الأعم الأغلب، ولكنْ بوجوهٍ مختلفة، وعلى هذا الأساس حَدَّدَ لكلٍّ منهما عالَمَه الخاصَّ به ومنهجَه المستقلّ، وآمنَ بإمكان عدم وجود تعارضٍ بين العقل والوحي.

أخذَ ألبرت على نفسه تفسيرَ آراء أرسطو بناءً على طلبٍ من الإخوة الدومينيكان، الذين رغبوا في فهْمِ النظرة العالمية لأرسطو Aristotelian worldview [فلسفة أرسطو الفردية في تفسير الغاية من العالَم ككُلّ]؛ وأَوْضَحَها في مقدمة شروحه على كتاب الطبيعيات لأرسطو، حيث ذَكَرَ أن غرضَه هو "جعلُ جميع أجزاء الفلسفة عقلانيةً لأبناء الشعوب اللاتينية." (227)

تركَّزت أكثرُ إسهامات ألبرت إبداعًا في علم النبات وعلوم الحياة، وتَمَيَّزت أعماله بدقة الملاحظة والبراعة في التصنيف. وكان موقفُهُ من الأسلوب العلمي جليًّا في تعليقاته على كتاب *De Plantis*، المصدرِ الرئيسي للمعارف النباتية حتى القرن السادس عشر. وعندما ناقشَ النباتاتِ المحليةَ المعروفة لديه كَتَبَ يقول: "في الكتاب السادس هذا، سنُشبِع فضولَ الطلاب منها بدلاً من الفلسفة.... إذ لا يمكن إجراءُ القياسات المنطقية على أنواعٍ محدَّدة تتوقَّف حقيقةُ معرفتها على التجربة وحدَها." (228)

ومع أن ألبرت كان عصريًّا جدًّا في تفكيره العلمي، فإنَّ نظرته ظلَّت متأثِّرةً بالعصور الوسطى في بعض الأمور كالسحر والكهانة والتنجيم. فقد أشارَ في

(227) Crombie, *RGOES*, p. 19.

(228) Crombie, *MEMS*, vol. 1, pp. 147-48.

كتابه *Summa Theologica* (الجامع في التنجيم) إلى اعتقاده بأن السِّحرَ من عملِ الشياطين فقال: "إن القديسين يقولون هذا بجلاء، وهذا هو الاعتقادُ السائدُ لدى جميع الناس، وهو يُعلَّم في إطار استحضار الأرواح الذي يتعامل مع أيقونات وحلقات ومرايا ڤينوس وعُقَدِ الشياطين."[229] وكَتَبَ ألبرت في التنجيم في معظم رسائله العلمية، واصفًا الآثارَ التي تَحْدُث من ظواهرَ سماويةٍ كبيرةٍ مثل اقتران الكواكب، التي يَعزو إليها "الحوادث العظيمة والمعجزات الكبرى والتغيُّر العام في حالة العناصر والعالَم."[230]

يَصف أُريتش إنْجلبرت، تلميذُ ألبرت، أستاذَه بأنه "رجلٌ رائعٌ في أيِّ علمٍ من العلوم إلى درجة أنه يمكن أن يُطلَق عليه أعجوبة زماننا ومعجزته."[231] وكَتَبَ عنه توما الأكويني بدرجة الإكبار نفسِها قائلاً: "إن من دواعي العَجب والإعجاب أن امرءًا بمثل هذا الإخلاص العميق والتقوى الصادقة يحقِّق إنجازاتٍ في العلوم فوق مستوى البشر."[232] ويجدر بالذكر أن البابا پيوس الحادي عشر أَعْلَن في 16 كانون الأول/ديسمبر 1931 عن ضمِّ ألبرت إلى قائمة القدّيسين. وبعد عشر سنوات تَلَتْ أعلنَه البابا پيوس الثاني عشر قدِّيسًا شفيعًا لجميع الذين نذروا أنفسهم للعلوم الطبيعية.

وُلِدَ توما الأكويني (نحو 1225ـ1274) قرب مونتي كاسِّينو جنوبيّ إيطاليا، حيث كان أبوه في خدمة الإمبراطور فريدريك الثاني في حربه على البابوية. بدأ تعليمه في الدير البنيديكتيّ لمونتي كاسِّينو، رَحَلَ بعدها إلى جامعة ناپولي المنشأة حديثًا، حيث اطَّلعَ على أعمال أرسطو. وبعد انضمامه إلى الرهبنة الدومينيكية، أُرسِل لمتابعة الدراسة إلى مدينة كولون ثم إلى باريس، وكان من بين أساتذته هناك ألبرت الكبير.

(229) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 552.
(230) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 583.
(231) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 527.
(232) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 528.

قضى الأكويني مرحلتَيْن تدريسيَّتَيْن أستاذًا في جامعة باريس، الأولى: 1256ـ1259، والثانية: 1269ـ1272، واتَّصلَ في ما بينهما بالبلاط البابويّ في عهد ألكسندر الرابع، وأوروبان الرابع، وكليمَنْت الرابع على التتالي. وبعد المرحلة التدريسية الثانية في باريس، عادَ إلى ناپولي مديرًا لمدرسةٍ دومينيكية إلى قُبَيْل وفاته ببضعة أشهر في سنة 1274. وفي 18 تموز/يوليو 1323 أَعْلَن البابا جون الثاني والعشرون عن ضمِّ توما الأكويني إلى قائمة القديسين، وصارت الكنيسةُ الكاثوليكية الرومانية تقدِّمه فيما بعدُ بصفته أعظمَ معلِّمٍ لمبادئها. وما زالت كتاباتُه تُدرَّسُ في الجامعات الكاثوليكية.

حاول الأكويني، شأنَ سلفِهِ ألبرت الكبير، أن يَحُلَّ الخلافَ بين الدين والعلم الطبيعي، وأن يُبيِّنَ أنه من الممكن ألَّا يكون ثمة تعارضٌ بين الوحي والعقل. وحول مناقشاته مع القائلين بأن الفلسفةَ الطبيعية كانت تتعارض مع الديانة المسيحية كَتَبَ يقول في رسالته الإيمان والعقل والدين: "مع أن العقلَ الإنساني غيرُ كافٍ لمعرفة ما يوحِي به الإيمان، فإن ما تعلَّمناه بالإيمان لا يمكن أن يناقض ما منحتنا إياه الطبيعة. قد يكون أحدهما خطأً، ولكنْ لَمَّا كان كلاهُما من عند الله، فيمكن أن يكون هو السببَ في وقوعِنا في الخطأ، وهذا مستحيل." (233)

وقد أوقعه هذا في خلافاتٍ في جامعة باريس ما بين سنة 1268 و1270 تتعلَّق بالفلسفة الأرسطية التي أدْخَلها هو وألبرت إليها. ومن الممكن أن يكون شَجْبُ أُسقف باريس سنة 1270 لمبادئ ابن رُشْد قد تَوَجَّهَ ضدَّ بعض تعاليم الأكويني؛ ومن ذلك أن خلْق العالَم لا يمكن أن يُبرهَن بالعقل وحده. وكانت هذه وغيرُها من تفسيرات الأكويني هي حَلُّهُ لمشكلة تَكَيُّف الأرسطية مع الدين المسيحي، ومن ثَمَّ إيجاد النظامِ الفلسفيِّ الذي أصبح يدعى التومانية Thomism (نسبةً إلى توما الأكويني).

إن الأشواطَ التي قطعها الأكويني يمكن أن تُلحَظَ في محاولته التوفيقَ بين التفسير المقدَّس للصعود [صعود المسيح من الأرض إلى السماء] والكون

(233) Quoted in Lindberg, *The Beginnings of European Science*, p. 232.

الأرسطيّ. فبحسب ما ورد في سِفْر أَفَسُس [من أسفار العهد الجديد] 10:4 فإن المسيح "هو الذي صَعَدَ فوق جميع السماوات، لكي يَملأَ كُلَّ الأشياء". وقد سبَّب ذلك للأكويني مشكلاتٍ حاول أن يَحلَّها بفلسفة أرسطو وبنموذجه من الكرات البلّورية المتحدة المركز.

في تلك الأثناء، في القرن الثالث عشر، استمرَّت الترجمةُ من العربية إلى اللاتينية. وتمَّت بعضُ هذه الترجمات برعاية الملك ألفونسو العاشر (1221ـ1284) ملك قَشتالة وليون، الذي عُرِفَ بالإسبانية بالحكيم. وكان لاهتمام ألفونسو الشديد بالعلوم الأثرُ في رعاية أعمال الترجمة العربية في الفلك والتنجيم، ومنها طبعةٌ جديدةٌ لـ "جداول طليطلة" لعالِم الفلك القرطبي الزرقالة من القرن الحادي عشر. وقد تضمَّنت هذه الطبعةُ، التي عُرِفت باسم جداول ألفونسو، بعضَ الأرصاد الجديدة، غير أنها احتفظت بنظام الدوائر المختلفة المراكز وأفلاك التدوير لبطليموس.

كان روجر بيكون (نحو 1219ـ1292) من أشهر أتباع غْروسْتِسْتي، وقد أبدى اهتمامَه في الفلسفة الطبيعية والرياضيّات في أثناء دراسته في أكسفورد، وحصل على الماجستير في الآداب إما من أكسفورد وإما من باريس في عام 1240 أو نحوه، بعدها حاضَرَ في جامعة باريس في أعمالٍ متعدِّدة لأرسطو. ثم عادَ إلى أكسفورد في نحو عام 1247، عندما قابَلَ غْروسْتِسْتي وأصبح أحد مريديه.

وقريبًا من سنة 1257 أصبح بيكون راهبًا فرنسيسكانيًّا، وراحَ بعدها مباشرةً يعاني من مشكلات، ربما بسبب حُكْمٍ قضائيٍّ يَحْظُر نَشْر الكتب خارج الرهبنة دون الحصول على موافقةٍ سابقة. وأيًّا ما كان، فإن البابا كليمنت الرابع أصدر أمرًا رسميًّا بتاريخ 22 حزيران/يونيو 1266 يطلب فيه إلى بيكون تسليمَ نسخةٍ من مؤلَّفاته الفلسفية. ولم يقتصر هذا الأمر على طلب نسخةٍ من كتابه، بل أن يَنُصَّ على "التصحيحات التي تقترح إجراءها على المسائل التي ألمحتَ منذ عهدٍ قريبٍ إلى أهميَّتها الكبيرة،" و"أن تُنفِّذ هذا الأمرَ دون تأخير وبسريةٍ تامة قدر استطاعتك."[234]

(234) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 625.

واستجاب بيكون بإرسال هذه الكتب الثلاثة: *Opus Maius*، و*Opus Minus*، و*Opus Tertium*، مع رسالةٍ يقترح فيها إصلاحَ التعليم في الكنيسة الكاثوليكية. ودافَعَ عن رأيه بوجود نَمَطَيْن من الخبرة، يُكتَسَب أحدهما من طريق الإلهام الخفيّ، والآخر من طريق الحواس بمساعدة الأدوات والقياسات الرياضية. ويتضمَّن برنامجُ الدراسة الذي نَصَحَ به: اللغات والرياضيّات والبصريات والعلوم التجريبية والخيمياء، يتلوها الميتافيزيقيا والفلسفة الأخلاقية، التي ستؤدِّي، بتوجيه اللاهوت، إلى فَهْم الطبيعة ومنها إلى معرفة الخالق.

وخلال بضع سنواتٍ تلت ألَّف بيكون ثلاثةَ كتبٍ أخرى: *Communia Naturalium*، و*Communia Mathematica*، و*Compendium Studii Philosophie*، وفي هذا الكتاب الأخير انتقدَ الرهبنتَيْن الفرنسيكانية والدومينيكانية على ممارساتهما التعليمية. وفيما بين عامَي 1277 و1279 أُدِينَ بيكون من الفرنسيسكانيين وسُجِنَ في باريس، ربما بسبب انتقادهم آراءَ ابن رُشْد الهرطقيَّة. ولم يُعْلَم شيءٌ عن حياته حتى عام 1292 عندما ألَّف كتابَه الأخير: *Compendium Studii Theologii*.

انتَحَلَ بيكون كثيرًا من أفكار غْروسْتِسْتي في "ميتافيزيقا الضوء" و"تكاثر الأنواع"، إضافةً إلى تشديد معلِّمه على الرياضيّات، ولا سيّما الهندسة. ويَنصُّ في كتابه *Opus Maius* على أنه "لا يمكن الحُكم على فعّالية الأشياء في العالَم ودواعي توليدها من دون الهندسة"[235]؛ ويقول أيضًا: "إن أيَّ تضاعُفٍ يكون وفقًا لخطوطٍ أو زوايا أو أشكال."[236] وكذلك كانت أفكارُ بيكون في البصريات تكرارًا لأفكار غْروسْتِسْتي. غير أنه ذَهَبَ إلى أبعدَ من غْروسْتِسْتي في تعليقاته على ابن الهيثم، ولا سيّما نظريته في العين باعتبارها عدسةً كرويَّة، مؤسِّسًا وصْفَهُ التشريحيّ على توصيفات حنين بن إسحاق وابن سينا.

هذا وقد عَرَضَ بيكون منهجَه العلميّ بوضوحٍ في الجزء السادس من كتاب

(235) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 144.

(236) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 144.

Opus Maius، الذي استمَدَّه أيضًا من غْروسْتِسْتي. فكَتَبَ يقول فيه: "إن الامتيازات الثلاثة الكبرى"[237] للعلوم التجريبية هي: أولاً "أنها تستقصي بالتجربة أفضلَ النتائج لجميع العلوم." والامتياز الثاني: أن التجربة - بحسب رأي بيكون - تضيفُ معرفةً جديدةً إلى العلوم الحالية. والثالث: أنها تُحْدِث مجالاتٍ جديدةً تمامًا في العلوم. وأكَّد أيضًا الأهميةَ القصوى للرياضيّات في العلوم، فكَتَبَ يقول: "لا يمكن معرفةُ أيِّ علمٍ من دون الرياضيّات."[238]

استَعمل بيكون منهجَه العلميَّ في دراسة قوس قزح، فأَدخَلَ تحسيناتٍ على نظرية غْروسْتِسْتي تتعلَّق بفهْمِهِ لتلك الظاهرة، وأنها إنما تَحْدُث بفِعْل قطرات المطر المستقلَّة. ومع ذلك فقد أخطأ في نَبْذِ فكرةِ كون الانكسار جزءًا من العملية.

ثمة مصنَّفاتٌ أخرى لبيكون؛ منها كتاب: *Epistola de Secretis Operibus Artis et Naturae et de Nullitate Magiae*، الذي وَصَفَ فيه بعضَ المَرْكبات الرائعة من قبيل: السفن الذاتية الطاقة، والسيّارات، والطائرات، والغوّاصات.

> يمكن صُنْع مَرْكبَاتٍ للملاحة من دون مجذِّفين، إذ يستطيع رجلٌ واحدٌ أن يسيِّرَ أضخم السفن في الأنهار أو البحار بسرعةٍ أكبر مما لو كانت تَغصُّ بالمجذِّفين. وكذلك يمكن صنعُ عرباتٍ دون الحاجة إلى حيواناتٍ تجرُّها، تتحرَّك بسرعةٍ لا تكاد تُصَدَّق.... وبالإمكان أيضًا بناءُ طائراتٍ يجلس رجلٌ في وسطها لإدارة محرِّكٍ وأجنحةٍ صنعيَّةٍ تمكِّنها من التحليق كالطيور.... وأخيرًا يمكن بسهولةٍ صُنع مركبةٍ يمكن الغوص بها في البحار والأنهار، حتى الأعماق دون خطر[239].

(237) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 141.

(238) Crombie, *RGOES*, p. 114.

(239) Crombie, *MEMS*, vol. 1, p. 55.

وفي موضوعٍ آخر كَتَبَ بيكون يقول: "لقد ثَبَتَ بفضل اختباراتٍ معيَّنة"[240] أنه يمكن إطالةُ العمر كثيرًا عن طريق "تجارب سرِّية." وتضمَّنت إحدى نصائحه لتحقيق حياةٍ مديدة تناولَ لحم تِنِّينٍ طائرٍ مُعدٍّ إعدادًا خاصًّا، وَصَفَه بأنه: "مُلْهِمٌ للذكاء،"[241] أو هكذا أخبره بعضُ الناس: "الموثوق بصدقهم."

وقد أسهمت مثلُ هذه الكتابات في أن تطير لبيكون سمعةٌ بعد وفاته تصفه بأنه مشعوذٌ وعرَّافٌ أخذَ أفانينَ السِّحر الأسود عن الشيطان. ففي أوائل القرن السابع عشر نُشِرَ في لندن كتابٌ بعنوان: التاريخ المشهور لفرابر بيكون، وما اجترحه من أعاجيب في حياته، وحالة وفاته، مع قصة حياة وموت اثنين من السَّحَرة هما: بانجي واندرماست. يرمي هذا الكتاب إلى سرد قصة حياة بيكون ومآثره السِّحرية، ومن ضمنها ابتكارُه رأسًا نحاسيًّا يُمْكنه التكلُّمُ والتنبؤُ بالمستقبل وحمايةُ إنكلترا من أعدائها. وبعد صُنْع هذا "الرأس المتكلِّم" وَقَفَ بيكون وبانجي يَنظران إليه ويَنتظران لعلَّه يتكلَّم، لكنَّ شيئًا من ذلك لم يَحْدث البتةَ ثلاثةَ أسابيع بتمامها. ثم إنه "بعد صدور بعض الضجيج تكلَّم الرأسُ بهاتين الكلمتين: 'TIME IS'؛ ومرةً ثانيةً بعد فاصل 'TIME WAS'؛ ثم 'TIME IS PAST'، وسقط الرأسُ بعدها مباشرةً، وتبعه في الحال صوتٌ فظيعٌ مصحوبٌ بالتماعاتٍ ناريةٍ غريبة."[242]

(240) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 655.

(241) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 657.

(242) Sandys, "Roger Bacon in English Literature," in Little, *Roger Bacon: Essays*, p. 362.

باريس وأكسفورد II:
نشأة العلم الأوروبي

أدَّت إعادةُ تفسير أعمال أرسطو في القرن الثالث عشر إلى نشأة العلم الأوروبي، ولا سيّما من خلال بحوث روبرت غْروسْتِسْتي وتابعِيه في باريس وأكسفورد.

كان جوردانوس نيموراريوس (ذاعَ صيتُه نحو 1220) أحدَ روَّاد هذا العلم الأوروبي الجديد، ومن معاصري غْروسْتِسْتي. ولا يمكن التحدُّث فعليًّا عن حياة جوردانوس، ذلك أنه لم يُعْرَف إلَّا من إدراج أعماله ضمن دليل *Bibliomania*، وهو فِهْرسٌ لمكتبة ريتشارد دي فورنيال، صَنَعه ما بين عامَيْ 1246 و1260، وفيه اثنتا عشرةَ رسالةً منسوبة إليه.

كان الإسهام الأكبر لجوردانوس في "علم الأوزان" *scientia de ponderibus*[243] في العصور الوسطى، الذي يُعْرَف اليوم بعلم "السكون"، وهو يُعْنَى بدراسة القوى المتوازنة. وكان من جملة المفاهيم التي قدَّمها "الثقالة الموضعية"[244]، التي عبَّر عنها بقوله: "إن الوزن يتثاقل موضعيًّا، عندما يَقِلُّ انحدارُ مسارِهِ في نقطةٍ معيَّنة."[245] مثال ذلك: أنَّ كتلةً على مستوٍ مائل يكون

(243) Edward Grant, "Jordanus de Nemore," *DSB*, 7, p. 172.
(244) Edward Grant, "Jordanus de Nemore," *DSB*, 7, p. 172.
(245) Edward Grant, "Jordanus de Nemore," *DSB*, 7, p. 172.

ثقلُها الظاهريُّ - وهو القوة التي تضغط بها الكتلةُ على سطح المستوي - أكبرَ كلما صَغُرَتْ زاويةُ المَيْل. وهذا يكافئ تحليلَ الثقل إلى مُرَكِّبتَيْن؛ إحداهما عموديةٌ على المستوي، وتُمثِّل الثقلَ الظاهريَّ أو "الثقالة الموضعية"، والأخرى موازيةٌ لسطح المستوي.

استَعمل جوردانوس مفهومَ الثقالة الموضعية في دراسته للمسألة الأساسية الأُولى في علم السكون، وهي مسألةُ توازن قضيبٍ يعلَّق عليه ثقلان إلى جانبَيْ نقطة ارتكازه. يقول جوردانوس: "إذا كان ذراعا قضيب التوازن غيرَ متساويتَيْن في الطول، وعُلِّق في طرفَيْهما ثقلان متساويان في الوزن، فإن قضيبَ التوازن سيكون منخفضًا في جهة أطول الذراعَيْن."[246] وللبرهان على هذه المسألة استَعمل جوردانوس مفهومَ الثقالة الموضعية مرةً ثانية، وهي تساوي في هذه الحالة جُداء وزن الثقل بطول ذراعه، وهو المسافة العمودية من نقطة الارتكاز إلى خطِّ فِعْل الثقل. وهذا ما يُعْرَف اليوم باسم "عزم القوة" moment of a force، أو "عزم الدوران" torque، وهو قياسُ تأثيرِهِ في تدوير قضيب التوازن، حيث يتحقَّق التوازن إذا تساوى عزما الدوران في الكمية وتَعاكَسَا في الاتجاه.

بعد ذلك انتقل جوردانوس إلى "برهان" قانون الرافعة law of the lever، الذي ينصُّ على أنه يتوازن جسمان فيما بينهما إذا كان ثقلاهما متناسبَيْن عكسًا مع طول ذراعيهما. واستَعمل هنا فكرة "الشغل" work[247]، وهو ناتج جداء وزن الجسم بالمسافة، وهذا أولُ تعريفٍ واضحٍ لهذا المفهوم الأساسي في الفيزياء. وقدَّم أيضًا فكرة "السرعة الافتراضية" virtual velocity[248]، وتعني السرعة المتناهية في الصغر، نظرًا إلى أن الحركة الحقيقية لا يمكن أن تقع في منظومة متوازنة. وقد استَعمل هذه الفكرة في اختبار توازن جسمَيْن على رافعة؛ ففي انزياحٍ افتراضيٍّ يكون الشغل الموجب positive work لرَفْعِ أحد الثقلين مساويًا الشغلَ السالب negative work لخفض الجسم الآخر، مؤدِّيًا في النتيجة إلى توازن المنظومة.

(246) Clagett, *SMMA*, p. 75.

(247) Clagett, *SMMA*, pp. 8,78-79.

(248) Clagett, *SMMA*, pp. 8,78-79, 83.

واشتمل برهانُه على ما يُعرَف بـ "مسلَّمة جوردانوس"[249]، التي تقول إن القوة المحرِّكة التي تستطيع رفع ثقلٍ ما إلى ارتفاعٍ معيَّن يمكنها أن ترفع ثقلاً أكبرَ منه *k* مرةً إلى ارتفاعٍ يساوي *1/k* مرةً من ذلك الارتفاع، حيث *k* أيّ عدد.

كذلك استَعمل جوردانوس هذه المفاهيم نفسَها في دراسة توازن جسمَيْن مختلفَيْن متَّصلَيْن فيما بينهما يقعان على مستويَيْن مختلفَي درجة المَيْل، فعالَج هذه المسألةَ باعتبارها حالةً معمَّمةً لقانون الرافعة. ويُمثَّل البرهانُ بمثلثٍ ABC قائم الزاوية في A، قاعدته BC، وتصل بكرةٌ في الرأس *A* بين جسمَيْن، أولهما على الضلع AB ثقله w(1)، والآخر على الضلع AC ثقله w(2). فبيَّن جوردانوس أن الجسمَيْن يكونان في حالة توازن إذا تساوت ثقالتهما الموضعية - أي إذا كانت مركِّبةُ الثقالة باتجاه *AB* مساويةً مركِّبةَ الثقالة باتجاه *AC*. ويمكن التعبير عن هذا بالمعادلة: w(1)/w(2) = AB/AC، التي تكافئ قانون الرافعة.

وكانت لجوردانوس أيضًا إسهاماتٌ في الرياضيّات، حيث لم تَظهر في أعماله أيُّ صبغةٍ لتأثير إسلامي، مفَضِّلاً اتِّباعَ الموروث الإغريقيّ - الرومانيّ لكلٍّ من نيكوماخوس وبوويثيوس. وكان أولَ مَن استَعمل الحروفَ الأبجدية في المسائل الرياضية في سبيل التعميم، وعَرَضَ المسائلَ الجبرية التي تَؤول إلى المعادلات الخطية والتربيعية. كذلك كانت لجوردانوس إسهاماتٌ في الهندسة، متَّبعًا في ذلك نَهْج أرخميدس، فأوجَدَ حلّاً لمسائلَ تتعلَّق بتحديد مراكز ثقل المثلثات وغيرها من الأشكال الهندسية المستوية، إضافةً إلى قيامه ببحثٍ رائدٍ في الإسقاط المجسَّم stereographic projection.

قد يكون العالِمُ جيرارد من بروكسل، الذي كان مزاملاً لجوردانوس، أوَّلَ أوروبيٍّ يَدرس علمَ الحركة المجرَّدة (الكينماتيكا) kinematics، وهو التوصيف الرياضيُّ المحض للحركة بقطع النظر عن اعتبارات القوى المؤثِّرة. فقد كَتَبَ رسالتَه *De Motu* في هذا العلم ما بين عامَيْ 1187 و1260، وكان شديد التأثُّر فيها بأُقليدس وأرخميدس.

(249) Clagett, *SMMA*, pp. 78-79.

وفي غضون الربع الثاني من القرن الرابع عشر وَضَعت ثلَّةٌ من العلماء، من معهد ميرتون في أكسفورد، الإطارَ العام لمفاهيم ومصطلحات علم الحركة الجديد. تألَّفتْ هذه المجموعةُ من: توماس برادْوَرْدين، ووِيليام هيتسبري، وجون من دمبلتون، وريتشارد سوينسهيد، وتابعت نَهْجَ جامعة أكسفورد في العلوم الذي بدأه روبرت غْروسْتِسْتي.

حصل توماس برادْوَرْدين (نحو 1290ـ1349) على درجة البكالوريوس ثم الماجستير ثم الدكتوراه من جامعة أكسفورد في السنوات 1321 ـ 1348، وأصبح زميلاً في معهد ميرتون في السنوات 1323 ـ 1335. وفي سنة 1339 صار قسًّا وكاهنَ الاعتراف لدى الملك إدوارد الثالث، وصَحِبَه في حملته إلى فرنسا سنة 1346. وفي الرابع من حزيران/يونيو لعام 1349 انتُخب رئيسًا لأساقفة كانتربري، ومات بالطاعون في 26 آب/أغسطس من العام نفسه.

يُعَدُّ كتابُ *Tractatus Proportionum* أهمَّ مؤلَّفات برادوردين، وقد أتَمَّه في سنة 1328. وكانت المسألةُ التي حاول برادوردين حلَّها في هذا الكتاب هي إيجادَ دالة رياضيّةٍ تَصلُح للتعبير عن قانون أرسطو في الحركة، والذي ينصُّ على أن السرعة (v) لجسمٍ ما تتناسب مع القوة المحرِّكة (p) مقسومةً على مقاومة الوسط (r). وركَّز برادْوَرْدين اهتمامَه على التغيُّر الحاصل في السرعة أكثر من اهتمامه بالسرعةِ نفسِها، وحاولَ أن يبيِّن كيف أنها مرتبطةٌ بالقوة والمقاومة. وبعبارةٍ رياضية، بَحَثَ عن علاقةٍ تابعيةٍ بين المتحوِّل غير المستقلِّ v من جهة والمتحوِّلَيْن المستقلَّيْن p وr من جهةٍ أخرى؛ وبعبارة ثانية: إذا افترضنا قيمةً معيَّنةً لكلٍّ من p وr، فما هي قيمة v الموافقة لهما. وبعد تجريب ورفْض عددٍ من المعادلات، استطاع في نهاية المطاف أن يَضَعَ قانون الحركة الذي ينصُّ ـ في الاصطلاح الحديث ـ على أن السرعةَ تتناسبُ مع لوغاريتم p/r. غير أن برادْوَرْدين لَم يَختبرْ قانونَه هذا، الذي ظَهَرَ له فيما بعدُ أنه غير صحيح. ومع هذا فإن صَوْغَه للمسألة على شكل علاقةٍ رياضيةٍ تابعيَّة كان في حدِّ ذاته خطوةً مهمةً نحو الأمام في علم التحريك dynamics [عِلْمٌ يختص بدراسة القوى المتحركة أو التي تسبِّب الحركة (وأحيانًا التوازن) في الأجسام]، تابَعَهُ فيها

خالِفُوه في أكسفورد وباريس. ووطَّدت بحوثُهم القواعدَ الأساسيةَ للتراث الوسيطي المتأخر، المتمثِّل بأولئك الذين درسوا (الحاسبون *calculatores*) التغيُّرَ الكميَّ للحركةِ والقوةِ وصفاتها في المكان والزمان[250].

ظَهَرَ اسم ويليام هيتسبري Heytesbury ـ الذي يُكتَب بأشكالٍ متعدِّدة ـ في سجلات معهد ميرتون للسنوات 1330 و1338ـ1339، وقد يكون هو نفسُه William Heighterbury أو Hetisbury الذي كان رئيسًا للجامعة عام 1371. وأبعدُ مؤلَّفاته أثرًا كتابُه *Regulae Solvendi Sophismata*، الذي يرقى إلى العام 1335.

عرَّف هيتسبري في كتابه *Regulae* التسارعَ المنتظم بأنه حركةٌ ذاتُ سرعةٍ متغيِّرةٍ بمعدَّلٍ ثابت، زيادةً أم نقصانًا. وعَرَّف التسارعَ لمثل هذه الحركة بأنه تَغيُّر السرعة في زمنٍ معيَّن، وقد يكون سالبًا في حالة التباطؤ. وقدَّم أيضًا فكرة السرعة الآنيَّة ـ أي: السرعة في لحظة معيَّنة ـ معرِّفًا إياها بأنها المسافة التي يقطعها الجسم في وقتٍ محدَّد إذا استمرَّ في الحركة بتلك السرعة التي كانت في تلك اللحظة. وبيَّن أنه في الحركة المتسارعة بانتظام، يكون معدَّل السرعة خلال مرحلةٍ زمنيةٍ مساويًا السرعةَ الآنيةَ في منتصف هذه المرحلة الزمنية. وكان يُعرَف هذا بقانون السرعة المتوسطة[251] لمعهد ميرتون؛ واعتمده خالفو هيتسبري في كلٍّ من أكسفورد وباريس.

ذُكِرَ جون من دمبلتون (ذاعَ صيتُه ما بين 1331 و1349) بصفته زميلاً في معهد ميرتون على مدى السنوات 1338ـ1348. أشهر مؤلَّفاته كتاب *Summa Logicae et Philosophiae Naturalis*، وهو عملٌ ضخمٌ تناول فيه بالنقد معظمَ الموضوعات الفيزيائية والفلسفية المنتشرة في ذلك الوقت؛ فدَرَسَ معدَّلات التغيُّر، ومن ضمنها الحركة، وتغيُّرَ النوعية والتنامي بالنسبة إلى مقياسٍ ثابتٍ كالمسافة والزمن. وقال إن التغيُّر يكون منتظمًا إذا وُجدت تغيُّراتٌ متساوية في مراحلَ

(250) Crombie, *MEMS*, vol. 2, p. 89.
(251) Crombie, *MEMS*, vol. 2, p. 93.

زمنيةٍ متساوية، و"غير منتظم"[252] إذا زادت التغيُّرات أو نقصت مع الزمن. وهكذا فإنه في الحركة المنتظمة تُقطَع المسافاتُ المتساويةُ في مراحل زمنية متساوية، أما في الحركة غير المنتظمة، فالمسافاتُ المقطوعةُ في غضون مراحلَ زمنيةٍ متعاقبة، قد تزيد أو تنقص.

خُلِّد نِكْرُ ريتشارد سوينسهيد - الذي كان يلقَّب بـ "الحاسب" - بتأليفه كتاب *Liber Calculationum* (نحو 1340ـ1350). اشتُهر هذا الكتاب بسبب استعماله الواسعِ النطاقِ للرياضيّات في الفيزياء؛ فقد رَكَّزَ على حساب قيم المتحوِّلات الفيزيائية وحلِّ المسائل المتعلِّقة بتغيُّرات هذه القيم. ينقسم الكتاب إلى ستَّ عشرةَ رسالةً، خُصِّصت الثلاثُ الأخيرة منها لبحث "الحركة الموضعية"؛ فأسهبَ إلى حدٍّ بعيد في تحليل قانون برادْوَرْدين في أيِّ نوعٍ يمكن تصوُّره من أنواع الحركة، وكثيرٌ منها لا نظير له في الطبيعة. وقد انتشر هذا الكتاب انتشارًا واسعًا في أوروبا، وطُبِعَ في پادُوْوَا (نحو 1477)، وفي پاڤيا (1498)، وفي ڤينيسيا (البندقية) (1520). نُسخت الطبعة الڤينيسية للفيلسوف والرياضيِّ الألماني الكبير لايْبنِتْز (1646ـ1716)، الذي أثنى على جهود سوينسهيد في إدخاله الرياضيّات في علم الفلسفة المدرسيّ.

أُدخلت تحسيناتٌ على نظرية الحركة في باريس أيضًا، بدأتْ بأعمال جان بوريدان (نحو 1295ـ نحو 1358). ولم يُعرَف عن بوريدان سوى أنه وُلِدَ في أبرشيَّة مدينة أراس، وحصل بعد عام 1320 مباشرةً على درجة الماجستير من جامعة باريس، وانتُخب مرتَيْن رئيسًا لها؛ الأولى في عام 1328 والثانية في عام 1340.

تضمَّنت أعمالُ بوريدان الباقيةُ المحاضراتِ التي ألقاها في جامعة باريس، حيث كان يتألَّف المنهاج الدراسيّ بصورةٍ رئيسية من دراسة أرسطو، وكُتُبٍ تعليميةٍ في المنطق وقواعد النحو والرياضيّات والفلك. ألَّف بوريدان كتابَه التعليميَّ في المنطق، إضافةً إلى رسالتَيْن متقدِّمتَيْن في الموضوع نفسه. وجميعُ

(252) Crombie, *MEMS*, vol. 2, p. 90.

مصنَّفاته الأخرى تعليقاتٌ وكُتُبٌ تتناول أعمالَ أرسطو الأساسية.

أما فلسفةُ العلوم عند بوريدان، فقد برزت جليَّة في كتابه تساؤلات في كتابَيْ أرسطو "علم الطبيعة" و"الميتافيزيقا"، ميَّز فيه بين الفرضيات التي تتحدَّد ضرورتُها عن طريق المنطق، وتلك التي تقوم على الدلائل التجريبية التي تَكون ضرورتُها متوقِّفةً "على تقدير العلَّة المشتركة للطبيعة."[253] واعتقَدَ أن مبادئَ العلوم الطبيعية هي من النمط الثاني، مشيرًا إلى أنها "ليست واضحةً بصورةٍ مباشرة... غير أنها مقبولةٌ لما ثبتَ من صحَّتها في كثيرٍ من الحالات، ولم يثبت زيفها في أيِّ حالة."[254]

على أن أهمَّ إسهامات بوريدان في العلوم ما سَمَّاه نظرية القوة الدافعة[255]، وهي إحياءٌ لفكرةٍ كان عَرَضها بدايةً جون فيلوپونوس في القرن السادس. فسَّرَ بوريدان الحركةَ المستمرة لقذيفةٍ مندفعةٍ باعتبارها ناجمةً عن زَخْمٍ impetus [قوةٌ تُمَكِّن الجسمَ المتحرِّك من الاحتفاظ بسرعته والتغلُّب على المقاومة] تتلقَّاه من قوة القذف. يقول: "من الممكن أن تستمرَّ [القذيفةُ] بالاندفاع إلى الأبد لولا أن سرعتها تتضاءل بفعل مقاومةٍ معاكسةٍ أو قوةٍ تَنْزع إلى الحركة باتجاهٍ معاكس."[256] وعرَّف بيريدان الزَّخْمَ بدالّة في "كمية مادة"[257] الجسم وسرعتِه. وهذا التعريف يكافئ المفهومَ الحديث لكمية التحرُّك momentum [كميةٌ معبِّرةٌ عن حركة جسمٍ أو نظامٍ ما، وهي تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته]، أو جداء الكتلة في السرعة، حيث تُمَثِّل الكتلةُ صفةَ عطالة المادة [خاصيةٌ في الجسم الساكن تجعله يقاوم محاولةَ تحريكه، وفي الجسم المتحرِّك تجعله يقاوم محاولةَ تغيير سرعته أو اتجاهه]، أيْ مقاومته تغيير حالة حركته. وتطبيقًا لحالة السقوط الحرِّ، بيَّن بوريدان أن الثقالةَ ليست السببَ الرئيسي للحركة فحسب، بل إنها توفِّر أيضًا زياداتٍ إضافيةً من الزَّخم تؤثِّر في الجسم

(253) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 604.
(254) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, pp. 604-5.
(255) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 606.
(256) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 606.
(257) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 606.

في أثناء سقوطه، وتؤدِّي مِن ثَمَّ إلى تسارعه - أي إلى زيادة سرعته.

وسَّع بوريدان مفهومَه عن الزَّخْم ليفسِّر حركة الأجرام السماوية، التي تدور - بحسب نظرية أرسطو في الكونيّات - بسرعةٍ ثابتة. وقال إنه لا حاجةَ إلى ذكاءٍ[258] غيرِ ماديٍّ كالمحرِّكات الثابتة للأجرام السماوية، كما افترضَ أرسطو، لأن حركةَ هذه الأجرام كانت حركةً عطاليةً بعد أن تلقَّت الزَّخْم الابتدائيَّ من الخالق. "ويمكن أن يقال في ذلك: إن الله، عندما خَلَقَ العالَم، أطلقَ حركةَ جميع الأجرام السماوية.... ومن ثَمَّ منحَها زَخْمًا يمكِّنها من المحافظة على حركتها دونما حاجةٍ إلى أن يُحرِّكَها ثانيةً."[259] وأضاف: ولهذا السبب استراحَ اللهُ في اليوم السابع بعد أن فَرَغَ مِن خَلْقه، لأن عطالةَ الأجرام السماوية ستبقيها في حالة حركة دون الحاجة إلى أيِّ جهدٍ إلهيٍّ إضافيّ. [تعالى الله عما يقولون عُلُوًّا كبيرًا. قال تعالى: ﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا فِى سِتَّةِ أَيَّامٍ وَمَا مَسَّنَا مِن لُّغُوبٍ﴾ [ق 38] أي من نَصَبٍ ولا تَعَبٍ، وقال تعالى: ﴿أَوَلَمْ يَرَوْا۟ أَنَّ ٱللَّهَ ٱلَّذِى خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَلَمْ يَعْىَ بِخَلْقِهِنَّ بِقَٰدِرٍ عَلَىٰٓ أَن يُحْۦِىَ ٱلْمَوْتَىٰ ۚ بَلَىٰٓ إِنَّهُۥ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ﴾ (الأحقاف 33)].

وتَساءل بوريدان فيما أورَده في كتابه *De Caelo et Mundo*، عن إمكان البرهان على نموذج أرسطو القائلِ بأن الأرضَ ثابتةٌ في مركز الكون وأن النجومَ والأجرامَ السماوية الأخرى تدور حولَها. وأشارَ إلى أن الكثيرين في زمانه يعتقدون العكس، أيْ إن الأرضَ تدور حول محورها وأن الكرةَ النجمية ثابتة، وأضاف: "إنَّ من الحقائق التي لا تَقبل الجَدَل أنه إذا كان الواقعُ هو كما تفترضُه هذه النظرية، فيلزم أن تَظهرَ كلُّ الأجرام السماوية لنا بصورةٍ مطابقةٍ تمامًا لما تبدو عليه الآن."[260] وقال في معرض تأييده لحقيقة دوران الأرض: من الأفضل تفسير هذه الظواهر بأبسط النظريات، ومن المنطق الاعتقاد بأن الكرةَ النجمية المتناهيةَ في الكِبَر ثابتةٌ وأن الأرضَ هي التي تتحرَّك، وليس

(258) Clagett, *SMMA*, p. 520.

(259) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 606.

(260) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 607.

العكس. غير أن بوريدان عاد فقال ـ بعد أن دَحَضَ الآراء المعارضةَ لدوران الأرض ـ إنه شخصيًّا يعتقد العكس، مستشهدًا بأن القذيفةَ إذا أُطلقت نحو الأعلى تمامًا، عادت لتَسقط فوق نقطة انطلاقها، وهذا صحيح، على وجه التقريب على الأقل، سواءٌ أكانت الأرض تدور أم لا.

اعتمد طلابُ بوريدان نظريةَ الزَّخْم، وأصبحت معروفةً في جميع أرجاء أوروبا، ولكن بصيغةٍ مشوَّهة أعادت بعضَ آراء أرسطو. من جهةٍ أخرى، يُنسَب إلى بوريدان أنه خلَّصَ الفيزياء من التفاسير المتعلِّقة بالعلل الأرسطية الأخيرة. وصارت كُتُبُه تُدَرَّس في الجامعات باعتبارها جزءًا من المقرَّر الدراسي حتى القرن السابع عشر، واطَّلع عليها كلٌّ من كوپرنيكوس وغاليليو. أما كوپرنيكوس، فاستَعمل بعضَ حُجَج بوريدان في مناقشاته المتصلة بحركات الأرض، وأما غاليليو، فأحيا نظريةَ الزَّخْم في صوغ قوانينه المتعلِّقة بعلم الحركة المجرَّدة وعلم التحريك.

كان بوريدان، شأنَ معظم مشاهير العلماء في القرون الوسطى، ضحيَّةَ قصصٍ مشكوكٍ في صحتها. تروي إحدى هذه القصص، التي خَلَّدها الشاعر الفرنسي فرانسوا ڤِيُّون [1431 ـ نحو 1470]، أن بوريدان كان على علاقةٍ غراميةٍ مع زوجة ملك فرنسا شارل الخامس[261]، الذي قيَّده في كيسٍ وألقى به في نهر السين.

كان نيكول أوريسمه (نحو 1320ـ1382) أشهرَ طلاب بوريدان، ودَرَسَ عليه في جامعة باريس في أربعينيّات القرن الرابع عشر. انتُخب رئيسًا لمعهد ناڤار التابع للجامعة سنة 1356، وبعد ثلاث سنوات أصبح أمينَ سرِّ دوفين فرنسا [dauphin لقب أكبر أبناء ملك فرنسا]، الملك شارل الخامس فيما بعد. وبدءًا من سنة 1369 أو نحوها عَهِدَ إليه شارل بترجمة بعض أعمال أرسطو من اللاتينية إلى الفرنسية، وكوفئ على هذا العمل سنة 1377، بأمرٍ ملكي، بأن أصبح أسقف ليزيو، واحتفظ بِهذا المنصب إلى حين وفاته سنة 1382.

(261) Ernest A. Moody, "Jean Buridan," *DSB*, 2, p. 603.

قدَّم أوريسمه عرضًا بيانيًّا لقانون ميرتون للسرعة المتوسطة في كتابه *Tractus de Configurationibus Qualitatum et Motuum*، الذي ألَّفه في خمسينيات القرن الرابع عشر عندما كان في معهد ناڤار في باريس. في هذا المخطط البياني، مُثِّلت السرعةُ (v) على المحور العمودي بصفتها دالّة في الزمن (t) الممثَّل على المحور الأفقي. مثال ذلك، إذا كان لدينا جسمٌ بدأ حركته من السكون، وتسارعَ بحيث زادت سرعتُه بمقدار قدمَيْن في الثانية في كلِّ ثانية، ورسمنا المخططَ البياني لحركته في مدة 4 ثوانٍ، فإننا نجد أن السرعةَ تزدادُ في كلِّ ثانية كما يلي: من 0 إلى 2، ثم إلى 4، ثم إلى 6، ثم إلى 8 أقدامٍ في الثانية عند نهاية الثواني الأربع. ويُمثَّل ذلك بيانيًّا بخطٍّ مستقيم يرتفع من 0 إلى 8 أقدامٍ في الثانية خلال مرحلةٍ زمنية مقدارها أربع ثوانٍ، مشكِّلاً مثلثًا قائم الزاوية ارتفاعُه 8 وقاعدته 4. وأما التسارع (a)، فيساوي مَيْل الخط المستقيم، وهو هنا 8/4، أو 2 قدم/ثا^2. وأما معدَّل السرعة، فيساوي نصف السرعة النهائية، أي 8/2، أو 4 قدم/ثا. وبذلك يعطي قانونُ السرعةِ المتوسطةِ المسافةَ s المقطوعةَ خلال 4 ثوانٍ بناتج ضرْب 4 في 4، أو 16 قدمًا. ويمكن استعمال هذا القانون على كلِّ مرحلةٍ زمنيةٍ مؤلَّفةٍ من ثانيةٍ واحدة، بحيث إن معدَّل السرعة يزداد في كلِّ ثانية من 1 إلى 3 إلى 5 إلى 7 قدم/ثا. وتكون المسافةُ المقطوعةُ في الثانية الأولى قدمًا واحدة، وفي الثانية الثانية 3 أقدام، وفي الثانية الثالثة 5 أقدام، وفي الثانية الرابعة 7 أقدام. يمكن تعميم هذه النتائج بالمعادلتَيْن التاليتَين: $v = a \times t$، و$s = a/2 \times t^2$. وهما معادلتا علم الحركة المجرَّدة اللتان صاغهما غاليليو في كتابه *Dialogue Concerning the Two New Sciences (1638)*، واستعان في برهانه لهما بعرض أوريسمه البياني لقانون ميرتون للسرعة المتوسطة.

وكانت لأوريسمه أيضًا أفكارٌ إبداعيةٌ في علم الفلك، عَرَضَها في كتابه *Livre du Ciel et du Monde d'Aristote*، الذي ألَّفه في سنة 1377 للملك شارل الخامس. من بينها مقارنتُه الحركةَ الأزليَّة للأجرام السماوية بساعةٍ ميكانيكيةٍ دائبةٍ أَنْفَذَ اللهُ حركتَها لحظةَ أن خَلَقَ الأجرام. وكَتَبَ أوريسمه يقول: "ليس من المستحيل أن تتحرَّك السماء بفعْلِ قوةٍ أو طبيعةٍ مادية فيها، دون

عنفٍ ودون عمل، لأن المقاومةَ في السماء لا تحرفها إلى أيِّ حركةٍ أخرى ولا تجعلها ساكنة، وإنما تتحرك ببطءٍ فقط." [262]

عارَضَ أوريسمه نظريةَ أرسطو القائلةَ بأن الأرضَ هي المركزُ الثابتُ للكون المحدود، وأنها النقطة المرجعيةُ لجميع مظاهر الحركة والتثاقل. وقال إن الحركة والثقالة والاتجاهات في الفضاء الكوني يجب أن تُعتبَر نسبية، وإن اللهَ ـ بقدرته المطلقة ـ يستطيع خَلْقَ فضاءٍ لانهائي وعددٍ كبيرٍ من العوالِم بقدر ما يشاء. وبذلك كان أوريسمه رافضًا لفكرة أن الأرضَ هي المركزُ الثابتُ للكون، وإليها تَؤول جميعُ الحركات التثاقلية. واقترحَ بدلاً من ذلك الفكرةَ القائلةَ بأن الثقالة ليست سوى نزعةِ الأجسام للحركة باتجاه مركز توزُّع الكتلة الكروية، وأنَّ الحركةَ التثاقلية نسبيةٌ في عالَمٍ معيَّن فقط؛ فليس ثمة اتجاهٌ مطلق للثقالة يطبَّق على الفضاء كلِّه.

واقترح أوريسمه "واقتراحي ليس قاطعًا، بل قابلاً للتصويب، أن الأرض تتحرك حركةً يومية، أما السماء فلا. لكني أجزم أن من المستحيل إثبات العكس: أولاً بطريق الملاحظة؛ وثانيًا بالمنطق؛ وثالثًا للأسباب التي سأوردها تأييدًا لما أراه." [263]

هذا وقد استعملَ آراء أوريسمه المؤيِّدةَ لحركة الأرض كلٌّ من كوپرنيكوس وغاليليو فيما بعد. ومع كل هذه الحجج فقد رفَضَ أوريسمه ـ الذي عُيِّن في ذلك الوقت قسًّا في ليزيا ـ في نهاية الأمر فكرةَ الدوران اليومي للأرض لأنها تعارض مذهب الكنيسة، قائلاً: "جَعَلَ اللهُ الأرض ثابتة، فهي لا تتحرَّك على الرغم من الحجج التي تثبت خلاف ذلك." [264] ولم يكن في موقفه هذا بِدعًا بين معاصريه من القساوسة، ذلك أنه أقسم بصفته قسًّا على مناصرة مبادئ الكنيسة الكاثوليكية، ولو تعارضت مع أفكاره الفلسفية.

(262) Marshall Clagett, "Nicole Oresme," *DSB*, 10, p. 223.

(263) Crombie, *MEMS*, vol. 2, p. 78.

(264) Crombie, *MEMS*, vol. 2, p. 82.

في تلك الأثناء، حصل تقدُّمٌ في فروعٍ أخرى من العلوم من مثل: الفلسفة الطبيعية وعلم الكون والمغنطيسية والفلك والبصريات، إضافةً إلى الرياضيّات وتطبيقاتها في الفلك وميادين العلوم الأخرى.

كان جايلز الروميّ (نحو 1247ـ1316) من تلامذة توما الأكويني في باريس. وفي الوقت الذي وَجَّهَ فيه إيتْيِن تامْپييه شَجْبَهُ الثاني لمذهب أرسطو وابن رُشْد سنة 1277، انتُقِدت كتابات جايلز، وأُجبر على مغادرة باريس. لكنه عاد إليها في سنة 1285 بطلبٍ من البابا هونوريوس الرابع، بعد تراجُعه عن عددٍ من آرائه. وعيَّنه البابا بونيفيس الثامن رئيسًا للأساقفة في بورج سنة 1295، وتوفي سنة 1316 في أثناء إقامته في البلاط البابوي في آڤينيون [مدينة في الجزء الجنوبي الشرقي من فرنسا، أقام فيها الباباوات خلال مدة نفيهم من روما (1309ـ1377)].

من الأفكار المبتكرة التي اقترحَها جايلز قولُه إن ثمة حدودًا دنيا طبيعية يتعذَّر وجود موادَّ محسوسةٍ أدنى منها. وهذا يقتضي ضمنًا نظريةً ذرِّيةً للمادة. وبَحَثَ في طبيعة الفراغ مستعينًا بتجاربَ أجراها على ساعةٍ مائيةٍ قديمة تتكوَّن من مِحْجَمٍ cupping glass ومِثْعَبٍ (سيفون)، تُظهِر أن الفراغ يعمل كقوةٍ ماصَّة. وخالَفَ معاصريه وأرسطو في اعتقادهم بأن المادةَ السماوية تُطابِق في مواصفاتها العالَم الأرضي. وعارَضَ نموذجَ أرسطو المعتمدَ على الدوائر المتحدة المركز، ومالَ إلى نظرية بطليموس المعتمدةِ على الدوائر المختلفة المراكز وأفلاك التدوير، قائلاً إن الدليل القائمَ على الملاحظة لا بدَّ أن يَحسم الخلافَ بين "فيزيائيِّي" الأرسطية و"رياضيِّي" البطليموسية. وأقرَّ أيضًا بإمكان تعدُّد العوالِم.

أما أقدمُ بحثٍ علميٍّ باقٍ في المغنطيسية فهو لبطرس پيرغرينوس، الذي لا يكاد يُعرَف عنه أكثر مما هو موجودٌ في بحثه، ومن إشاراتٍ متفرقةٍ إليه أوردها روجر بيكون. ومؤلَّف بطرس في حقيقته رسالة عنوانها *Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad Sygerum de Foucaucourt, Miltem, De Magnete* (رسالة في المغنطيسية لبطرس پيرغرينوس من ماريكورت إلى

سيغروس من فوكوكورت، الجندي). وخَتَمَ بطرس الرسالةَ بالإشارة إلى أنه "أتَمَّها في معسكر، وقت حصار لوسرا في الثامن من شهر آب/أغسطس 1269."[265] وهذا يدلُّ على أن بطرس كان في ذلك الوقت في جيش شارل الآنجويّ [Anjou آنجو: مقاطعة سابقة في الجزء الغربي من فرنسا، عاصمتها آنجيه] مَلِكِ صِقِلِّية، الذي حاصَرَ مدينةَ لوسرا في جنوبي إيطاليا.

تنقسم رسالةُ بطرس إلى قسمين، يحتوي القسم الأول على عشرة فصولٍ تَصِف مميزات حجرَ المغنطيس، وخُصِّصَ الثاني للحديث عن تركيب ثلاث أدواتٍ تَستعمل المغنطيس. وقد قادته ملاحظاتُه إلى التمييز بين القطبَيْن المغنطيسيَّيْن الشَّمالي الجنوبي؛ وإلى وضْع قوانين التجاذب والتنافر للأقطاب المغنطيسية؛ وإظهار مغنطيسيةِ الحديد عند اتصاله بمغنطيس؛ وإثبات أن الإبرةَ المغنطيسيةَ إذا شُطِرتَ قسمَيْن كَوَّنت مغنطيسَيْن منفصلَيْن. وبيَّن أن الإبرةَ المغنطيسيةَ تتوجَّه من تلقاء نفسها باتجاه الشَّمال ـ الجنوب، وبذلك تَمَّ اختراع البوصلة، التي قال عنها بطرس إنه يستطيع بواسطتها رسْمَ خريطة خطوط الحقل المغنطيسي للأرض. وقد اعتقدَ ـ خطأً ـ أنَّ قُطْبَي الإبرة المغنطيسية يشيران إلى قُطْبَي الكرة السماوية، وهما النقطتان اللتان تَدور حولَهما النجومُ كما يَظهر للعيان، واللتان تمثِّلان فعليًّا مَسْقَطَيْ محور دوران الأرض. وحاوَلَ إنشاءَ آلةٍ دائمةِ الحركة باستعمال مغانط، وأنْحَى بلائمةِ إخفاقِهِ على افتقاره إلى المهارة، لا على استحالة إيجاد مصدرٍ دائمٍ للطاقة. وقد كُتِبَ لهذه الرسالة الانتشارُ الواسعُ في أواخر حقبة العصور الوسطى، بدليلِ وجودِ ما لا يقلُّ عن إحدى وثلاثين نسخةً مخطوطةً ما زالت محفوظة. وكان لها أثرٌ كبير في أعمال ويليام جيلبرت، الذي عبَّر في كتابه المشهور *De Magnete (1600)* عن تقديره العميق لبطرس پيرغرينوس، مقرًّا بفضله عليه.

عُرِفَ كامپانوس النوڤاري، الذي ذاعَ صيتُه في النصف الثاني من القرن الثالث عشر، أكثر ما عُرِف بترجمته لكتاب "الأصول" لأُقليدس، وكان إلى ذلك

(265) Edward Grant, "Peter Peregrinus," *DSB*, 10, p. 533.

فلكيًّا مرموقًا. ولم يُعلَم من حياته سوى أنه كان قِسًّا لدى البابا‌وات: أوروبان الرابع ونيكولاس الرابع وبونيفيس الثامن، وأنه أمضى سنواتِهِ الأخيرةَ في دير أوغسطين في بلدة ڤيتربو، بوسط إيطاليا، وتوفي هناك سنة 1296.

أشهر مؤلَّفات كامپانوس الفلكية كتابه *Theorica Planetarium*، وفيه وصْفٌ لبنية الكون وأبعادِهِ وفقًا لنظرية بطليموس، مع تعليماتٍ لتركيب أداةٍ سُمِّيتْ فيما بعدُ equatorium، صُمِّمت لتحديد موقع أيِّ جِرمٍ سماويّ في وقتٍ معيَّن. واعتمد كامپانوس في حساباته على أعمال الفلكيِّ العربيّ الفرغاني (من القرن التاسع)، الذي أخذها بدوره من كتاب *Planetary Hypotheses* لبطليموس. ومن المحتمل أن يكون كامپانوس قد تعلَّم ما يتعلَّق بهذه الأداة من مصدرٍ عربي، ذلك أن وصْفَها جاء في أعمال ابن السَّمْح وابن الزَّرقالة في الأندلس قبل نحو قرنين.

ومن أبرز الفلكيين الأوروبيين الأوائل ويليام الكلاوديّ (من سان كلو)، الذي ذاعَ صيتُه في فرنسا في أواخر القرن الثالث عشر. أُرِّخ أقدمُ نشاطٍ له في 28 كانون الأول/ديسمبر 1285، عندما رَصَدَ ظاهرةَ اقتران كوكبَي زُحَل والمشتري، وأشار إليها في كتابه *Almanach* الذي أتَمَّه في سنة 1292. وأما عملُهُ الرئيسي الآخر فهو كتابُه *Calendrier de la Reine*، الذي أتَمَّه في سنة 1292 أيضًا، وأهداه إلى الملكة ماري (من برابانت) أرملةِ فيليب الثالث (الذي يُعرَف بالجريء)، وتُرجِم إلى الفرنسية بطلبٍ من جان الناڤارية، زوجةِ فيليب الرابع (الذي يُعرَف بالوسيم).

يمثِّل كتابُ *Calendrier* المُهْدَى إلى الملكة ماري جهودَ ويليام في إخراج التقويم على أساسٍ فلكيٍّ صِرْف. فأدَّى ذلك إلى أن يُنكِرَ صحَّةَ الحسابات في التقويم الكنسيّ (الإكليركيّ)، الذي وجده يَعُجُّ بالأخطاء، مشيرًا إلى الحاجة إلى إصلاح التقويم. أما الغرضُ من كتابه *Almanach*، فكان وضْعَ قوائمَ تُحدَّدُ بوساطتها مواقعُ الأجرام السماوية بصورةٍ مباشرة، خلافًا للجداول السابقة التي تقتصر على إعطاء العناصر التي تمكِّن من حساب مواقعها. ولَفَتَ النظرَ إلى الأخطاء المبثوثة في الجداول الكوكبية السابقة، وبيَّن كيف صحَّحها. وهذه

الجداولُ هي جداول طليطلة التي استُعملت في التقويم الإسلامي، وجداولُ تولوز التي هي مواءمة "جداول طليطلة" مع التقويم المسيحي. ولم يأتِ ويليام في كتابه *Almanach* على ذِكْر جداول ألفونسو التي لم تُستعمل في باريس قبل عام 1320.

كانت ملاحظاتُ ويليام غايةً في الدقَّة حقًّا، وتدلُّ على المستوى الرفيع الذي بَلَغَه علمُ الفلك الأوروبي في ذلك الوقت. وقد تمكن ويليام ـ بمقابلة أرصاده الفلكية بالقيم اليونانية القديمة ـ من قياس التغيُّر الحاصل في الاعتدال الربيعي، الذي فسَّره بأنه مبادرةٌ مستقرَّةٌ للاعتداليْن [مبادرة الاعتداليين: تغيُّرٌ بطيءٌ في اتجاه محور دوران الأرض يفضي إلى تحرُّك الاعتداليْن على نحوٍ جدِّ بطيءٍ نحو الغرب] مفضِّلاً إياها على نظرية التذبذب trepidation theory التي قدَّمها ثيون الإسكندري.

وفي سنة 1327 أكْمَلَ جون (من ليغنرز) مع طلابه مجموعةً جديدةً من الجداول الفلكية، اعتمدتْ على "جداول طليطلة" إلى حدٍّ بعيد. تضمَّنت هذه المجموعة، التي عُرِفَت باسم "الجداول الكبيرة"، قائمةً بمواقع 47 من أسطع النجوم، وكانت أيسر استعمالاً من كلِّ ما سبقها من جداول. ولهذا السبب أصبحت شائعةً جدًّا، ومع ذلك فقد استُبدل بها في باريس جداولُ ألفونسو.

كان ليڤي بن جيرسون (1288ـ1344) موسوعيَّ الثقافة، ألَّف كتبًا في الفلك والفيزياء والرياضيّات والفلسفة، إضافةً إلى تعليقاتٍ على الإنجيل والتلمود. عاشَ في مدينتَي أورانج وآڤينيون اللتَيْن لم تتأثَّرا بطرد اليهود من فرنسا في سنة 1306 بأمرٍ من الملك فيليب (الوسيم). وكان ليڤي على علاقةٍ طيِّبةٍ مع البلاط البابوي في آڤينيون، دلَّ على ذلك إهداؤه أحدَ كُتُبِهِ إلى البابا كليمنت الرابع سنة 1342.

أما أعظمُ أعمال ليڤي، فمؤلَّفُه *Milhamot Adonai* (حروب الإله)، وهو رسالةٌ فلسفيةٌ تتألَّف من ستة كُتُب، خُصِّصَ الكتابُ الخامس منها لعلم الفلك. وقدَّم فيه ليڤي نموذجَه الكونيّ، معتمدًا على عددٍ من المصادر العربية، ولا سيّما

البتَّاني وجابر بن أفلح وابن رُشْد. ويختلف نموذجُه اختلافًا بيِّنًا عن نموذج بطليموس، الذي لم تتَّفق نظرياتُه دومًا مع أرصاد ليڤي. وقد تَجلَّى هذا بوضوحٍ في حالة كوكب المِرِّيخ، الذي يتفاوت حجمُه الظاهريُّ بعامل ستة بحسب نظرية بطليموس، على حين أنه يتضاعف مرَّتَيْن فقط بحسب ملاحظة ليڤي. ومن جملة الأدوات التي استعملها ليڤي أداةٌ من اختراعه أسماها "Jacob's staff" (عَصَا يعقوب)، وهي أداةٌ لقياس الزوايا في الأرصاد الفلكية. واستَعمل أيضًا الحُجْرة المظلمة ـ اخترعها ابن الهيثم ـ لرصد حوادث الكسوف وتحديد أطوار مدار الشمس. بقيت مؤلَّفاتُ ليڤي الفلكية بعيدةَ الأثر في أوروبا مدةَ خمسة قرون، واستُعملت أداتُه (عصا يعقوب) في الملاحة البحرية حتى منتصف القرن الثامن عشر.

ثمة مدرسةٌ فلكيةٌ كانت ناشطةً في أكسفورد خلال النصف الأول من القرن الرابع عشر. ومن أبرز فلكيِّي أكسفورد ريتشارد (من ولينغفورد) (نحو 1292ـ1336)، وكان ابنًا لأحد الحدَّادين، دَرَسَ في أكسفورد من سنة 1308 تقريبًا حتى سنة 1315، حيث انضم إلى الرَّهْبَنة البنيديكتية في دير القديس ألبانس. وبعد سنتَيْن أُعيدَ إلى أكسفورد لمتابعة دراسته، وبقي فيها حتى سنة 1327، عندما عُيِّن رئيسًا لدير رهبان القديس ألبانس. زارَ بعدها مدينة آڤينيون للتثبيت في المنصب البابوي، ولما عادَ إلى ألبانس اكتَشف أنه أُصيب بعدوى الجذام؛ فمات بهذا المرض في سنة 1336.

ألَّف ريتشارد جميعَ مصنَّفاته خلال سنوات مُكثِهِ في أكسفورد، وكان من بينها كتاب *Quadripartitium*، الذي يُعَدُّ أولَ رسالةٍ شاملةٍ في حساب المثلثات الكروية تؤلَّف في أوروبا اللاتينية. وأما أهم كتبه فهو *Tractus Albionis*، عَرَضَ فيه نظريةَ وتركيب واستعمال أداةٍ تسمَّى أَلْبِيون كان قد اخترعها، تُستعمل لإجراء مختلف أنواع القياسات والحسابات الفلكية.

صَنَعَ ريتشارد كذلك ساعةً ميكانيكيةً ضخمة، قطرُها عشرةُ أقدام، نَصَبَها إلى جدار الجناح الجنوبي لكنيسة الدير. وهي تُظهِر ـ إضافةً إلى التوقيتِ اليوميِّ ـ حركةَ الأجرام السماوية وأطوارَ القمر وظاهرتَي المدّ والجزر. وقد تعرَّضت هذه الساعةُ للتلف في القرن السادس عشر، غير أن عددًا من مُسَوَّداتِ تصاميم

لريتشارد ما زال محفوظًا، ويمثِّل أقدمَ رسومٍ تصميميةٍ لأي ساعةٍ ميكانيكية، وهي أعقد آلةٍ لقياس الزمن في العصور الوسطى. (تعود أقدمُ ساعةٍ ميكانيكيةٍ في أوروبا إلى أواخر القرن الثالث عشر.) مَهَّدت الساعةُ الميكانيكيةُ السبيلَ إلى نشوءِ فكرةِ اعتبارِ الزمن كميةً فيزيائيةً يمكن التعبيرُ عنها عدديًّا بلغة الوحدات على مقياس، واستعمالُها في النظريات العلمية. ولَمَّا كانت ساعةُ ريتشارد تَعمل عَمَلَ مِفْلاكٍ أيضًا [المِفْلاك: جهازٌ يُظهِر حركات الشمس والقمر والكواكب السيَّارة والنجوم]، فقد عزَّزت صدقَ فكرة أن الكون كلَّه ليس سوى ساعةٍ مُحْكَمَةٍ إلهيَّة التصميم.

يبدو أن أقدمَ إشارةٍ إلى ساعةٍ ميكانيكيةٍ في كتب الأدب يَعود إلى مقطعٍ من قسم الفردوس *Paradise* من ملحمة دانتي الكوميديا الإلهية، في السطور الأخيرة من النشيد العاشر، كُتِبَ ما بين عامَيْ 1316 و1321، قبل عَقْدٍ أو نحوِهِ من صُنْعِ ريتشارد لساعته.

ما هي إلا أن تنطلقَ الساعةُ
بُكرةً تنبِّه المحبِّين،
ليبادروا إلى تبادُل صَبُوح الوداد.
كلُّ قطعةٍ فيها تُصْدِرُ صوتَ رنينٍ
ذي جَرْسٍ رخيم،
يثير في الصدر نوازعَ المحبة.
هكذا أبصرتُ العَجَلَةَ تدور؛
هكذا سمعتُ صوتًا يرجِّع صوتًا رائقًا سَلِسًا[266].

من جملة العلوم الأوروبية الجديدة التي نالت حظَّها من التطوُّر عِلْمُ البصريات، أي دراسة الضوء. كان قد بدأ في أكسفورد بأعمال روبرت غْروسْتِسْتي وتابِعِهِ روجر بيكون. لكنَّ التطوُّرَ المهمَّ الأولَ - الذي لا يقاس بما

(266) Dante, *Paradiso*, x.

حقَّقاه ـ كان على يد العالِم البولندي وِيْتِلو (وُلِدَ نحو 1230ـ1235؛ توفي بعد 1275).

من أشهر مؤلَّفات وِيْتِلو كتاب *Perspectiva*، الذي اعتمَدَ فيه على أعمال روبرت غْروسْتِسْتي وروجر بيكون، إضافةً إلى ابن الهيثم وبطليموس وهيرو الإسكندريّ. ويبدو أن كتاب *Perspectiva* لم يؤلَّف قبل سنة 1270، ذلك أنه أفادَ من كتاب هيرو *Catoptrica*، الذي أتَمَّ ويليام الميربيكي ترجمتَه في 31 كانون الأول/ديسمبر 1269.

أخَذَ وِيْتِلو "ميتافيزيقا الضوء" من غْروسْتِسْتي وبيكون مباشرةً، وذَكَرَ في مقدمة كتابه *Perspectiva* أن الضوءَ المرئيَّ ما هو إلَّا مثالٌ على انتشار الطاقة التي هي الأساسُ لجميع الحوادث الطبيعية. غير أنه عارَضَ غْروسْتِسْتي وبيكون في قولهما بأن الأشعة الضوئية تَنتقل من عين الناظر إلى الجسم المنظور، واتَّبَعَ في ذلك قولَ ابن الهيثم بأن الأشعةَ تَنبعث من الجسم لتتآثرَ مع العين.

وَصَفَ وِيْتِلو في كتابه *Perspectiva* التجاربَ التي أجراها لدراسة ظاهرة الانكسار. وطريقتُهُ هنا مشابهةٌ لطريقة بطليموس؛ وهي قياس زاوية انكسار الضوء لدى مروره من الهواء عبر الزجاج والماء أيضًا، بزوايا سقوطٍ تَقع بين 10 درجات و80 درجة. وسَعَى إلى توضيح النتائج بعددٍ من التعميمات الرياضية، محاولاً ربْطَ درجات التباين في الانكسار باختلاف كثافتَي الوسطَيْن. إضافةً إلى ذلك، نجحَ في توليد ألوان الطيف بتمرير الضوء عبر بلَّورةٍ سداسية، فلاحظَ أن زاويةَ انكسار الأشعة الزرقاء أكبرُ منها في الحمراء.

كذلك دَرَسَ وِيْتِلو الانكسارَ في العدسات، مستفيدًا من الفكرة التي عُرِفَتْ فيما بعدُ بمبدأ الطريق الأقصر. وسَوَّغَ هذا بالمبدأ الاقتصادي الميتافيزيقي الذي يَنصُّ على أنه "لا طائل في حدوث الأشياء عبر المسار الأطول، ما دام من المصلحة وبالإمكان يقينًا حدوثها عبر المسار الأقصر."[267]

(267) Grombie, *RGOES*, p. 216.

نَهَجَ وِيْتِلو نَهْجَ غْروسْتِسْتي في اعتقادِهِ بإمكان استعمال "تضاعُف الأنواع" لتفسير توليد أيِّ أثر، ومن ذلك الفُيوض الإلهية divine emanation والتأثيرات التنجيمية. وقد أشار في مقدمة كتابه *Perspectiva*، الذي وجَّهه إلى ويليام الميربيكي، إلى أن "التأثيرات المادية للضوء المحسوس تكمن في الوسط الذي يَمرُّ عَبْره."[268] وكَتَبَ أيضًا: "ثمة شيءٌ مدهشٌ في الطريقة التي يتدفَّق بها تأثيرُ الفيض الإلهي إلى الأشياء في العالَم السفلي عبر طاقات العالَم العُلوي."[269]

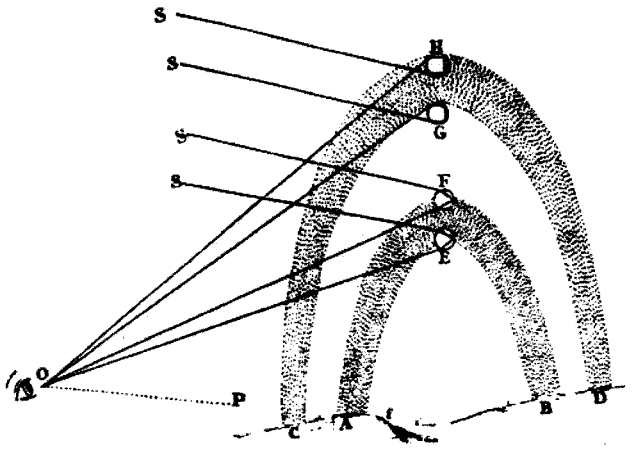
أما التطوُّر التالي في علم البصريات فقد تَحقَّق على يد دِيتْرِخ من فرايبورغ (نحو 1250ـ نحو 1311)، الذي يسمَّى أحيانًا ثيودوريك، ويغلب على الظن أنه من فرايبورغ في سكسونيا. انضمَّ إلى الرَّهْبنة الدومينيكية، وربما دَرَّسَ في ألمانيا قبل أن يَدْرُسَ في جامعة باريس ما بين 1275 و1277 على وجه التقريب.

أهم مؤلَّفات دِيتْرِخ كتاب *On the Rainbow and Radiant Impressions* (في قوس قزح وآثار منبثق الإشعاع)، إذ يومئ مصطلح "آثار منبثق الإشعاع" إلى الظواهر التي تتولَّد في طبقة الجوِّ العليا بفعل الإشعاع المنبثِق من الشمس أو من أيِّ جِرمٍ سماويٍّ آخر. وكان أولَ مَنْ أدرك أن قوسَ قزح إنما يَحْدُث بفِعْل قطرات المطر الإفرادية، وليس بفعل كامل السحابة. وقد حَمَلَه هذا على إجراء تجاربَ على إناءٍ زجاجيٍّ مملوءٍ بالماء، استعمله نموذجًا لقطرة الماء، وكَتَبَ يقول: "إن كرةً من الماء لا يمكن اعتبارها سحابةً كرويةً مصغَّرة، بل قطرةَ مطرٍ مكبَّرة."[270] وقد قادته تجاربُه وتحليلُه الهندسيُّ إلى الاستنتاج بأن الضوء ينكسر عندما يَدخل ويغادر كلَّ قطرة، وأنه ينعكس داخليًّا مرةً في إحداث قوس قزح الأوَّلية ومرتَيْن في إحداث القوس الثانوية، وأن الانعكاس الثاني يَعكس

(268) Grombie, *RGOES*, p. 214.

(269) Lorenzo Minio-Paluello, "William of Moerbeke," *DSB*, 9, p. 435.

(270) William A. Wallace, "Dietrich von Freiberg," *DSB*, 4, p. 93.



تكوُّن أقواس قزح الأوَّلية والثانوية، من كتاب نيوتن (Opticks البصريَّات)

ترتيبَ ألوان الطَّيف. ومع أنه ارتكبَ عددًا من الأخطاء في تحليله، فإن نظريته فاقت بكثير أيَّ نظريةٍ من نظريات سالِفِيه، ومَهَّدت الطريق لبحوث خالِفِيه.

تُشْبه نظريةُ دِيتْرِخ في قوس قزح إلى حدٍّ بعيد نظريةَ معاصره الفارسيِّ كمال الدين الفارسي. على أن دِيتْرِخ لَم يَستشهدْ بأعمال الفارسي، ربما لأنه لم يَطَّلع عليها بسببٍ من أنها لم تترجَم قطُّ من العربية إلى اللاتينية. ومهما يَدُرِ الأمر، فالظاهر أن العِلمَ الأوروبيَّ الناشئَ وَصَلَ مع بداية القرن الرابع عشر إلى مستوًى يمكن مقارنتُه بما وصل إليه البحث العلميُّ العربي، في البصريات على الأقل. ولئن كان عَمَلُ الفارسيِّ آخرَ إنجازٍ عربيٍّ عظيمٍ في مجال البصريات، فإن بحوثَ دِيتْرِخ يمكن عَدُّها مرحلةً مهمةً في طريق التحسينات اللاحقةِ للدراسات الأوروبية في علم الضوء، بالغةً ذروتَها في النظريات الصحيحة الأولى المتعلِّقة بقوس قزح وغيرها من الظواهر البصرية في القرن السابع عشر.

من بيزنطة إلى إيطاليا: من اليونانية إلى اللاتينية

كانت الإمبراطوريةُ البيزنطيةُ الدولةَ الوحيدةَ التي احتفظتْ بروابطَ ثقافيةٍ مُطَّرِدة بالعالَم اليوناني الكلاسيكي في القرون الوسطى، وكانت عاصمتُها القسطنطينية، بيزنطة القديمة. غير أنَّ تلك الروابطَ كانت تتكشَّف عن وهْنٍ شديدٍ فينةً بعد فينة، كما حَصَلَ عندما اجتاحَ الغزاةُ معظمَ أرجاء الإمبراطورية، وفَقَدت كثيرًا من أقاليمها في أوروبا وآسيا. وفي سنة 1204 نُهِبَت القسطنطينيةُ بعد أن استولت الحملةُ الصليبيةُ الرابعةُ والأسطولُ الڤينيسيُّ عليها، وتحوَّلت الإمبراطوريةُ البيزنطية بعد ذلك إلى دويلاتٍ صغيرة، اثنتان منها في آسيا الصُّغرى. حَكَمتْ إحداهما سلالةُ لاسكَريد، واتَّخذتْ نِيقِيَةَ عاصمةً لها، على حين حَكَمتْ سلالةُ كومْنِني من عاصمتها طرابزون. وفي سنة 1261 استردَّ يونانِيُّو نِيقِيَةَ مدينةَ القسطنطينية، وأصبحتْ عاصمةَ الإمبراطورية البيزنطية مرةً ثانية، لكنها باتت دولةً صغيرةَ الحجم ضعيفةَ البأس قياسًا إلى ما كانت عليه في عهد يوستنيانوس.

وفي القرن الذي سَبَقَ الحملةَ الصليبيةَ الرابعة كان عددٌ من الدول المَدِينِيَّة city-states الإيطالية قد أحرزتْ امتيازاتٍ تجاريةً في الإمبراطورية البيزنطية، فسُمِحَ لها بإنشاء مؤسساتٍ تجاريةٍ في القسطنطينية وغيرها من مدن الإمبراطورية. وبذلك أحرزتْ جَنَوا وڤينيسيا وپيزا وأمالفي امتيازاتٍ في القسطنطينية، حيث بَنَتْ أرصفةً لتحميل السفن وتفريغِها ومستودعاتٍ على طول القرن الذهبي [Golden Horn خليجٌ على مضيق البوسفور، يكوِّن ميناءَ

إستانبول، ويبلغ طوله نحوًا من ثمانية كيلومترات]، إضافةً إلى مساكنَ وكنائسَ للتُّجار وعائلاتهم. واستمرَّت هذه الامتيازاتُ اللاتينية حتى نهاية الإمبراطورية، ولم يكن دَوْرُها مقتصرًا على إقامة مراكزَ تجاريةٍ فحسب، بل أَسهمتْ في عملية التآثر الحضاريِّ بين الشرق اليونانيِّ والغرب اللاتينيِّ.

من أهمِّ الأمثلة على هذا التبادل الثقافي ما حَصَلَ في سنة 1136، في عهد الإمبراطور البيزنطي جون الثاني كومنينوس، عندما أرسَلَ الإمبراطورُ الرومانيُّ المقدَّس لوثير بعثةً علميةً إلى القسطنطينية لدراسة الفروق الدينية بين كنيسة الروم الكاثوليك وكنيسة اليونان الأرثوذكس. رَأَسَ البعثةَ أَنْسِلْم أُسقف هاڤلبرغ، ثم رئيس أساقفة راڤينا. بعد وصول أَنْسِلْم إلى القسطنطينية ذَهَبَ هو وحاشيتُه إلى حيِّ پيسان في القرن الذهبي لمناقشة الأمور الدينية مع مجموعةٍ من القساوسة اليونانيين يرأسهم نيستاس، رئيسُ أساقفة نيكوميديا. كَتَبَ أَنْسِلْم يقول:

> حَضَرَ عددٌ غير قليل من اللاتينيين، من بينهم ثلاثةٌ نابِهون ويُجيدون اللغتَيْن [اللاتينية واليونانية]، وثقافتهم الأدبيةُ واسعةٌ إلى حدٍّ بعيد، يَقدُمهم جيمس الڤينيسيّ، والثاني بُرْغَنْديو الپيساني، والثالث مشهورٌ جدًّا بين اليونانيين واللاتينيين ويفوق الآخرَيْن في سعة اطلاعه في آداب اللغة، اسمه موسى، وهو إيطاليٌّ من مدينة برغامو، وقد اختير من الجميع ليكون مترجِمًا بين الجانبَيْن[271].

أوَّلُ هؤلاء العلماء: جيمس الڤينيسيّ، ويُعرَف باللاتينية Iacobus Veneticus Grecus، وتعني أنه عضوٌ في الجالية اليونانية في ڤينيسيا. وعلى أية حال، فقد كان متمكِّنًا من اليونانية واللاتينية على حدٍّ سواء، آيةُ ذلك ما أشار إليه روبرت التوريجنيّ رئيسُ دير الرهبان في مونت سانت ميشيل، في المادة المتعلِّقة بسنة 1128 من معجمه التاريخي، إذ كَتَبَ يقول: "جيمس، رجلُ دينٍ من

(271) Haskins, *SHMS*, p. 144.

ڤينيسيا، تَرجمَ كُتبًا معيَّنةً لأرسطو من اليونانية إلى اللاتينية وعلَّق عليها، هي: *Topics* و*Prior* و*Posterior Analytics* و*Elenchi* [*Sophistici*]، مع أنه توجد نسخٌ قديمةٌ من هذه الكتب."[272]

كان جيمس العالِمَ الأوروبيَّ الأول الذي أدخَلَ في القرن الثاني عشر أعمالَ أرسطو إلى الغرب اللاتيني. وإلى جانب الكتب التي ذَكرها روبرت التوريجنيّ، كان جيمس أولَ مَن تَرجمَ من اليونانية كُتُبَ أرسطو الآتية: *Physica* و*De Anima* و*Metaphysica* و*Parva Naturalia*. وأظهرَ تعليقُهُ على كتاب *Sophistici Elenchi* أنه كان مطَّلعًا على الثقافة البيزنطية في هذا الموضوع في القسطنطينية، التي كانت موردًا لا نظير له لأعمال أرسطو وغيرِهِ من الكتَّاب اليونانيين. وقد كوَّنت ترجماتُه إلى جانب تنقيحاتِهِ عليها الأساسَ لكثيرٍ من الدراسات الأرسطية في أوروبا حتى القرن السادس عشر.

أما بُرْغَنْديو البيساني، فقد كان كثيرَ الأسفار من بيسان إلى القسطنطينية وصقلية، وهذه الأخيرة موردٌ غنيٌّ آخرُ للمخطوطات اليونانية. تضمَّنت ترجماتُ بُرْغَنْديو من اليونانية كتاب *Aphorisms* لأبقراط، وعشرةَ كتبٍ لجالينوس، إضافةً إلى كتاب *Meteorology* لأرسطو.

وأما موسى البرغامويّ ـ الذي ذَكَرَ أَنْسِلْم أنه تَرجمَ المناظرةَ الدينيةَ التي جرت في سنة 1136 ـ فكان يعيش آنذاك في حيٍّ ڤينيسيا في القسطنطينية. كَتَبَ في إحدى رسائله أنه أتقَنَ تَعلُّمَ اليونانية لدرجة مكَّنتْه من ترجمة مخطوطاتٍ غيرِ معروفةٍ سابقًا إلى اللاتينية. وأمضى سنواتٍ وهو يَجمع مخطوطاتٍ يونانية، ودفع في مقابل ذلك ثلاثَ ليراتٍ ذهبية، كما قال، لكنَّ هذه المخطوطات تَلِفتْ من جرَّاء حريقٍ أتى عليها في سنة 1130. وكلُّ ما بقيَ من ترجماتِهِ أعمالٌ لعلماءَ بقواعد اللغة اليونانية ولعلماءَ دينٍ بيزنطيِّين أوائل.

نشطت في صقلية أيضًا حركةُ ترجمةٍ من اليونانية إلى اللاتينية في عهد

(272) Haskins, *SHMS*, p. 144.

ويليام الأول (حَكَمَ ما بين 1154 و1166)، وهو ابنُ روجر الثاني ووريثُه؛ فتابَع سيرةَ والده في رعاية التعليم. وكان المترجِمان البارزان في عهده هِنْريكوس أريستيبوس ويوجين الأمير، وهما عضوان في الحكومة الملكية خَلَّفَا قصائدَ في مدْحِ ويليام، وخَلَّدَا ذِكْره بوصفه الملك ـ الفيلسوف الذي فتح أبواب بلاطه لعلماء العالَم البارزين. أصبح أريستيبوس رئيسَ أساقفة كَتانيا سنة 1156، وبعد أربع سنوات عُيِّن مسؤولاً عن إدارة مملكة صقلّية كلِّها. وكان أوَّلَ مَن تَرجَمَ من اليونانية اثنتَيْن من محاورات أفلاطون: *Meno* و*Phaedo*، إضافةً إلى الكتاب الرابع من مصنَّف *Meteorology* لأرسطو، وظلَّتْ هذه الترجماتُ في الاستعمال حتى أوائل عصر النهضة. وعَمِلَ أريستيبوس أيضًا مبعوثًا لمانويل الثاني كومنينوس في القسطنطينية، حيث سلَّمه الإمبراطورُ مخطوطةً جميلةً من كتاب "المجسطي" لبطليموس هديةً إلى الملك ويليام. أوَّلُ ترجمةٍ لهذه المخطوطة من اليونانية إلى اللاتينية تَمَّت في پاليرمو، وقام بها عالِمٌ زائرٌ مجهول في سنة 1160 تقريبًا. وثمة أعمالٌ أخرى ترجَمَها هذا العالِمُ من اليونانية إلى اللاتينية في البلاط الصقلّي منها كتابَي أقليدس *Optica* و*Catoptrica*، وكتاب *De Motu* لپروكلوس، وكتاب *Pneumatica* لهيرو الإسكندري.

وقد أشار هذا العالِمُ المجهول ـ الذي تَرجم هذه الكتبَ ـ إلى أنه تلقَّى عونًا كبيرًا من يوجين الأمير؛ فقال عنه: "إنه رجلٌ متضلِّعٌ من اليونانية والعربية، وهو إلى ذلك مُلِمٌّ باللاتينية."[273] وأغلب الظن أن يوجين ـ الذي حَمَلَ اللقبَ العربي (الأمير) في الإدارة الملكية ـ كان يونانيًّا، كما يَشهَد بذلك ما بقي من شِعره.

كان الراهب الدومينيكانيّ ويليام الميربيكي (وُلِدَ ما بين 1220 و1235 وتوفي قبل 1286) من بلجيكا، أغزَرَ علماء القرون الوسطى ترجمةً من اليونانية إلى اللاتينية. ومما يُعرَف عنه أنه زار نِيقِيَةَ في ربيع سنة 1260، عندما كانت لا تزال عاصمةً للبيزنطيين، ولم يَستردُّوا القسطنطينية حتى السنة التي تلتها، وربما

(273) Haskins, *SHMS*, p. 143.

يكون قد حَصَّلَ مخطوطاتٍ يونانيةً في ذلك الوقت. شارك في مَجمع ليون الثاني (من أيار/مايو إلى حزيران/يونيو 1274)، الذي كان الغرضُ منه تحقيقَ إعادة توحيد الكنائس اليونانية واللاتينية، وأنشَدَ في قدَّاسٍ بابويٍّ نشيد 'شهادة الإيمان' باليونانية مع القساوسة البيزنطيين.

يقال إن توما الأكويني أشارَ على ميربيكي بأن يُتِمَّ ترجمةَ أعمال أرسطو من اليونانية مباشرة. ويقول ميربيكي إنه اضطَلَعَ بهذه المهمة "على ما فيها من مشقةٍ وإملال، ليقدِّم للعلماء اللاتينيين مادةً جديدةً للدراسة."[274]

تضمَّنت ترجماتُ ميربيكي اليونانيةُ أعمالَ أرسطو والتعليقات عليها، وأرخميدس، وبروكلوس، وهيرو الإسكندري، وبطليموس، وجالينوس. وقد أصابت هذه الترجماتُ مَنْزلةً كبيرةً ورواجًا واسع النطاق، يَشْهدُ لذلك نُسَخُها العديدةُ الباقية، ومنها مخطوطاتٌ ترقى إلى القرن الثالث عشر وحتى القرن الخامس عشر، وطبعاتٌ من القرن الخامس عشر وما بعده، ونُسَخٌ بالإنكليزية والفرنسية والإسبانية، بل واليونانية الحديثة تعود إلى القرن الرابع عشر وحتى القرن العشرين. وأنارت هذه الترجماتُ السبيلَ لمعرفةٍ أفضلَ للنصوص اليونانية لعددٍ من الأعمال، وفي بعض الحالات كانت الدليلَ الوحيدَ على النصوص اليونانية المفقودة، مثل كتاب *Catoptrica* لهيرو.

أما العملُ الوحيد الذي وضَعَه ويليام الميربيكي، فهو رسالةٌ في الكهانة عنوانُها *Geomantia*، من الواضح أنها حظيت بانتشارٍ واسعٍ جدًّا، بدليل المخطوطات اللاتينية العديدة الباقية منها، وترجمةٍ فرنسية لها تعود إلى سنة 1347. وقد أثنى ويْتِلو على ميربيكي - في الإهداء الذي صَدَّرَ به كتابَه *Perspectiva* - على تحقيقِهِ "المُكْتَنَفِ بالأسرار"[275] في مسألة تأثير القدرة الإلهية على الناس.

ثمة عالِمٌ غربيٌّ آخرُ زارَ القسطنطينيةَ بحثًا عن مخطوطاتٍ يونانيةٍ قديمة،

(274) Lorenzo Minio-Paluello, "William of Moerbeke," *DSB*, 9, p. 435.
(275) Lorenzo Minio-Paluello, "William of Moerbeke," *DSB*, 9, p. 435.

هو بطرس الأبانُوِيّ (1250ـ نحو 1313)، الذي عَثَرَ في زيارته تلك على مخطوطاتٍ لأرسطو وديسقوريدس وجالينوس وغيرهم. وتضمَّنت ترجماتُه من اليونانية: مجلَّدًا من كتاب *Problems* لأرسطو (هي الترجمةُ اللاتينيةُ الأولى لهذا الكتاب)؛ وكتاب *Rhetoric* لأرسطو أيضًا؛ وكتاب *De Materia Medica* لديسقوريدس؛ وستَّ رسائلَ لجالينوس.

أما أشهرُ مؤلَّفات بطرس الشخصية، فهو كتابُه *Conciliator Dieretiarum Philosophorum et Praecipue Medicorum*، الذي أتَمَّهُ في سنة 1303، عندما كان يُدَرِّس في جامعة باريس. حاول بطرس في هذا الكتاب الضخم أن يوفِّق بين وجهات النظر المتعارضة لسالِفِيهِ من كُتَّاب العلوم الطبِّية والفلاسفة. فقد اشتمل هذا الكتابُ على أكثرَ من مئتَيْ سؤال، أو "اختلاف في وجهات النظر"، يقول بطرس إنه ناقَشَها هو وزملاؤه في السنوات العشر المنصرمة. فالسؤالان الأول والثامن عشر، على سبيل المثال، يهتمَّان بالاعتقادَيْن المتباينَيْن المتعلِّقَيْن بمركز الجملة العصبية في الإنسان: أهو القلب (على رأي أرسطو)، أم الدماغ (على رأي بطرس). ففيما يتعلَّق بالسؤال الأول يَستنتج أن "طاقة الجسم الناظمة تكمن في الدماغ؛"[276] وفيما يتعلَّق بالسؤال الثامن عشر يقول بأن "الدماغ هو مركز الإحساس والانفعال."[277] أما نصُّ السؤال السابع والستين فهو: "هل الحياة ممكنةٌ تحت خطِّ الاستواء؟"[278] يبدو أن هذا السؤال خَطَرَ في بال بطرس بعد لقائه ماركو پولو، إثر عودته إلى ڤينيسيا في سنة 1295 من رحلته الشهيرة إلى الشرق الأقصى.

ثمة كتابٌ آخرُ مشهورٌ لبطرس هو *Lucidator Dubitabilium Astronomiae*، ناقَشَ فيه المبادئَ الخِلافية في الفلك والتنجيم. ورأى في هذا الصدد أن النجومَ ليست ثابتةً في أقاصي الكرة السماوية، كما في نموذج أرسطو

(276) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 886.
(277) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 886.
(278) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 886.

الكوكبيّ، بل تَسبح بِحُرِّيةٍ في الفضاء، وهو رأيٌ جديدٌ تمامًا أصبح جزءًا من علم الكون الحديث. وتشير عدَّةُ مقاطعَ في هذا الكتاب إلى أن بطرس قَرَنَ الأرواحَ والملائكة بالأجرام السماوية، فقال في وصف أحدها: "إنه أبديٌّ وعصيٌّ على الفساد، يحيا على طريق الأبد حياةً مستقلَّةً وافيةً في حدِّ ذاتها، ولا يعتريه الهرم أبدًا." (279)

أعطت مؤلَّفاتُ بطرس في التنجيم وغيرِه من العلوم الخفيَّة انطباعًا عنه بأنه ساحر. فقد وَصَفَه غابرييل ناوُد في سنة 1625 بقوله: كان بطرس "رجلاً أعجوبةً ومعجزةً في عصره... لقد كان أعظمَ ساحرٍ في زمانه، وتعلَّمَ الفنون العقلية السبعةَ liberal arts [كانت الفنون العقلية في جامعات القرون الوسطى سبعةً هي: النحو والبلاغة والمنطق والهندسة والحساب والموسيقا والفلك] من سبعةٍ من الجانّ كان يأسرهم في بِلَّورة." (280) ثم مضى ناوُد يقول إن بطرس تَخلَّى في أواخر حياته عن "فضول شبابه العبثي، لِيَنْذُرَ نفسَه كليًّا للفلسفة والطب والتنجيم." (281)

في غضون ذلك كانت بيزنطة تَمرُّ بنهضةٍ ثقافيةٍ تحت حكم الأسرةِ الپاليولوغية التي حَكَمت الإمبراطوريةَ البيزنطية بعد استرداد القسطنطينية من اللاتينيين سنة 1261 وحتى سقوطها بيد الأتراك سنة 1453. أعاد مؤسِّسُ هذه الأسرة ميخائيل الثامن پاليولوغوس (حَكَمَ ما بين 1259 و1282) افتتاحَ جامعة القسطنطينية، التي كانت قد أُغلِقت في أثناء الاحتلال اللاتيني لها.

كان جورج أكروپوليتس أوَّلَ رئيسٍ للجامعة بعد إعادة افتتاحها، وكان يحاضرُ في رياضيّات أُقليدس ونيكوماخوس، إضافةً إلى فلسفة أرسطو. وكان أكروپوليتس أحدَ طلاب نيسيفورس بليميديز (نحو 1197ـ1272)، مؤلِّفِ دليلٍ مرجعيٍّ في الطبيعيات والفلك والمنطق، إضافةً إلى مختصرٍ في الجغرافيا، وعددٍ

(279) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 900.
(280) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 889.
(281) Thorndike, *HMES*, vol. 2, p. 890.

من التعليقات في أصول الدين، وجميعُها كانت تُدرَّس في جامعة القسطنطينية. وثمة طالبٌ آخرُ من طلاب نيسيفورس درَّسَ في الجامعة نفسِها هو جورج پاكيميرز (1242ـ1310)، وهو مؤرِّخٌ أساسًا، لكنه ألَّف في الرياضيّات ونظرية الموسيقا.

وقد انتقل عددٌ من العلماء من بيزنطة غربًا في بعثاتٍ دبلوماسيةٍ أو للتدريس في الجامعات الأوروبية. من أوائل علماء هذه البعثات الدبلوماسية الراهبُ مَكْسيموس پلانيودز (1260ـ1310)، أَوفَدَهُ أندرونيكوس الثاني (حَكَمَ ما بين 1282 و1328) في هيئةٍ من الممثّلين الدبلوماسيين إلى ڤينيسيا سنة 1296. ولدى عودة پلانيودز إلى القسطنطينية تَرجمَ من اللاتينية إلى اليونانية عددًا من الكتب التي حَصَلَ عليها من إيطاليا، ومن ضمنها مؤلَّفاتٌ لشيشرون وأوڤيد والقديس أوغُسْطين وبوويثيوس. وتُظهِرُ الأعدادُ الكبيرةُ من المخطوطات الباقية من ترجماته أنها كانت تُستعمل نصوصًا في تدريس اليونانية في جامعات إيطاليا، التي بدأ فيها بزوغ الحركة الإنسانية الإيطالية [Italian humanism حركةٌ في نطاق عصر النهضة الأوروبية Renaissance قِوامُها إحياءُ الدراسات الكلاسيكية الإغريقية واللاتينية، وتعزيزُ النَّزعة الفردية وروح النقد، وتأكيدُ ضرورة الانشغال بقضايا الإنسان وهمومه الدنيوية أو اليومية] وعنايتُها بإحياء الأدب الكلاسيكي. وألَّف پلانيودز أيضًا كتابَيْن في الرياضيّات، أحدهما تعليقٌ على كتاب *Arithmetica* لديوفانتوس، والآخر رسالةٌ في الأرقام "الهندية" المستعمَلة لدى علماء الرياضيّات العرب. وتُعَدُّ هذه الرسالةُ أوَّلَ رسالةٍ في نظام العدّ هذا من تأليف عالِمٍ بيزنطيّ.

كانت الحركةُ الإنسانيةُ الإيطالية تركِّز على تَعلُّم اللاتينية حتى زمان پترارك (1304ـ1374) وتلميذِه بوكاتشيو (1313ـ1375)، اللذين تَعَلَّما اليونانية ليكونا قادرَيْن على قراءة ما كتبه هوميروس وأفلاطون وغيرُهما من الكتَّاب اليونانيين بلغتهم الأصلية. وفي آڤينيون بدأ پترارك دراسةَ اليونانية هو وبارلام من إقليم كالابْرِيا (توفي سنة 1348)، الذي كان أرسَلَه الإمبراطور أندرونيكوس الثالث (حَكَمَ ما بين 1328 و1341) بمهمةٍ دبلوماسيةٍ إلى البلاط البابوي. غير أن

بارلام توفي بعد ذلك مباشرة، وتوقَّف پترارك عن تعلُّم اليونانية.

في سنة 1390 أُوفد عضوُ الحركة الإنسانية البيزنطي الشهير مانيويل كريسولوراس (نحو 1350ـ1417) بمهمةٍ دبلوماسيةٍ من القسطنطينية إلى ڤينيسيا. وفي أثناء إقامته هناك ـ التي انتهت في السنة التالية ـ عُرِضَ عليه إبرامُ عقدٍ لتدريس اليونانية في فلورنسا، فدرَّسَ فيها من 1396 إلى 1400. واحتشدَ في محاضراته كبار رجالات الدولة في فلورنسا وأعضاءُ الحركة الإنسانية، ومنهم رئيس الجامعة ليوناردو بروني، الذي نُقِلَ عنه قولُه إن كريسولوراس حَثَّه على تعلُّم لغةٍ لم يفهمها أحدٌ من الإيطاليين منذ سبعمئة عام.

أما الكتاب التعليميُّ الذي ألَّفه كريسولوراس لدروسه *Erotemata* (الأسئلة)، فقد تَرجمَه إلى اللاتينية غارينو الڤيروني (1374ـ1460)، الذي دَرَسَ اليونانية معه في القسطنطينية من سنة 1403 وحتى 1408. انتقل غارينو إلى تدريس اليونانية في ڤينيسيا وفلورنسا وفِرَّارة، وبقي في هذه الأخيرة طوال السنوات الثلاثين الأخيرة من حياته، مستقطبًا إليه الطلاب من أصقاعٍ بعيدةٍ كإنكلترا. وكذلك ذاع صيتُه في ترجماته، التي تضمَّنت أعمال هوميروس، وهيرودوتس، وپلوتارك، وسترابو الذي تَرجَمَ له غارينو كتاب *Geography* في أواخر حياته.

كان كريسولوراس معاصرًا لپوجيو براتشيوليني عضوِ الحركة الإنسانية في فلورنسا، الذي اكتشفَ في سنة 1417 النصَّ الكامل لكتاب *De Rerum Natura* لمؤلِّفه لوكريشيوس، مع فلسفته للطبيعة اعتمادًا على النظرية الذَّرية لديموقريطس [atomic theory نظريةٌ فلسفيةٌ قديمة تقول بأن المادة كلَّها مؤلَّفةٌ من جُسَيماتٍ لا تتجزَّأ، دَعَوْها الذرات، وأن هذه الذرات متجانسةٌ في طبيعتها، ولكنها مختلفةٌ شكلاً وحجمًا ووزنًا]. طُبِع هذا الكتاب في القرن الخامس عشر، وأُعيدت طباعته بعد ذلك مراتٍ عديدة، فأحيا الاهتمامَ بالنظرية الذرية التي كانت خاملةَ الذِّكر منذ العصور القديمة.

مع بداية القرن الرابع عشر كانت بيزنطةُ مزدهرةً في نهضةٍ أخيرةٍ لها،

حتى في الوقت الذي كان المدُّ الصاعدُ للعثمانيين الأتراك يُحدق بهذه الإمبراطورية. فقد أقامَ العثمانيون عاصمتَهم الأولى سنة 1326 في مدينة بورسا، في الشمال الغربي من آسيا الصغرى، وعبروا إلى أوروبا بعد عشرين سنة، عندما احتلوا مدينة كاليپوليس (أو غاليبولي) على مضيق الدَّردنيل. وقد دوَّن وقائعَ هذا الاحتلالِ التركيِّ لمدينة كاليپوليس العالِمُ البيزنطيُّ ديميتريوس سيدونيز، المعروفُ بترجماتِهِ من اللاتينية إلى اليونانية، وأبرزها *Summa Theologica* لتوما الأكويني. وحسبما ذَكَرَهُ سيدونيز، كان سقوطُ مدينة كاليپوليس بدايةَ هجرة اليونانيين من بيزنطة إلى إيطاليا وإسبانيا، بل وأبعد من ذلك "باتجاه البحر إلى ما وراء مضيق جبل طارق."[282]

وتتبدَّى مظاهرُ النهضة الثقافية الپاليولوغية بالزخارف الفسيفسائية الجميلة واللوحات الجصِّية الباقية في كنيسة القديس ساڤيور في كورا (تُعرَف الآن باسم كاري كامي) في إستانبول، التي بُنيت ما بين 1315 و1321، بناها ثيودور ميتوشيتس (نحو 1250ـ1332) رئيس الوزراء في عهد أندرونيكوس الثاني.

كان ميتوشيتس واحدًا من أعظم شخصيات زمانه في بيزنطة، فكان رئيسًا للحكومة إضافةً إلى كونه عالِمًا مرموقًا بأصول الدين والفلسفة والفلك والرياضيّات والطبيعيات والشعر، وراعيًا للفنون، ورائدًا في النهضة الفكرية والفنية في أوائل عهد الأُسرة الپاليولوغية. كَتَبَ عنه تلميذُه وصَنِيعَتُهُ نيسيفورس غريغورس بكلِّ إعجاب فقال: "كان يحرص على أن يُفرِّغ نفسَه تمامًا من الصباح وحتى المساء للشؤون العامة وكأن الأمورَ العلميةَ لا تهمه مطلقًا؛ غير أنه عند حلول المساء يغادر القصر، ويَستغرق في أمور العلم استغراقًا كاملاً وكأنه عالِمٌ منقطِعٌ عن أي شأنٍ آخر."[283]

أما أهمُّ أعمال ميتوشيتس العلمية، فهو كتابُه مقدمة في علم الفلك، الذي اعتمد فيه على كتاب المجسْطِي لبَطْلَيْمُوس. غير أنه لَم يَقُمْ بأعمال رصدٍ فلكية،

(282) A. A. *Vasiliev, History of the Byzantine Empire*, vol. II, p. 623.
(283) A. A. *Vasiliev, History of the Byzantine Empire*, vol. II, p. 702.

وإنما أعاد حسابَ عوامل التغيُّر القديمة المتعلِّقة بتاريخ البدء في سنةِ 1282، السنةِ التي بدأ فيها عهْدُ مولاه أندرونيكوس الثاني.

كان نيسيفورس غريغورس (نحو 1290ـ نحو 1360) واسعَ الثقافة في جوانبَ متعدِّدةٍ على نحوٍ لافت، يَشهد بذلك مؤلَّفاتُه في التاريخ وعلم الدين والفلسفة والفلك والجغرافيا والصوتيات. وقد ساقته بحوثُه في علم الفلك إلى أن يقترح مراجعةً للتقويم، وكان ذلك مقدمةً لإصلاح التقويم الذي أنْفَذَه البابا غريغوريوس الثالث عشر سنة 1582.

كان العملُ الفلكيُّ الذي قام به ثيودور ميتوشيتس ونيسيفورس غريغورس جزءًا من نهضةٍ فلكيةٍ في بيزنطة، بدأت في نهاية القرن الثالث عشر عندما أصبحت الترجماتُ اليونانيةُ للرسائل الفلكية العربية متاحةً في القسطنطينية. من أوائل هذه الترجمات ترجمةٌ قام بها غريغوريوس كونيادِيز، الذي تلقَّى العلومَ العربية في تبريز وأسَّس مدرسةً في علم الفلك في طرابزون سنة 1300 تقريبًا. وكان من بين طلابه مانيويل الطرابزونلي، الذي درَّس في مدرسة أستاذه. وكان من ألمع طلاب مانيويل جورج كريسوكوكيس، الذي كانت له مؤلَّفاتٌ في الطب والجغرافيا إضافةً إلى الفلك.

في منتصف القرن الرابع عشر حَلَّت "جداولُ فارسيةٌ" جديدة مَحَلَّ جداولَ فلكيةٍ قديمة، كما في "الكتب الثلاثة في الفلك"، وهو جدولٌ في الفلك نَشَرَهُ سنة 1352 تقريبًا ثيودور ميتوشيتس، الذي أصبح مديرًا للمدرسة البطريركية في القسطنطينية.

كذلك وردت أفكارٌ علميةٌ من الغرب إلى بيزنطة، يَدُلُّ عليها رسالةٌ في الأسطرلاب تُرجِمت إلى اليونانية في القسطنطينية في نحو عام 1309 عن نسخةٍ لاتينية أصلُها عربيّ. وثمة كتابٌ فلكيٌّ آخرُ عنوانُه "الأجنحة الستة"، وهو رسالةٌ بالعبرية مجهولةُ المؤلِّف تعود إلى القرن الثالث عشر، تُرجِمت إلى اليونانية في القسطنطينية في الربع الثاني من القرن الخامس عشر، ويبدو أنها شقَّت طريقَها من جنوبي فرنسا عبر ڤينيسيا إلى بيزنطة.

أدَّى سقوط مدينة سالونيك بيد العثمانيين في سنة 1430 إلى أن يطلب الإمبراطور جون الثامن (حَكَمَ 1425ـ1448) النجدةَ من الغرب، واقترح على البابا مارتن الخامس عَقْدَ مَجمعٍ كنسيٍّ بغية المساعدة على التوفيق بين الكنائس اليونانية واللاتينية. وأدَّى ذلك آخرَ الأمر إلى انعقاد المجمع بدعوةٍ من البابا يوجينيوس الرابع في سنة 1438 في فِرَّارة، ثم في فلورنسا في السنة التالية. انفضَّ المجلسُ في 6 تموز/يوليو 1439، بإصدار مرسوم الاتحاد بين الكنائس اليونانية واللاتينية، وقُرئ هذا المرسوم باللغتَيْن اللاتينية واليونانية في كاتدرائية فلورنسا، سانتا ماريا دل فيوري، بحضور الإمبراطور جون الثامن. غير أن معظم الناس ورجال الدين في بيزنطة عارضوا الاتحاد، فانقسمت الإمبراطوريةُ على نفسِها في السنوات الأخيرة من وجودها.

تألَّف مَجمع فِرَّارة ـ فلورنسا الكنسيّ من أربعةِ علماءَ كان لهم دورٌ بارزٌ في التبادل الثقافي بين بيزنطة وإيطاليا؛ أحدُ هؤلاء الأربعة يمثِّل الكنيسةَ الكاثوليكية اللاتينية، والثلاثةُ الآخرون يمثِّلون الكنيسةَ الأرثوذكسية اليونانية. أما المندوب اللاتيني، فهو نيكولاس كوزا؛ وأما المندوبون اليونانيون فهم جورج جِميستوس پليثون، وجورج تراپيزونتيوس، وبِساريون طرابزونلي.

وُلِدَ نيكولاس كوزا (1401ـ1464) في قريةِ كيوز، التي تقع على نهر موزيل. وتلقَّى علومَه في جامعتَي هايْدِلبرغ وپادُوْوَا، حيث حَصَلَ على الدكتوراه سنة 1423. ودَخَلَ في سلك الكهنوت سنة 1430 تقريبًا، وفي سنة 1448 عيَّنه البابا نيكولاس الخامس كاردينالاً [كبير أساقفة الكنيسة الكاثوليكية يلي البابا مباشرةً من حيث المكانة والرتبة] كاملَ الصفة الكاردينالية، وتولَّى الإشراف الفخريَّ على أسقفية القديس بطرس في ينكولي في روما.

أهمُّ أعمال كوزا كتابُه *De Docta Ignorantia*، الذي أتَمَّه سنة 1440. واستعمل فيه الرياضيّات والعلوم التجريبية في مساعيه لتحديد حدود المعرفة الإنسانية، ولا سيّما قصور العقل البشري على تخيُّل الأمور المجرَّدة، التي كانت بالنسبة إليه مماثلةً لِلّانهاية في الرياضيّات. وخلصَ إلى أن الكونَ لانهائيُّ الأطراف، معتبرًا أن فكرة المركز أو المحيط لا معنى لهما. وعلى ذلك، فإن

الأرضَ لا يمكن أن تكون مركزَ الكون، ولَمَّا كانت الحركةُ نسبيةً وطبيعيةً لجميع الأجرام، فإن الأرضَ لا يمكن أن تكون في حالة سكون. وأشار كوزا في تعليقاته على إحدى مخطوطاته أن الأرض لا يمكن أن تكون ثابتة، بل دوَّامةً حول محورها مرةً كل يومٍ وليلة.

وخَمَّن كوزا أن الأرضَ ليست الكوكبَ المأهولَ الوحيد، وأنَّ ثمة احتمالاً لوجود أرضٍ أخرى في مركز المحيط المضيء للشمس. فحَمَلتْ هذه النظريةُ وغيرُها من النظريات الثوريةِ منافسيه السياسيين على اتِّهامه بالإشراك، تلك التهمة التي دَفَعَها عن نفسه في كتابه *Apologia Doctae Ignorantia (1440)*، الذي اقتبسَ فيه كتاباتٍ لآباءَ كَنَسِيِّين ومسيحيين من الأفلاطونيين المُحْدَثين باعتبارها مصادر آرائه.

بعد عشر سنوات ألَّف كوزا كتابًا عنوانُه *Idiota* (العِلمانيّ)، فيه سلسلةُ حواراتٍ بين أستاذٍ في اللاهوت يمثِّل المعرفةَ الكُتُبيَّة [المعرفة المستمدَّة من الكتب لا من الخبرة أو التجربة العملية] وآخرَ عِلْمانيٍّ يُصِرُّ على أهمية البحوث التجريبية الكمِّية. ووفقًا لما يراه العلمانيُّ في هذا الكتاب، فإن المعرفةَ تَعُجُّ في الطرقات، ويستطيع المرءُ أن يجدها في الأسواق؛ حيث يرى فيها الأموالَ تُعَدُّ وتُحصى، والبضائع توزَن، والزيوت تُكال، وحيث يستطيع أن يراقبَ العقلَ البشري وهو يُنجز أهم وظائفه الأساسية: وهي القياس.

تلقَّى جورج جِميستوس پليثون (نحو 1355ـ1452) تعليمَه في القسطنطينية، ودرَّسَ فيها حتى سنة 1392 تقريبًا، ووصفه السير ستيڤن رنسيمان بأنه "أعظم المفكِّرين البيزنطيين أصالةً."[284] انتقل بعد ذلك إلى ميسترا في شبه جزيرة البيلوپونيز، في الوقت الذي كان يَحكمها الطاغيةُ ثيودور پاليولوغوس، الابنُ الثاني للإمبراطور مانيويل الثاني (حَكَمَ ما بين 1391 و1425). ودرَّسَ پليثون هناك حتى آخر حياته، سوى سنةٍ أمضاها في مَجمع فِرَّارة ـ فلورنسا الكنسيّ بصفته عضوًا في الوفد البيزنطيّ. وكان يهيمن على

(284) Runciman, *The Last Byzantine Renaissance*, p. 2.

تدريسه رفضُه لآراء أرسطو وإخلاصُه لمبادئ أفلاطون، الذي بَعَثَ في نفسه الأمل لتحقيق غايته في إصلاح العالَم اليوناني على النهج الأفلاطوني. وكانت اعتقاداتُهُ الدينية أقربَ إلى الوثنية منها إلى المسيحية، يدلُّ على ذلك رسالتُه في القوانين، التي غالبًا ما يصف فيها اللهَ بأنه زيوس [كبير الآلهة في الميثولوجيا اليونانية]، والثالوث الأقدس بأنه مؤلَّفٌ من الخالق، وعقل العالَم، وروح العالَم. وأشارَ جورج تراپيزونتيوس إلى محادثةٍ له مع پليثون في فلورنسا، أخبره فيها أن العالَم كلَّه سيختار في القريب العاجل دِينًا جديدًا. وعندما سئل عن هذا الدين الجديد: أهو مسيحيٌّ أم مُحَمَّديّ، أجاب پليثون: "لا هذا ولا ذاك، وإنما سيكون غير مختلفٍ عن الوثنية." (285)

في سياق مداولات المجمع الكنسي في فلورنسا ألقى پليثون محاضرةً في قصر الدوق كوزيمو دي مِديتشي، موضوعُها الاختلافاتُ الفلسفية والدينية بين الأفلاطونية والأرسطية، امتدحَ فيها أفلاطون وأشادَ بذِكره. وكان تأثُّر كوزيمو بپليثون عميقًا لدرجة أنه أنشأ أكاديميةً أفلاطونية في فلورنسا، ما لبثت أن أصبحت مركزًا للنهضة الأفلاطونية. وكذلك كان لكتابات پليثون الأثرُ العميقُ في مارسيليو فيسينو (1433_1499)، الذي يُعَدُّ في طليعة أفلاطونيِّي عصر النهضة الكبار.

نَصَحَ پليثون في أثناء إقامته في فلورنسا بدراسة كتاب "الجغرافيا" لسترابو باعتباره مكمِّلاً لكتاب الجغرافيا لبطليموس. وكان من بين مَن تحدَّث إليهم بهذا الشأن پاولو دال پوزو توسكانلِّي، الذي التقاه في فلورنسا. وفيما بعد نَقَلَ توسكانلِّي المقترَحَ إلى كريستوفر كولومبوس، الذي كان قد قرأ سترابو في ترجمةٍ لاتينيةٍ قام بها غارينو. ويبدو أن كولومبوس، حسبما ذَكَرَ عنه ابنُه في سيرته الذاتية، تأثَّر تأثُّرًا مباشرًا بفقرتَيْن لسترابو، هما اقتباسان من إيراتوسثينيز وپوسيدونيوس، الأولى: "إذا لَمْ تُعَوِّقْنا ضخامةُ المحيط الأطلسي، فيمكننا أن نُبْحِرَ من أيبيريا [شبه جزيرة في الجزء الجنوبي الغربي من أوروبا]

(285) Nigel Wilson, *From Byzantium to Italy*, p. 56.

إلى الهند على طول الخطِّ الموازي نفسه."[286] والثانية: "إذا أبحرتَ من الغرب مستفيدًا من الرياح الشرقية، وصلتَ إلى الهند قاطعًا مسافة 70,000 إستِدْيوم."[287] [وحدة طول إغريقيةٌ تقع ما بين 607 أقدام و738 قدمًا].

وُلِدَ جورج تراپيزونتيوس (1395ـ1486) في جزيرة إقريطش (كْريت)، بعد أن انتقلت أسرتُه من طرابزون إليها؛ ولذلك نُسِبَ إليها. وكان مترجمًا غزيرَ الإنتاج من اليونانية إلى اللاتينية. دَرَسَ اللاتينية بإشراف غارينو القيروني في ڤينيسيا في العامَين 1417 و1418. ودَرَّسَ في ڤينيسيا وڤيتشانتزا [تقع على بعد 64 كم إلى الغرب من ڤينيسيا] ومانتوا قبل أن يرتحل إلى روما، حيث عِمِلَ في الدواوين البابوية في عهد يوجينيوس الرابع (حَكَمَ ما بين 1431 و1447)، ثم درَّسَ في عهد نيكولاس الخامس (حَكَمَ ما بين 1447 و1455). وانتقد پليثون بشدَّةٍ لهجومه على الأرسطية، ووصَفَ نفسَه بأنه نصيرُ الفلسفة المدرسية (السكولاستية) [scholasticism الفلسفة النصرانية السائدة في القرون الوسطى وأوائل عصر النهضة، بُنيت على منطق أرسطو ومفاهيمه الماورائية، واستهدفت أساسًا إضفاء صفةٍ عقلانيةٍ على اللاهوت النصراني، والتدليل على أن لا تعارض بين العقل والدين] في وجه منتقديها من الحركة الإنسانية، وأَفرَدَ ألبرت الكبير وتوما الأكويني بإطراءٍ خاصٍّ، فسبَّب له هذا خلافًا مع بِساريون وغيره.

وُلِدَ بِساريون (1403ـ1472) لأسرةٍ تعمل في الأعمال اليدوية في طرابزون. ولاحَظَ مطران طرابزون نباهةَ هذا الفتى، فأرسلَه إلى مدرسةٍ في القسطنطينية. وفي أثناء دراسته في الجامعة التقى عضو الحركة الإنسانية فرانسيسكو فيلِلْفو، الذي كان مهتمًّا بالدراسة في القسطنطينية بعد حضوره دروسَ مانيويل كريسولوراس في إيطاليا.

ولَمَّا بَلَغَ بِساريون العشرين من عمره أصبح راهبًا، وأمضى بضع سنين في ديرٍ قُرْبَ ميسترا، ودَرَسَ هناك بإشراف پليثون. ثم عادَ إلى القسطنطينية،

(286) Nigel Wilson, *From Byzantium to Italy*, p. 56.

(287) Nigel Wilson, *From Byzantium to Italy*, p. 56.

وصار ذا شهرةٍ بصفته أستاذًا في الفلسفة. واختيرَ ليكون مندوبًا إلى مَجمع فِرَّارة ـ فلورنسا الكنسيّ، وعُيِّنَ مطرانَ نِيقِيَةَ، فحصل بذلك على المرتبة التي تخوِّله لحضور الاجتماعات السرية لانتخاب البابا. وعندما أُعلنت اتفاقيةُ الاتحاد رسميًّا بتاريخ 6 تموز/يوليو 1439 في كاتدرائية فلورنسا، قرأها باللاتينية الكاردينال سيساريني، ثم قرأها بِساريون باليونانية.

اقْتنَعَ بِساريون من خلال إقامته في إيطاليا بأن استمرار بيزنطة في البقاء مرهونٌ بدخولها في تَحالُفٍ مع الغرب، لا على الصعيد السياسيِّ فحسب، بل بالمُشاركة في الحياة الثقافية لإيطاليا في عصر النهضة كذلك. لكنَّ مناهِضِي الاتحاد في القسطنطينية ثبَّطوا هِمَّتَهُ، فعادَ إلى فلورنسا في أواخر عام 1440. وفي ذلك الوقت كان قد عُيِّنَ كاردينالَ الكنيسةِ الكاثوليكية الرومانية. وأمضى بعض الوقت متنقِّلاً في مهمَّاتٍ دبلوماسيةٍ بابوية، وشَغَلَ منصب الحاكم لمدينة بولونيا من سنة 1450 وحتى سنة 1455، وفيما عدا ذلك أقام في روما منذ 1443. وكان قاب قوسين من أن يُنتَخب البابا في سنة 1455، غير أنه أخفق في الفوز لأن أعداءَه حذَّروا من عقابيل اختيار يونانيٍّ لهذا المنصب، وبناءً على ذلك تَحوَّل الكاردينالات إلى ألفونسو دي بورجيا القَطَلُونيّ، الذي رُقِّيَ ليكون كاليستو الثالث.

سعى بِساريون جهْدَ طاقته لرفع جاهزية الجيش في أوروبا للدفاع عن بيزنطة في وجه الأتراك، غير أن مساعيَه خابت منذ أن احتلَّ العثمانيون القسطنطينية في سنة 1453، ثم استولوا على موطنه طرابزون في سنة 1461، فوضعوا بذلك نهايةً لحقبةٍ تاريخيةٍ طويلةٍ للإمبراطورية البيزنطية. ومنذ ذلك الحين سعى بِساريون للحصول على تأييدٍ لحملةٍ صليبيةٍ لمقاومة الأتراك، ولكن دون جدوى.

خصَّصَ بِساريون كثيرًا من وقته لتخليد الموروث الثقافيّ البيزنطيّ عن طريق إغناء مجموعته من المخطوطات اليونانية القديمة التي سلَّمها إلى ڤينيسيا، وما زالت محفوظةً هناك في مكتبة مارسيانا. وقد التفَّ حوله مجموعةٌ من العلماء في روما، ومنهم جورج تراپيزونتيوس، الذي كلَّفه بِساريون بترجمة كتاب "المجسْطِي" لبَطْلَيْمُوس من اليونانية إلى اللاتينية. وبعدها وفي سنة 1459 نَشَرَ

تراپيزونتيوس كتابًا يهاجم فيه الأفلاطونية بحجَّة أنها تؤدي إلى الهرطقة وسوء الأخلاق. فأُثيرت حَفِيظةُ بِساريون وألَّف كتابًا يدافع فيه عن الأفلاطونية، طُبِعَ باليونانية واللاتينية. ولم يكن غرضُ بِساريون الدفاعَ عن الأفلاطونية فحسبُ، بل ليُبيِّن أن تعاليمَ أفلاطون أقربُ إلى العقيدة المسيحية من تعاليم أرسطو. وتقبَّل الناسُ كتابَ بِساريون بقبولٍ حَسَن، لأنه أوَّلُ مؤلَّفٍ يعطي تعريفًا عامًّا بفِكْر أفلاطون، الذي لم يكن معروفًا آنذاك لدى معظم اللاتينيين؛ ذلك أن بواكير الأعمال العلمية عن الأفلاطونية لَم تكن وقد وصلت بعدُ إلى جمهورٍ واسعٍ من القرَّاء.

في سنة 1460 سافر بِساريون بمهمَّةٍ دبلوماسية إلى ڤيينَّا، التي أصبحت جامعتُها مركزَ دراساتٍ فلكية ورياضية بفضل أعمال جون من غْموندْن (توفي سنة 1442)، وجيورج پورباك (1423ـ1461)، وجوهانز رغيومونتانوس (1436ـ1476). أما جون، فقد أعَدَّ أدواتٍ فلكيةً وحَصَّلَ مجموعةً كبيرةً من المخطوطات، خلَّفَها جميعَها للجامعة، فكوَّنت أساسًا لأعمال پورباك ورغيومونتانوس.

وأما پورباك، فكان عالِمًا نِمساويًّا حَصَلَ على الدرجة الجامعية في ڤيينَّا سنة 1448، وعلى درجة الماجستير في سنة 1453؛ وسافر فيما بينهما إلى فرنسا وألمانيا وهنغاريا وإيطاليا. وعَمِلَ منجِّمًا في بلاط ملك هنغاريا لاديسلاوس الخامس، وبعدها في بلاط عمِّ الملك، الإمبراطور فريدريك الثالث. ومن جملة مؤلَّفاته كتبٌ تعليمية في الحساب والمثلّثات والفلك، وأشهرُها كتاب *Theoricae Novae Planetarum* (نظرياتٌ جديدة في الكواكب)، وكتاب *Tables of Eclipses* (جداول في حوادث الكسوف والخسوف).

وأما رغيومونتانوس، الذي يُعرَف أصلاً باسم جوهان مولر، فقد اشتُقَّ لقبُه من الاسم اللاتيني لموطنه كونيسبرغ في دوقيَّة فرانكونيا. دَرَسَ أولاً في جامعة لَيْپتزيغ من سنة 1447 وحتى سنة 1450، ثم في جامعة ڤيينَّا، حيث حصَلَ فيها على الدرجة الجامعية في سنة 1452، ولم يتجاوز الخامسة عشرة من عمره، ثم نال درجة الماجستير في سنة 1457. ثم أصبح زميلاً لپورباك في برنامجٍ بحثيٍّ يتضمَّن دراسةً منهجيةً للكواكب، إضافةً إلى رصْدِ الظواهر الفلكية كالكسوف والخسوف والمذنَّبات.

أبدى بِساريون استياءَه من ترجمة كتاب "المجسْطِي" لبَطْلَيْمُوس التي كانت من عمل جورج تراپيزونتيوس، وطَلَبَ إلى پورباك ورغيومونتانوس أن يؤلِّفا نسخةً مختصرةً للكتاب. فوافقا على ذلك، نظرًا إلى أن پورباك كان قد بدأ بعَمَلِ خلاصةٍ وافيةٍ عن كتاب المجسْطِي، غير أنه لَمْ يُتِمَّهَ لأن المنيَّةَ عاجَلَتْه في نيسان/أبريل 1461. لكنَّ رغيومونتانوس أكْمَلَ هذه الخلاصة بعد نحو سنة في إيطاليا، التي سافرَ إليها بصحبة بِساريون. وأمضى جزءًا من السنواتِ الأربعِ التاليةِ في بطانة الكاردينال، وما تبقى منها في أسفاره الخاصة، متعلِّمًا اللغةَ اليونانية، وباحثًا عن مخطوطات لبَطْلَيْمُوس وغيره من الفلكيين والرياضيين القدامى.

غادَرَ رغيومونتانوس إيطاليا سنة 1467 إلى هنغاريا، وهناك عمِلَ أربع سنوات في بلاط الملك ماثياس كورڤينوس، متابعًا بحوثه في الفلك والرياضيّات. ثم أمضى بعدها أربع سنواتٍ أخرى في مدينة نورمبرغ، حيث بنى مرصدًا خاصًّا به وركَّب آلةً للطباعة. وكان من بين الكتب التي طبَعَها قبل موتِهِ المبكِّر في سنة 1476 كتابُ *Theoricae Novae Planetarum* لپورباك؛ وقد أُعيدتْ طباعتُه نحوًا من ستين مرةً لغاية القرن السابع عشر. ونَشَرَ رغيومونتانوس أيضًا كتابَه *Ephemerides*، الذي يُعَدُّ أوَّلَ جداولَ كوكبيةٍ تُطبَع، يحدِّد فيها مواقعَ الأجرام السماوية على حسب الأيام من سنة 1475 وحتى سنة 1506. ويقال إن كولومبوس اصطحب معه كتاب *Ephemerides* في رحلته الرابعة والأخيرة إلى العالَم الجديد، وأنه استَعمل التنبُّؤ الذي وَرَدَ فيه عن خسوفٍ للقمر في 29 شباط/فبراير 1504 لتخويف سكان جامايكا العدوانيِّين وحَمْلِهم على الطاعة.

يُعَدُّ كتابُ *De Triangulis Omnimodis* أهمَّ كُتُب رغيومونتانوس في الرياضيّات، وفيه طريقةٌ منهجيَّةٌ لتحليل المثلثات، وقد وَصَفَ هذا الكتابَ مع كتابِ *Tabulae Directionum* مؤرِّخٌ رياضيٌّ حديثٌ فقال: إنهما "ولادةٌ جديدةٌ لعلم حساب المثلثات."[288]

(288) Boyer, *A History of Mathematics*, p. 308.

تضمَّنت مؤلَّفاتُ رغيومونتانوس الفلكيةُ إتمامَ كتاب *Epitome of Ptolemy's Almagest* لپورباك، الذي أهداه إلى بِساريون، ربما لأهميته في توكيد الطرائق الرياضية التي غابت عن المصنَّفات الأخرى في علم الفلك الأوليّ. ويُذكَر أن كوپرنيكوس اطَّلعَ على الكتاب أيام كان طالبًا في مدينة بولونيا، واستحسن منه مقترحَيْن على الأقل أثَّرا فيه أيَّما تأثير عندما صاغَ نظريته الكوكبية. ويرجَّح أن هذين المقترحَين يعودان إلى عالِم فلكٍ عربيٍّ من القرن الخامس عشر اسمه علي القوشجي، وأنهما ربما وَصَلا إلى رغيومونتانوس عن طريق بِساريون. فإن كان ذلك كذلك، فإن من شأنه أن يضع بِساريون ورغيومونتانوس على السلسلة الطويلة التي تبدأ بأريستارخوس (من ساموس) إلى كوپرنيكوس، مرورًا بعلماء العصور الوسطى من العرب واللاتينين، وصولاً إلى بزوغ فجر عصر النهضة.

13

دوران الكرات السماوية

قُبَيْل عيد ميلاد سنة 1499 أعلنَ البابا ألكسندر السادس أن السنةَ التاليةَ ستكون يوبيلاً Jubilee (أو سنةً مقدَّسة)، وفيها يُمنَحُ غُفرانٌ خاصٌّ لجميع الحُجَّاج الذين يَحجُّون إلى روما ويَزورون الكنائسَ الأربع الرئيسية فيها، بدءًا من كنيسة القديس بطرس، التي تُفَتَّحُ أبوابُها ليلَ نهار طوال ذلك الوقت. استمرَّت الاحتفالاتُ طوال تلك السنة، وفي عيد الفصح غُصَّت باحةُ كنيسة القديس بطرس بنحو 200,000 حاجٍّ طلبًا لمباركة البابا. وانطلقَ صوتُ الراهبِ الورِع بطرس دلفينوس قائلاً: "الحمد لله الذي أكْرَمَنا بالمجيء إلى هنا بهذه الجموع الحاشدة شاهدين بالإيمان."[289] ودوَّن الوزيرُ البابوي سيجيسموندو دي كونتي في سجلِّه التاريخي: "لقد كان العالَم كلُّه في روما."[290]

كان من بين هؤلاء الحُجَّاج الشابُّ نيكولاس كوپرنيكوس، الذي قَدِمَ إلى روما قُبَيْل عيد الفصح وبقي فيها سنةً كاملة، ألقى خلالها محاضراتٍ في علم الفلك والرياضيّات. وكانت النهضةُ الإيطاليةُ وقتَها في أوجها، وكان كوپرنيكوس في روما وهي في قمَّة مجدها، قبل أن يعود إلى موطنه الذي وَصَفَهُ بأنه "الركن القصيّ من العالَم،"[291] حيث پروسيا فيما مضى، وشمال پولندا اليوم.

وُلِدَ كوپرنيكوس في 19 شباط/فبراير 1473 في تورون، وهي مدينةٌ تقع

(289) Pastor, The History of the Popes, vol. 6, p. 149.

(290) Pastor, The History of the Popes, vol. 6, p. 149.

(291) Copernicus, *ORHS*, Preface, p.5.

على نهر ڤيستولا على بُعد 110 أميال من وارسو. كان اسْمُهُ الأصليُّ نيكلاس كوپرنيك، فحوَّله إلى الاسم اللاتيني نيكولاس كوپرنيكوس بعد التحاقه بالجامعة. وكوپرنيكوس أصغرُ أربعة أولادٍ لتاجرٍ موسر، أخوه: أندرياس، وأختاه: باربارا وكاثرينا. توفي والدُهم في سنة 1483، ومنذئذٍ تبنَّى هؤلاء الأولاد خالُهم لوقا واتزنرود، وهو قسٌّ كان قد دَرَسَ في جامعات كراكاو وكولون وبولونيا.

وفي سنة 1489 أصبح لوقا أسقف مقاطعة إرملاند، وتُعرَف أيضًا باسم ڤارميا، وهي إحدى أربع مقاطعات قُسِّمت إليها پروسيا آنذاك. وكان قصْرُ الأسقف في هيلزبرغ (ليدزبرك ورمينسكي)، التي تقع على مسافة 140 ميلاً شمال شرق تورون، على حين كانت كاتدرائية الأسقفية (فراونبرغ) على شاطئ الهَوْر الطويل شرق دانزيغ (غْدانْسك). بقي نيكولاس وأخوه أندرياس مع خالهما لوقا في قصره في هيلزبرغ، وأما بربارة فالتحقت بأحد الأديرة، وتزوَّجتْ ماريا من تاجرٍ في كراكاو.

وفي خريف سنة 1491 أرسَلَ لوقا كلاًّ من نيكولاس وأندرياس إلى جامعة كراكاو، والتحقا بكلِّية الفنون. وبقيا فيها ثلاث سنوات أو أربع، ثم غادراها دون أن يُحَصِّلا أيَّ درجةٍ علمية. غير أنه عُلِمَ أن نيكولاس اتَّبع خلال تلك المدة دوراتٍ في الرياضيّات والفلك والتنجيم والجغرافيا، واشتملت مطالعاتُه على أعمال: شيشرون، ويرجل [(70ـ19ق.م) كبير شعراء الرومان، أشهر آثاره ملحمة الإنيادة]، وأوڤيد، وسينيكا [(نحو 4 ق.م ـ 65 م) خطيب وزعيم سياسي روماني].

كان الفلكيُّ البولنديُّ الشهير ألبرت برودزوسكي يحاضر في جامعة كراكاو في ذلك الوقت؛ ومن المؤكَّد أن نيكولاس قرأ كُتُبَه، مع أنه ليس ثمة ما يدُلُّ على أنهما التقيا. وكان برودزوسكي قد نَشَرَ تعليقًا على نظرية پورباك الكوكبية، عَرَضَ فيه نظريَّتَه التي تقول بأن المدارات السماوية ليست كراتٍ بل دوائر. واستَعمل برودزوسكي كذلك نموذجًا رياضيًّا مشابهًا للنموذج الذي استعمله الفلكيَّان العربيَّان: نصير الدين الطوسي وابن الشاطر، يماثِلُ النموذجَ الذي استعمله كوپرنيكوس فيما بعدُ في نظريته الشمسية المركز.

تضمَّنت الكتبُ التعليميةُ التي دَرَسَها كوپرنيكوس في دورات الرياضيّات والفلك والتنجيم التي اتَّبَعَها أعمالاً لأقليدس وبطليموس وساكروبوسكو وپورباك ورغيومونتانوس. وكانت آثارُ عددٍ من الفلكيين العرب متاحةً في كراكاو في ذلك الوقت، ومنها كُتُب ما شاء الله والفرغاني والكندي وثابت بن قرَّة وجابر بن أفلح. واشترى كوپرنيكوس كذلك عددًا من الكتب من مكتبة جوهان هَلَر في كراكاو، منها *Alphonsine Tables* و*Tabulae Directionum* لرغيومونتانوس، جَمَعَها في مصنَّفٍ واحدٍ مع أجزاء من كتاب پورباك *Tables of Eclipses* وجداول خطوط العرض الكوكبية.

غادر نيكولاس وأخوه أندرياس مدينةَ كراكاو في أوائل سنة 1496 ليعيشا مع خالهما لوقا في قصر الأسقف في هيلزبرغ. فرشَّحَهما خالُهما لمنصب قانونيٍّ [قسيسٍ من هيئة كُهَّان الكاتدرائية] في كاتدرائية فراونبرغ، لكنَّ مساعيَهُ لم تفلحْ بادئ الأمر. بيد أن نيكولاس عُيِّن قسيسًا في سنة 1497، وانتُخِبُ أندرياس في سنة 1499. وكان انتخابُهما غيابيًّا، لأن نيكولاس كان قد غادرَ في خريف 1496 إلى جامعة بولونيا للدراسة فيها؛ والتحقَ أندرياس بأخيه بعد سنتين. وكانا معًا في كلية الحقوق، وسُجِّلا في عداد الطلاب الألمان الذين كانوا يكوِّنون الغالبيةَ العظمى من الطلاب الأجانب في جامعة بولونيا.

يبدو أن الأخوَيْن نَزَلا ضَيْفَيْن في منْزل دومينيكو ماريا النواري (1454ـ1504) من فِرَّارة، وهو أستاذ علم الفلك في الجامعة. وسرعان ما أدرك نيكولاس أنه "ليس طالبًا نظاميًّا بقدر ما هو مساعد وشاهِد على أرصاد العالِم دومينيكو ماريا،"[292] وذلك حسبما نَقَلَه صديقُه رتيكوس فيما بعد عن كوپرنيكوس. وكان من بين الأرصاد التي شَهِدَها مع أستاذِهِ في جامعة بولونيا خسوفٌ قمريٌّ لنجم الدَّبَران [نجمٌ شديد السطوع، ضاربٌ إلى الحمرة، من نجوم كوكبة الثور. يُعَدُّ من النجوم العملاقة]، الذي يقول عنه كوپرنيكوس إنهما رَصَداه بعد غروب الشمس في اليوم السابع قبل عَيْدَس آذار/مارس [Ides of March

(292) Rosen, Narratio Prima, in Rosen, TCT, p. 111.

اليوم الخامس عشر من آذار/مارس في التقويم الروماني القديم]، في سنة 1497 لميلاد المسيح[293].

نال كوپرنيكوس درجة الماجستير في الحقوق من جامعة بولونيا في سنة 1499، سافرَ بعدها إلى روما وأمضى فيها سنة. ووفقًا لما ذَكَره رتيكوس، كان كوپرنيكوس في أثناء وجوده في روما "يحاضِر في الرياضيّات أمام عددٍ كبير من الطلاب وحشدٍ من الحضور والمختصين في هذا الفرع من المعرفة."[294] ورَصَد أيضًا خسوفَ القمر في روما بتاريخ 6 تشرين الثاني/نوفمبر 1500. وقارَنَ هذا الخسوفَ بخسوفٍ كان بطليموس قد رَصَدَه في الإسكندرية في "السنة التاسعةَ عشرةَ من عهد هادْريان[295] (136-137 م)، وكان غَرَضُه من ذلك "تحديد مواقع حركة القمر بالنسبة إلى بدايات سنوات التقويم الثابتة."[296]

عادَ نيكولاس وأندرياس إلى بولندا في أيار/مايو 1501. وفي 27 تموز/يوليو من السنة نفسِها قدَّما التماسًا إلى المسؤولين في مَجْمَعِ كاتدرائيتهما في فراونبرغ طَلَبَا فيه تمديدَ إجازتهما سنتَيْن ليتمكنا من إتمام دراستهما في إيطاليا. فوافق المَجْمَعُ على الطلب، وغادرا فراونبرغ إلى إيطاليا في شهر آب/أغسطس؛ أما أندرياس فليُتِمَّ تحصيلَه في القانون الكنسي في جامعة بولونيا، وأما نيكولاس فليَدْرُس الطبَّ في جامعة پادُوْوَا.

سُجِّل نيكولاس في جامعة پادُوْوَا في خريف 1501، لَيْدرس الحقوق إضافةً إلى الطبّ. لكنه قَطَعَ دراسته في پادُوْوَا بعد سنتَّيْن ليسجِّل في جامعة فِرَّارة، وهناك - وبتاريخ 31 أيار/مايو 1503 - نالَ درجةَ الدكتوراه في القانون الكنسي. وعادَ إلى پادُوْوَا ليتابع دراسته في الطبّ، غير أنه غادرها سنة 1505 دون أن يَحْصُل على شهادةٍ علمية.

وبعد عودة كوپرنيكوس من إيطاليا التحق بخاله لوقا في قصر هيلزبرغ،

(293) Copernicus, *ORHS*, IV, 27, p. 249.
(294) Rosen, *Narratio Prima*, in Rosen, TCT, p. 111.
(295) Copernicus, *ORHS*, IV, 14, p. 224.
(296) Copernicus, *ORHS*, IV, 27, p. 223.

وهو مكان الإقامة الرسمي لأساقفة إرملاند. وعلى مدى السنوات الستِّ التالية عَمِلَ كوپرنيكوس طبيبًا شخصيًّا وسكرتيرًا لخاله. كذلك قام بتمثيل إرملاند في المجالس التشريعية البولندية (أو البرلمانات)، وبمهماتٍ دبلوماسية لملك بولندا في كراكاو. وفي أوائل سنة 1512 صَحِبَ خالَه إلى كراكاو لحضور حفل زفاف الملك سيجيسموند وتتويج عروسه. وفي طريق العودة توفي الأسقف لوقا في تورون، في 29 آذار/مارس 1512، وأُعيد جثمانُه إلى فراونبرغ ودُفِنَ في الكاتدرائية.

غادرَ كوپرنيكوس قصر هيلزبرغ بعد وفاة خاله، وعادَ إلى فراونبرغ، وفيها استأنف أعمالَه بصفته قانونيًّا [من هيئة كُهَّان الكاتدرائية]. وكانت شقَّتُه السكنيَّةُ هناك في الزاوية الشَّمالية الشرقية للجدار المحيط بفناء الكاتدرائية، في برجٍ صغيرٍ ما زال يدعى برج كوپرنيكوس، كان بمنْزلة مرصدٍ له أيضًا. وكان الرَّصدُ الأوَّل الذي سجَّله من هناك في 5 حزيران/يونيو 1512، عندما لاحظَ أن كوكبَ المِرِّيخ في وضعيةِ التقابل opposition ـ أي إنه أشرق وقتَ غروب الشمس، وغَرَبَ وقتَ شروقها، لأنه مقابلٌ للشمس تمامًا في قبة السماء. فكان ذلك أولَ رصدٍ من بين ما لا يقلُّ عن خمسٍ وعشرين رصدًا أجراها كوپرنيكوس في فراونبرغ، حيث طوَّر أيضًا طرائقه الرياضية التي استعملها في نظريته الفلكية الجديدة.

في هذا الوقت تقريبًا بدأ كوپرنيكوس بتأليف كتابٍ عنوانُه *Nicolai Copernici de Hypothesibus Motuum Caelestium a Se Constitutis Commentariolus* (نيكولاس كوپرنيكوس، وصْفٌ موجزٌ لفرضياته في الحركات السماوية). وأصبح يُعرَف باسم *Commentariolus*، أو التعليق الوجيز، وهو أول لفتةٍ إلى نظرية كوپرنيكوس الفلكية الجديدة التي كان يعكف على تطويرها. ووزَّع نسخًا من هذه الرسالة المختصرة إلى بعض أصدقائه، لكنه لم يطبعها قطُّ على شكل كتاب. لم يَبْقَ من هذه النُّسَخ سوى مخطوطتَيْن، نُشِرتْ إحداهما أولَ مرةٍ في ڤيينا سنة 1878. وأما أقدمُ إشارةٍ إلى التعليق الوجيز، فهي ملاحظةٌ أوردَها ماثياس الميكاويّ، الأستاذ في كراكاو، في أيار/مايو 1514، إذ كَتَبَ يقول إن في مكتبته "مخطوطةً تشتمل على ستِّ ورقات، فيها شرحٌ لنظريةٍ يَجزم مؤلِّفها على

أن الأرض تتحرَّك وأن الشمس ثابتةٌ في مكانها." [297] لم يَتمكَّن ماثياس من تحديد هُويَّة المؤلِّف، لأن كوپرنيكوس - بِحَذَرِهِ المعهود - لم يُثْبِت اسْمَهُ على المخطوطة، خشية أن يُنتَقَدَ وأن يُسْخَرَ من آرائه الانقلابية، كما أقرَّ بذلك فيما بعدُ. غير أنه ما من شكٍّ في أن المخطوطة هي لكوپرنيكوس، وذلك لأن المؤلِّف وضع تعليقًا في الحاشية يقول فيها: لقد قَصَرتُ جميع حساباتِي "على دوائر الطول لمدينة كراكاو، بسبب.... فراونبرغ.... حيث أَجْريتُ معظم أرصادي.... على خطِّ الطول هذا، حسبما استنتجتُ من رصْدِ خسوف القمر وكسوف الشمس من هذين المكانَيْن في الوقت نفسه." [298]

تُناقِش مقدِّمةُ *Commentariolus* نظرياتِ الفلكيين اليونانيين المتعلِّقةَ "بالحركة الظاهرية للكواكب،" [299] وتشير إلى أن نظرية يودوكسس في الكرات المتحدة المركز "غير قادرةٍ على تفسير جميع الحركات الكوكبية"، وأنه قد حلَّ محلَّها نظرية بطليموس في "الكرات اللامتراكزة وأفلاك التدوير، ذلك النظام الذي قَبِلَهُ معظمُ العلماء في نهاية المطاف." على أن كوپرنيكوس اعترضَ على استعمال بطليموس لنقطة التعادل، التي قادتْه إلى التفكير في صَوْغ نظريته الكوكبية، "التي تتحرَّك بموجبها جميعُ الأشياء بحركةٍ منتظمةٍ حول مركزها الحقيقي، كما يقتضي قانون الحركة المجردة." [300]

ومضى كوپرنيكوس يقول إنه بعد أن شَرَعَ في حلِّ "هذه المسألة الصعبة جدًّا، والتي تكاد تكون عصيَّةً على الحل"، توصَّل في آخر الأمر إلى حلٍّ يشتمل على "تراكيبَ قليلةِ العدد وأبسط بكثيرٍ من التراكيب المستعمَلة سابقًا"، ونَصَّ على سبعة افتراضاتٍ محدَّدة.

هذه الافتراضات هي: (1) لا يوجد مركزٌ وحيدٌ لجميع الدوائر، أو الكرات السماوية؛ (2) الأرض ليست مركزَ الكون، وإنما هي مركزٌ لثقالتها وللقمر؛

(297) Gassendi, *The life of Copernicus*, p. 140.
(298) Rosen, "Nicolas Copernicus," *DSB*, 3, p. 402.
(299) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, p. 57.
(300) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, pp. 57-58.

(3) الشمس هي المركزُ للكون ولجميع الكرات الكوكبية؛ (4) نصف قطر الأرض لا يُعْتَدُّ به مقارنةً ببعدها عن الشمس، والذي بدوره "ضئيلٌ جدًّا مقارنةً بارتفاع قبَّة السماء"[301] (5) الحركة اليومية الظاهرية للنجوم ناشئةٌ عن دوران الأرض حول محورها؛ (6) الحركة اليومية للشمس ناجمةٌ عن اتحاد تأثير دوران الأرض حول نفسها ودورانها حول الشمس؛ (7) "الحركة الظاهرية الطردية والتراجعية للكواكب لا تنشأ من حركتها، بل من حركة الأرض."[302] ثم خَلَصَ إلى أن "حركة الأرض وحدها تكفي إذن لتفسير التباينات الكثيرة في السماء."[303]

وتابَع كوپرنيكوس يَصِفُ "ترتيب الكرات" في نظامه الشمسيِّ المركز، الذي يزداد فيه زمن دوران الجرم دورةً واحدةً مع نصف قطر مداره. قال:

> إن الكراتِ السماويةَ مرتبةٌ كما يلي: الكرةُ العليا هي الكرةُ الراسخة للنجوم الثابتة، وهي التي تحتوي جميع الأشياء وفيها مواضع لكلٍّ منها. يتلوها زُحَل، يَليه المشتري، ثم المِرِّيخ. وتحت المِرِّيخ الكرةُ [أي الأرض] التي ندور فيها، ثم الزُّهَرة؛ وآخرها عطارد. ويدور القمر حول مركز الأرض ويتحرَّك مع الأرض مثل فلك التدوير. وبالترتيب نفسه أيضًا تزيد سرعةُ دوران كوكبٍ ما على غيره تبعًا لكبر دائرته أو صغرها. وهكذا فإن زُحَل يُتِمُّ دورته في ثلاثين سنة، والمشتري في اثنتي عشرة سنة، والمِرِّيخ في سنتَيْن ونصف السنة، والأرض في سنة واحدة، والزُّهَرَة في تسعة أشهر، وعطارد في ثلاثة[304].

استَعمل كوپرنيكوس نظامَ أفلاك التدوير نفسَه الذي استعمله بطليموس وجميعُ خالفيه في النموذج الأرضيِّ المركز [أي الذي يتَّخذ الأرضَ مركزًا

(301) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, p. 58.
(302) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, p. 59.
(303) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, p. 58.
(304) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, pp. 59-60.

للكون]. وخَتَمَ مؤلَّفَه *Commentariolus* باختصارِ عددِ الدوائر (يعني الدوائر الأوليَّة) وعددِ أفلاك التدوير (الدوائر الثانوية) اللازمة لوصف جميع الحركات السماوية في نظامه الشمسيِّ المركز [أي الذي يتَّخذ من الشمس مركزًا للكون]، فقال: "وهكذا يجري عطارد على سبع دوائر؛ والزُّهَرة على خمس دوائر؛ والأرض على ثلاث دوائر، والقمر حولها على أربع؛ وأخيرًا المريخ والمشتري وزحل على خمس دوائر لكلٍّ منها. وبذلك يصبح المجموع أربعًا وثلاثين دائرة، وهي كافيةٌ لتفسير البنية الكاملة للكون والحركة الكاملة للكواكب." (305)

في صيف سنة 1533 جاءت الإشارةُ الأولى إلى أن نظريات كوپرنيكوس الجديدة وصلت إلى روما، وذلك عندما ألقى الوزير البابوي جوهان ويدمانشتات محاضرةً عنوانُها (شرحٌ لرأي كوپرنيكوس في حركة الأرض) في حضرة البابا كليمَنْت السابع وجماعةٍ ضمَّت كاردينالَيْن وأسقفًا. وبعد وفاة البابا كليمَنْت، في 25 أيلول/سبتمبر 1534، انخرط ويدمانشتات في خدمة الكاردينال نيكولاس شونْبِرغ، الذي سمع بلا ريب بكوپرنيكوس قبل سنوات، بصفته سفيرًا بابويًّا في پروسيا وبولندا. وفي الأول من تشرين الثاني/نوفمبر 1536 كتبَ شونْبِرغ رسالةً إلى كوپرنيكوس ـ ربما يكون ويدمانشتات هو الذي كتبَ مسوَّدتَها ـ يحثُّه فيها على أن ينشر كتابًا في نظريته الكونية الجديدة، وأن يبعث إليه نسخةً منه.

ومع كلِّ هذا التشجيع، لَم يتحرَّكْ كوپرنيكوس لنشر بحوثه، غير أن موقفَه تَغيَّر في ربيع 1539، عندما زاره ـ على غير توقُّع ـ شابٌّ من العلماء الألمان هو جيورج جواشيم ڤان لاوشن، الذي كان يسمِّي نفسه رتيكوس (1514ـ1574). ومع أنه لم يتجاوز الخامسة والعشرين من عمره، فقد كان أستاذًا سابقًا للرياضيّات في جامعة ويتنبرغ البروتستانتية. أبدى رتيكوس اهتمامًا بالغًا بنظريات كوپرنيكوس الجديدة في الكون؛ فأحْسَنَ كوپرنيكوس وِفادته، وسَمَحَ له بدراسة المخطوطة التي كتبها في شرح نظرياته. وفي غضون الأسابيع العشرة التالية دَرَسَ رتيكوس مع كوپرنيكوس المخطوطة، ثم اختصراها

(305) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, p. 90.

في رسالةٍ عنوانُها *Narratio Prima* (القصة الأولى)، قَصَدا منها أن تكون مقدمةً للنظرية الكوپرنيكية. وقد كُتبت على هيئة رسالةٍ من رتيكوس إلى جوهان شونَر، الذي كان رتيكوس يَدْرُس تحت إشرافه في ويتنبرغ. نُشِرَت القصةُ الأولى في دانزيغ سنة 1540 بموافقةٍ من كوپرنيكوس، الذي وَصَفَه رتيكوس بأنه "أستاذي"[306] وذلك في القسم التمهيدي الذي شرح فيه نطاقَ الكونيَّات الكوپرنيكية.

وبعدها راح رتيكوس يبحث في كلِّ فصلٍ من فصول الكتاب بالتفصيل، مضيفًا إليها تنبؤاته التنجيمية بعد وَصْفِهِ النظريةَ الكوپرنيكية في فصل "لامركزية الشمس والحركة في نقطة الأوج الشمسي." واعتقد رتيكوس أن تاريخ العالَم يَتَّبع الدورةَ نفسَها التي يتَّبعها المدار اللامركزي للشمس (المرصود من الأرض)، وأن اكتمال الدورة التالية سوف يتوافق مع سقوط الدين الإسلامي، يليه - على حدِّ قوله -: "مجيء يسوعنا المسيح عندما يصل مركز الدوائر اللامتراكزة إلى القيمة المتوسطة الحدِّية الأخرى، لأنها كانت الموضع الذي جرى فيه خَلْق العالَم."[307]

لم يَذكر رتيكوس النظريةَ الشمسيةَ المركز إلَّا بعد مقطعٍ عنوانُه "اعتبارات عامة تتعلَّق بحركات القمر، مع الفرضيات القمرية الجديدة"، يقول فيه إن النموذجَ الجديد يفسِّر الحركةَ التراجعيةَ للكواكب "باعتبار أن الشمس تحتلُّ مركز الكون، على حين تدور الأرضُ بدلاً من الشمس على الدوائر اللامتراكزة."[308]

لاقتْ رسالةُ *Narratio Prima* رواجًا كبيرًا، بدليل أن الطبعة الثانية طُبعت في بال [مدينة في سويسرا تقع على نهر الراين] في السنة التالية. لكنَّ كوپرنيكوس بقي مترددًا في نشْر مخطوطته، فأرسلها بغية حفظها إلى صديقه القديم تيدمان غيس أسقف مدينة كَلْم. وأخيرًا، وفي خريف سنة 1541، سَمَحَ كوپرنيكوس لـ غيس بأن يرسل المخطوطة إلى رتيكوس، الذي دَفَعَها بدوره إلى مطبعة جوهانز بتريوس في نورمبورغ لطباعتها ونشرها. وكان العنوان المختار

(306) Rosen, *Narratio Prima*, in Rosen, *TCT*, p. 109.

(307) Rosen, *Narratio Prima*, in Rosen, *TCT*, p. 122.

(308) Rosen, *Narratio Prima*, in Rosen, *TCT*, pp. 135-36.

لهذا الكتاب *De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI* (ستَّةُ أسفارٍ في دوران الكرات السماوية). وقد نشأ هذه العنوان من حقيقة أن كوپرنيكوس كان يعتقد أن الأجرام السماوية مُضَمَّنة في الكرات البلّورية نفسها ـ أو بالأحرى الأغلفة الكروية ـ كتلك التي اقترحَها أرسطو بدايةً، علمًا بأنه افترض أنها تدور حول الشمس لا حول الأرض.

في أواخر السنة التالية أُصيبَ كوپرنيكوس بسلسلةٍ من الجُلطات الدماغية أدَّت إلى شلله شللاً جزئيًّا، أدرك معه أصدقاؤه ومحبُّوه أن نهايته قد أَزِفَت. فكتبَ تيدمان غيس إلى جورج دونر، وهو أحد الكهنة الكاثوليك في فراونبرغ، في 8 كانون الأول/ديسمبر 1542، يطلب إليه أن يُعنَى بكوپرنيكوس في مرض موته. كتَبَ يقول: "أنا أعلم أن كوپرنيكوس يَعُدُّكَ دومًا مِن خُلَّص أصدقائه. لذا فأنا أتوسَّل إذا كانت حالةُ هذا الرجل ـ الذي نُكِنُّ له (أنا وأنتَ) كلَّ الحب ـ تتطلَّب الوقوفَ إلى جانبه والعنايةَ به، أن نقدِّم له مساعدةً أخويَّةً في هذا الكرب الذي هو فيه، لكي لا نَظْهر جاحدَيْن لصديقٍ يَستأهل بحقٍّ كلَّ محبةٍ وعرفانٍ بالجميل." (309)

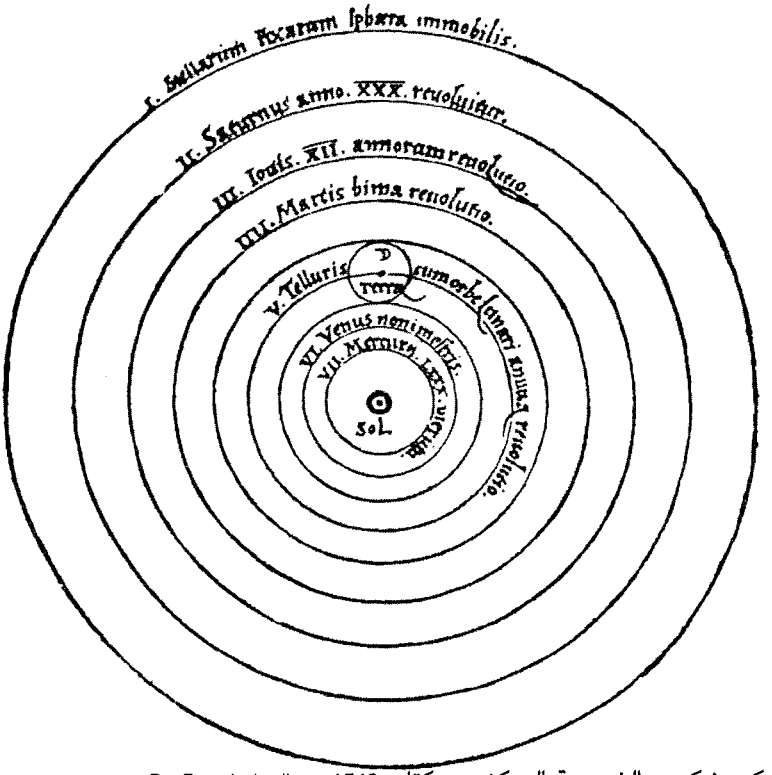
في تلك الأثناء استأذن رتيكوس بالتغيُّب عن جامعة ويتنبرغ في أيار/مايو 1542 ليتسنَّى له الإشراف على طباعة كتاب *De Revolutionibus* في نورمبورغ. وبعد خمسة أشهر غادر نورمبورغ ليشغَلَ منصبًا في جامعة لَيْپتزيغ، تاركًا مسؤولية طباعة الكتاب على عاتق أندرياس أوسياندر، وهو كاهنٌ لوثريٌّ محليّ. فتولَّى أوسياندر تلك المهمَّة، وأضاف إلى الكتاب مقدمةً غُفْلاً من اسم صاحبها بعنوان: (إلى القارئ)، كانت هي السببَ في إثارة جدلٍ واسعٍ حول نظرية كوپرنيكوس.

وأخيرًا خَرَجَ كتاب *De Revolutionibus* من المطبعة في ربيع سنة 1543، مع وَصْفِ الناشر لمحتوياته، ربما كان أوسياندر هو الذي كَتَبَه أيضًا، وطُبِع تحت العنوان مباشرةً: "بين يديك أيها القارئُ المُجِدّ كتابٌ حديثٌ في حركة النجوم الثوابت والكواكب، هو خلاصةُ أرصادٍ قديمةٍ وحديثة، ومزوَّدٌ بفرضياتٍ

(309) Armitage, Sun, Stand Thou Still, p. 126.

جديدةٍ ومدهشة. وتجد فيه أيضًا جداولَ تمكِّنك ـ بسهولة ـ من حساب مواقع الكواكب لأيِّ وقتٍ من الأوقات. فلا تتأخَّر في اقتنائه وقراءته والانتفاع به."[310]

أُرسلت النسخةُ المطبوعةُ الأولى من كتاب *De Revolutionibus* إلى كوپرنيكوس، غير أنها لم تصل إليه إلَّا قبل بضع ساعاتٍ من وفاته، في 24 أيار/مايو 1543. وبَعَثَ تيدمان غيس برسالةٍ إلى رتيكوس يصِفُ فيها الأيام الأخيرةَ لكوپرنيكوس، قال فيها: "لقد فَقَدَ ذاكرته وقواه العقلية، ورُدَّ إلى أرذل العمر قبل أيامٍ عديدة؛ وأبصَرَ كتابَه المكتمل وهو في الرَّمَق الأخير في اليوم الذي توفي فيه."[311]



نظرية كوپرنيكوس الشمسية المركز، من كتاب De Revolutionibus, 1543.

(310) Gingerich, *The Book Nobody Read*, p. 20.

(311) Armitage, *Sun, Stand Thou Still*, p. 127.

يُذكَر أن مقدمة كتاب كوپرنيكوس، التي كَتَبَها أوسياندر، موجَّهةٌ "إلى القارئ، وتتناول الفرضيات التي يطرحها هذا العمل." ووَصَفَتِ الكتابَ بأنه أُعِدَّ ليكون أداةً رياضيةً للحساب، لا مجرَّد وصفٍ حقيقيٍّ للطبيعة. وترمي المقدمةُ إلى تفنيد الانتقاد الموجَّه إلى النظرية الشمسية المركز للكون، من أولئك الذين يعتقدون أن هذا الكتابَ يتعارض مع الإنجيل، ولا سيّما فقرة سِفْر يَشُوع [السِّفْر السادس من أسفار العهد القديم. يروي قصة دخول العبرانيين فلسطين وأخبار يشوع بن نون الأسطورية، ومنها أنه أمَرَ الشمسَ أن تَقِفَ حتى ينتقمَ من أعدائه] التي تقول: "فوَقَفَتِ الشمسُ في كبد السماء ولَم تَعْجَلْ للغروب نحوَ يومٍ كامل."[312] وقال مارتن لوثر [(1483-1546) راهب ألماني. زعيم حركة الإصلاح البروتستانتي في ألمانيا. تَرجَمَ الكتابَ المقدَّس إلى الألمانية الدارجة] في إشارةٍ إلى نظرية كوپرنيكوس: "لقد أصغى الناس إلى منجِّمٍ مُدَّعٍ مَغرور حاول جاهدًا أن يُبيِّن أن الأرضَ هي التي تدور، وليست السماء والشمس والقمر. وأراد هذا الأحمقُ أن يَقْلِبَ عِلْمَ الفلك برمَّته رأسًا على عقب، ولكنَّ الكتابَ المقدَّسَ أخبرنا بأن يشوع أَمَرَ الشمسَ بالوقوف، ولم يأمر الأرضَ بالوقوف."[313] وقد كان كوپرنيكوس نفسُه قَلِقًا بشأن مثل هذه الانتقادات، آيةُ ذلك عبارةٌ أوردَها في فاتحةِ كتابِهِ *De Revolutionibus* الذي أهداه إلى البابا بولس الثالث يقول فيها: "أعتقد، أيها الأب الأقدس، أنه حالما يَكتشف الناسُ أنني، فيما أَلَّفتُ من كُتُبٍ عن دوران الكرات السماوية، عَزَوْتُ حركاتٍ معيَّنةً إلى الكرة الأرضية، فإنهم سيطلقون في الحال صيحات استهزاءٍ بي واستهجانٍ لآرائي."[314]

تتضمَّن الفصولُ الثمانيةُ الأولى من السِّفر الأول لكتاب *De Revolutionibus* وصفًا مبسَّطًا جدًّا للنظرية الكونية الكوپرنيكية وأساسِها الفلسفيّ. بدأ كوپرنيكوس بسردِ الحجج والبراهين المتعلِّقة بالطبيعة الكروية للكون، وكروية الأرض والقمر والشمس والكواكب، والحركة الدائرية المنتظمة

(312) Joshua 10:12-14.

(313) Kuhn, *The Copernican Revolution*, p. 191.

(314) Copernicus, *ORHS*, p. 2.

للكواكب حول الشمس. وبيَّن كيف أن دَوَمان الأرض حول محورها مع دورانها حول الشمس، يمكن أن يفسِّر بسهولةٍ الحركاتِ المرصودةَ للأجرام السماوية. وأوضَحَ أن غيابَ اختلاف المنظر النجميّ [stellar parallax تغيُّرٌ ظاهريٌّ في موقع النجم المنظور بسببٍ من التغيُّر أو الاختلاف في مكان الناظر] يَعود إلى أن نصف قطر مدار الأرض مُهْمَلٌ مقارنةً ببُعد النجوم الثابتة. ثم دَحَضَ جميعَ الحجج، القائمة على أساسٍ مادي، المعارضة لحركة الأرض، مستعمِلاً في معظم الحالات التعليلات التي وضعها نيكولاس كوزا.

أما الفصل التاسع، فيَحْمل العنوان: "هل يمكن عزو الحركات إلى الأرض، واعتبارُها مركزَ العالَم". في هذا الفصل تخلَّى كوپرنيكوس عن المبدأ الأرسطي القائل بأن الأرض هي المصدر الوحيد للثقالة، وخطا ـ بدلاً من ذلك ـ خطوةً باتجاه نظرية نيوتن للثقالة الكونية، فكَتَبَ يقول: "أنا نفسي أعتقد أن الثقالةَ أو الجاذبية ليست سوى أُلفةٍ طبيعيةٍ غَرَسَتْها العنايةُ الإلهية في أجزاء المادة، ليتَّحد بعضُها ببعض في كلٍّ متكامل، وتخرج في صورة كرة."[315]

وأما الفصل العاشر، فعنوانُه: "في ترتيب دوائر المدارات السماوية". هنا يُزيل كوپرنيكوس الغموضَ الذي يكتنف كوكبَي عطارد والزُّهَرَة، اللذين وُضِعَا في نموذج بطليموس "فوق" الشمس حينًا، و"تحتها" حينًا آخر. على حين أن نظام كوپرنيكوس يجعل عطارد الكوكبَ الأقربَ إلى الشمس، يليه الزُّهَرَة فالأرض فالمِرِّيخ فالمشتري فزُحَل، يحيط بها كرةُ النجوم الثابتة، ويدور القمرُ حول الأرض. وهذا النموذج أبسطُ من نموذج بطليموس وأكثرُ تناسقًا، وذلك لأن جميعَ الكواكب تدور باتجاهٍ واحد، بسرعاتٍ تتناقص كلما قلَّ البعد عن الشمس، التي تتبوَّأ مركزَ الكون.

> في مركز جميع الأجرام السماوية تَجثم الشمسُ. ومَنْ ذا الذي يمكنه وضْعُ مصباح المعبد الدُّرِّي البديع في موضعٍ خيرٍ من مكانٍ مشرفٍ يمكن أن تعمَّ فيوضُ الضياء منه أرجاءَ كلِّ شيء

(315) Copernicus, *ORHS*, pp. 19-20.

في وقتٍ واحد؟ وواقع الأمر أن بعضَ الناس يَروقُهُ أن يُسمِّيَها بالمشكاة، وبعضهم بالعقل، وبعضهم برُبَّان العالَم.... وهكذا فإن الشمسَ تتربَّع في السماء على عرشٍ مَلَكيّ، تدير شؤون عائلة النجوم التي تدور من حولِها[316].

يتناول الفصل الحادي عشر "وصْف الحركة الثلاثية للأرض"، في حين تبحث الفصولُ الثلاثةُ المتبقية من السِّفر الأول، في تطبيقات الهندسة المستوية والكروية وحساب المثلثات على مسائل في علم الفلك. ويشير كوپرنيكوس إلى ثلاثة أنواعٍ لحركة الأرض هي: دورانُها حول محورها، ودورانُها حول الشمس، وحركةٌ ثالثةٌ مخروطيةٌ للإبقاء على محور الأرض بالاتجاه نفسه في أثناء دوران الكرة البلَّورية التي تحتويه دورتَها السنوية. وتختلف مدَّةُ هذه الحركة الثالثة المفترَضة قليلاً عن الوقت الذي تستغرقه الأرضُ في دورانها حول الشمس، وهذا الاختلاف ناتجٌ عن البطء الشديد لمبادرة الاعتدالَيْن.

يشتمل السِّفْر الثاني [لكتاب *De Revolutionibusi* على مقدمةٍ مسهبةٍ في علم الفلك والمثلثات الكروية، إلى جانب جداول رياضية وفهرسٍ دليليٍّ للإحداثيات السماوية لـ 1,024 نجمًا، معظمُها مأخوذٌ من أعمال بطليموس، ومعدَّلٌ وفقًا لمبادرة الاعتدالَيْن.

يتناول السِّفْرُ الثالث مبادرةَ الاعتدالَيْن، وحركةَ الأرض حول الشمس. والنظريةُ هنا معقَّدةٌ من غير موجب، لأن كوپرنيكوس ـ إلى جانب ضمِّ المبادرة إلى "الحركة الثالثة" للأرض ـ تأثَّرَ بنتيجتَيْن من نتائج سالِفِيه، إحداهما زائفة. النتيجة الأولى كانت الفكرةَ الخاطئة الناجمة عن نظرية التذبذب القائلة بأن المبادرة ليست ثابتة، بل متغيِّرة؛ والنتيجة الأخرى هي التغيُّر في مَيْل دائرة البروج.

ويعالِج السِّفْرُ الرابع حركةَ القمر حول الأرض؛ ويَدرسُ السِّفران الخامس والسادس حركاتِ الكواكب. وقد استعمل كوپرنيكوس هنا ـ كما في حركات

(316) Copernicus, *ORHS*, pp. 25-26.

الشمس ـ الدوائرَ اللامتراكزة وأفلاكَ التدوير، تمامًا كما فَعَلَ بطليموس مِن قَبْلُ، مع أن اقتناعَ كوپرنيكوس بأن الحركاتِ السماويةَ أشكالٌ مختلفةٌ لحركةٍ دائريةٍ ذاتِ سرعةٍ زاويَّةٍ ثابتةٍ جَعَلَهُ يُحْجِم عن استعمال نقطة التعادل لبطليموس. وبسببٍ من التعقيد الذي يَكتنف الحركاتِ السماويةَ، وَجَدَ كوپرنيكوس نفسَه مضطرًّا لاستعمال عددٍ من الدوائر يقارب ما استعمله بطليموس، لذلك لم يكن ثمة مجالٌ واسعٌ للاختيار بين هاتين النظريتين من جهة التنظيم، إلى جانب أنهما قادرتان على إعطاء نتائج متقاربة من جهة الدِّقَّة. على أن مزايا نظام كوپرنيكوس تكمن في أنه أكثرُ تناسقًا؛ وأنه أزالَ الغموضَ المتعلِّق بترتيب الكواكب الداخلية؛ وأنه فسَّر الحركةَ التراجعية للكواكب وتفاوُتَ درجات سطوعها؛ وأنه مَكَّنَ من تقدير ترتيب المدارات الكوكبية وأحجامها النسبية عن طريق الرصد، دون الحاجة إلى افتراضاتٍ إضافية.

وتجدر الإشارةُ إلى أن كوپرنيكوس قد أتى على ذِكْر بعضِ الفلكيين العرب الذين أفادَ من أرصادهم ونظرياتهم واستعملها في كتابِهِ *De Revolutionibus*، منهم: البَتَّاني والبطروجي والزرقالة وابن رُشْد وثابت بن قُرَّة. غير أنه لم يَذْكر نصير الدين الطُّوسي ولا ابنَ الشاطر، علمًا بأن البحثَ الحديثَ أَظْهَر أن كوپرنيكوس أفادَ من طريقةٍ رياضيةٍ للطُّوسي تسمَّى مزدوجة الطوسي[317]، استعملها كوپرنيكوس في الفصل الرابع من السِّفْر الثالث من كتابِهِ *De Revolutionibus*. على أنه ليس ثمة دليلٌ على أن كوپرنيكوس كان يَعْرف الطوسي أو ابن الشاطر، لكنَّ الرأيَ السائدَ هو أنه كان مطَّلعًا على أعمالهما التي كانت معلومةً لدى بعض معاصريه.

أشارَ كوپرنيكوس إلى أريستارخوس (من ساموس) ثلاثَ مراتٍ في كتابِهِ *De Revolutionibus*، اثنتان تتعلَّقان بقياس سابِقِيه لِمَيلان دائرة البروج، ومرةً تتعلَّق بقياسه مدَّةَ السنة الشمسية. غير أنه لم يَذْكر في أيِّ موضعٍ من الكتاب أن أريستارخوس كان قد اقترح (في منتصف القرن الثالث قبل الميلاد) أن

(317) Saliba, *HAA*, p. 246.

الشمسَ، لا الأرض، هي مركز الكون. وقد أشارَ كوپرنيكوس إلى نظرية أريستارخوس الشمسية المركز في المخطوط الأصلي لكتابِهِ *De Revolutionibus*، لكنه أسْقَطَها من طبعةِ الكتاب التي نُشِرَت في سنة 1543. والمقطعُ المحذوفُ موجودٌ في الفقرة الأخيرة من الفصل الحادي عشر من السِّفر الأول، وهذا نصُّه:

> ومع أنه يمكن بالتأكيد البرهانُ على مسارات الشمس والقمر اعتمادًا على فرضيَّة أن الأرض ثابتة، لكنَّ هذا لا يصحُّ تمامًا على مسارات الكواكب الأخرى. وربما يكون هذا هو السبب (وغيره) الذي جَعَلَ فيلولاوس يلاحظ حركةَ الأرض، وشاركه أيضًا أريستارخوس (من ساموس) في وجهة نظره، التي لم تتأثر من الاستنتاج الذي ذَكَرَه أرسطو وفَنَّدَه[318].

هذا وقد عُلِمَ أن كوپرنيكوس احتازَ نسخةً من كتاب *Outline of Knowledge* (النقاط الأساسية للمعرفة) لجورج فالَّا، الذي طَبَعه آلدوس مانيوتيوس في ڤينيسيا سنة 1501، والذي تَضمَّن ترجمةً لمصنَّفٍ لـ إپيتيوس (پلوتارك المزيَّف) وهو يحتوي على إشارتَيْن لأريستارخوس. في الأولى "افترضَ أريستارخوس أن السماءَ ساكنة، وأن الأرضَ تدور على امتداد دائرة البروج وحول محورها في آنٍ معًا"[319]؛ وفي الإشارة الأخرى يقول إن نظريته التي تنصُّ على أن "الأرض تُدَوِّم وتَدور، طوَّرها سَلُوقُس [البابلي] فيما بعدُ باعتبارها اعتقادًا راسخًا."[320]

وفي حُكم اليقين أن كوپرنيكوس كان على معرفةٍ حسنةٍ بكتاب *Sand Reckoner* لأرخميدس، الذي يحتوي على أقدم إشارةٍ إلى نظرية أريستارخوس الشمسية المركز، حيث يقول أرخميدس فيه إن أريستارخوس فسَّر غيابَ اختلاف

(318) Thomas W. Africa, "Copernicus' Relation to Aristarchus and Pythagoras," p. 407.
(319) Thomas W. Africa, "Copernicus' Relation to Aristarchus and Pythagoras," p. 406.
(320) Thomas W. Africa, "Copernicus' Relation to Aristarchus and Pythagoras," p. 406.

المنظر النجميّ في نظريته الشمسية المركز بافتراض أن نصف قطر مدار الأرض حول الشمس لا يُعتدُّ به مقارنةً ببُعد النجوم. وهذا التعليل في جوهره مماثلٌ لما ذَكَره كوپرنيكوس في كتابه *Commentariolus*، حيث نصَّ في افتراضه الرابع على أن "المسافةَ بين الأرض والشمس ضئيلةٌ جدًّا قياسًا إلى ارتفاع السماء."[321] واستَعمل كوپرنيكوس الحجةَ نفسَها في كتابِهِ *De Revolutionibus*، حيث كَشَفَ في الفصل العاشر من السِّفْر الأول عن الاختلاف الكبير بين الحركة التراجعية للكواكب والمنظومة اللامتغيِّرة للنجوم، مشيرًا إلى "الدقَّة المتناهية في الصُّنع الذي أبْدَعَتْه يدُ اللهِ العظيمِ أحسنِ الخالقين."[322]

وهكذا يبدو أن كوپرنيكوس كان مطَّلعًا على نظرية أريستارخوس الشمسية المركز، وأنه اختار عدم ذكرها في كتابِهِ *De Revolutionibus*، ربما لكيلا يقلِّل من شأن عمله الذي استغرق معظم حياته، وقرَّر أن الأجرام السماوية تدور طوَّافةً بالشمس، لا بالأرض.

وبظهور كتاب كوپرنيكوس بدا واضحًا أن علم الكون لن يعود من جديدٍ إلى ما كان عليه من قبل؛ فقد تبدَّلت صورةُ العالَم الآن تبدُّلاً حاسمًا لا رَجْعةَ فيه، بدأت بثورةٍ فكريةٍ أطلقَها قسٌ مغمورٌ عَمِلَ بمفرده في منطقةٍ سمَّاها "الركن القَصِيُّ من العالَم"، أحيا فيها نظريةً عَرَضَها فلكيٌّ يونانيٌّ مَنْسِيٌّ قبل ثمانية عشر قرنًا.

(321) Rosen, *Commentariolus*, in Rosen, *TCT*, p. 90.

(322) Copernicus, *ORHS*, p. 27.

14

الجدل على منظومتَي العالَمَيْن

بعد نَشْر كتاب *De Revolutionibus* لاقى كوپرنيكوس ثناءً حَسَنًا عَقِبَ وفاته، لكنَّ هذا الثناءَ كان منصرفًا في المقام الأول إلى نجاحِهِ في تقديم وصفٍ رياضيٍّ لحركة الأجرام السماوية، لا إلى نظريته الكونية المتعلِّقة بمركزية الشمس.

أما أوَّلُ جداولَ فلكيةٍ تعتمد على نظرية كوپرنيكوس، فقد أخْرَجَها إيرازموس راينهولد (1511ـ1553)، أستاذ الرياضيّات في جامعة ويتنبرغ عندما كان رتيكوس أستاذًا فيها. ومن الجائز أن يكون رتيكوس قد عَرَضَ ـ إثْرَ عودته إلى ويتنبرغ في أيلول/سبتمبر 1541 ـ على راينهولد مخطوطةَ كتاب *De Revolutionibus*. وفي السنة التالية نَشَرَ راينهولد تعليقَه على كتاب *Theoricae Novae Planetarum* لِپورباك، فكَتَبَ في مقدمته عن كوپرنيكوس قائلاً: "أعرف عالِمًا معاصرًا حاذقًا لا يُضارَع، زَرَعَ في نفوس الناس أملاً مفعمًا بالحياة، ويأمُل في أن يُجدِّدَ علمَ الفلك." [323] وقد شَرَعَ راينهولد في إعداد جداولَ كوكبيةٍ أكثرَ شمولاً من تلك الموجودة في كتاب *De Revolutionibus*. ونُشرت هذه الجداول بالفعل في سنة 1551 بعنوان *The Prutenic Tables*؛ أطْرَى في مقدِّمتها على كوپرنيكوس، لكنه أغفلَ الإشارةَ إلى نظريته الشمسية المركز. وبدأ راينهولد كذلك بكتابة تعليقٍ على كتاب *De Revolutionibus*، لكنه تُوفِّيَ بالطاعون سنة 1553 قَبْلَ أن يُتِمَّه.

كانت جداولُ راينهولد *The Prutenic Tables* أوَّلَ مجموعةٍ كاملةٍ لجداولَ

(323) Owen Gingerich, "Erasmus Reinhold," *DSB*, 11, p. 366.

كوكبيةٍ تُصنَع في أوروبا منذ ثلاثة قرون. وكان من الواضح أنها أفضلُ من سابقاتها ـ التي بَطَلَت صلاحيَّتُها ـ ولذلك اعتمَدها معظمُ الفلكيين، وأَضْفَتْ شرعيَّةً على نظرية كوپرنيكوس، حتى من أولئك الذين استعملوها دون أن يقرُّوا بصحَّة نظريته الكونية المتعلِّقة بمركزية الشمس. مثال ذلك ما كَتَبَه الفلكيُّ الإنكليزيُّ توماس بلندڤيل في مقدمة مصنَّفٍ في علم الفلك سنة 1594 قال: "لقد أثبتَ كوپرنيكوس أن الأرضَ تدور، وأن الشمسَ ثابتةٌ في كبد السماء، وبذلك تمكَّن من تصحيح الافتراض الخاطئ وتقديم براهين عن حركة الأجرام السماوية ودورانها، أَصحّ من كلِّ ما سبقها."[324]

وكان الرياضيُّ الإنكليزي روبرت ريكورد (1510ـ1558) من أوائل الذين قَدَّموا بعضَ الدَّعم للنظرية الكوپرنيكية. فقد ناقَشَها في كتابه *Castle of Knowledge* (1551)، الذي صِيغَ على شكل حوارٍ يدور بين أستاذٍ وعالِمٍ حول حُجَج بطليموس المعارضةِ لحركة الأرض. وبعد أن أجْمَلَ العالِمُ هذه الحُجج، قام الأستاذُ مع ذلك بعرض نظرية كوپرنيكوس بطريقةٍ إيجابية جدًّا.

> لقد جَدَّدَ كوپرنيكوس ـ هذا الرجل ذو المعرفة الواسعة، والتجربة الطويلة، والملاحظة الدقيقة ـ اعتقادَ أريستارخوس، وأكَّدَ أن الأرضَ لا تتحرَّك بحركةٍ دائريةٍ حول مركزها فحسب، بل تتحرَّك باستمرارٍ مبتعدةً عن المركز الدقيق للعالَم بمقدار 3,800,000 ميل[325].

بعد خمس سنواتٍ طُبعت مجموعةُ جداولَ فلكيةٍ بعنوان *Ephemeris* في لندن في سنة 1557، من إعداد جون فيلد، تقوم على ما توصَّل إليه كلٌّ من كوپرنيكوس وراينهولد. كَتَبَ مقدمتَها جون دِي (1527ـ1608)، منجِّمُ الملكةِ إليزابيث، وأشار فيها إلى أنه حَثَّ فيلد على إتمام مجموعة *Ephemeris*، اعتمادًا

(324) Kuhn, *The Copernican Revolution*, p. 186.

(325) Francis R. Johnson, "The Influence of Thomas Digges," p. 396.

على نظرية كوپرنيكوس، بالنظر إلى أن الجداولَ القديمة عادت غير وافيةٍ بالحاجة. وأثنى دي على كوپرنيكوس لجهوده في تجديد علم الفلك، التي "تَفوق الجهدَ الهِرَقليّ"[326]، مع أنه قال بأن هذه المجموعةَ ليست المكانَ المناسبَ لمناقشة النظريةِ الشمسية المركز نفسِها.

صَدَرت طبعةٌ ثانيةٌ من كتاب *De Revolutionibus* في بال سنة 1566، وأَخذتْ نُسَخٌ منه طريقَها إلى إيطاليا وإنكلترا. فحصل الفلكيُّ الإنكليزيُّ توماس ديجس (نحو 1546ـ1595)، من تلامذة جون دِي، على نسخةٍ من هذا الكتاب؛ ما تزال محفوظةً في مكتبة جامعة جنيف، وفيها ملاحظةٌ كَتَبَها في صفحة العنوان *"Vulgi opinio Error"*[327] ("اعتقادٌ سائدٌ ضَلَّ السبيل")، في إشارةٍ إلى أنه كان أحد علماء القرن السادس عشر القلائل الذين قَبِلوا النظرية الكوپرنيكية.

تَرجَمَ ديجس إلى الإنكليزية الفصلَ التاسع والعاشر والحادي عشر من السِّفر الأول من كتاب *De Revolutionibus*، وأضافَها إلى تقويم أبيه الدائم *A Prognostication Everlasting*، ونَشَرَهما معًا في سنة 1579 بعنوان: *Perfit Description of the Caelestiall Orbes, according to the most ancient doctrines of the Pythagoreans lately revived by Copernicus and by Geometricall Demonstrations approved* (وصفٌ وافٍ للأجرام السماوية، وفقًا للمبادئ الفيثاغورية القديمة، التي جدَّدها حديثًا كوپرنيكوس حسب مقتضيات البراهين الهندسية المستصوَبة). ونَصَّ ديجس على أنه ضَمَّنَ هذا الاقتباس من كتاب *De Revolutionibus* في التقويم "حتى لا يُحْرَم الإنكليزيُّ من نظريةٍ ساميةٍ كهذه."[328]

زُوِّد الكتابُ بخريطةٍ كبيرةٍ مطويَّةٍ للكون الشمسيِّ المركز، تَظْهَر فيه النجومُ غيرَ مقيَّدةٍ بالكرة السماوية القصوى، بل مبعثرةً خارجيًّا في جميع الاتجاهات بصورةٍ غير محدَّدة. وبذلك أبرَزَ ديجس للعِيَان حدودَ الكون في

(326) Armitage, *Copernicus and Modern* Astronomy, p. 165.

(327) Gingerich, *The Book Nobody Read*, p. 119.

(328) Gingerich, *The Book Nobody Read*, p. 119.

القرون الوسطى، التي كانت حتى ذلك الوقت محدودةً بالكرة السماوية التاسعة، التي تحتوي على ما يُفترَض أنه النجوم الثابتة التي تمتدُّ في نموذجه إلى ما لانهاية.

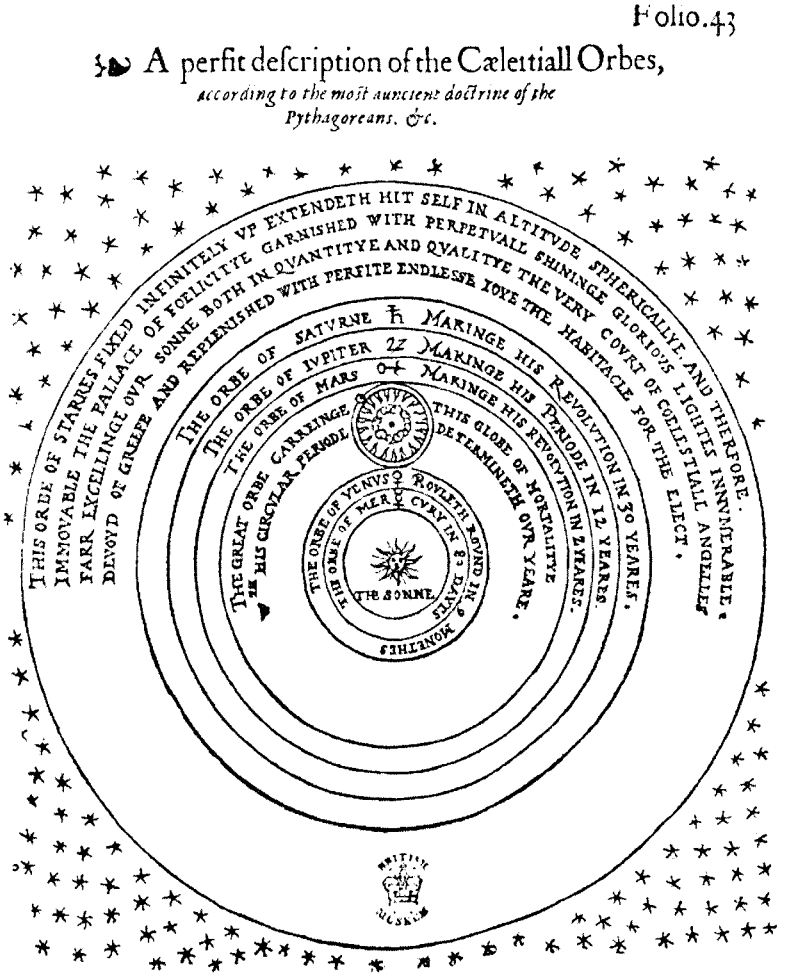
ظلَّت الكراتُ السماويةُ الأرضيُّةُ المركزِ جزءًا من النظرة العالمية العامة السائدة حتى أواخر القرن السادس عشر في إنكلترا، كما يتَّضِح ذلك من مسرحية *The Tragical History of Dr. Faustus* (مأساة الدكتور فاوستوس) لكريستوفر مارلو. وذلك أنه عندما عَقَدَ فاوستوس ميثاقًا مع الشيطان طَفِقَ يسأل مَفيسْتوفيليس [أحد الشياطين السبعة الرئيسيين في أساطير القرون الوسطى، وهو الذي قايَضَه فاوْستوس روحَه مقابلَ حصوله على الشباب والمعرفة والقوة] عمّا يقع خارج نطاق معرفة الإنسان، بادئًا بالسؤال عن الكرات السماوية.

> حدِّثني، هل ثمة كراتٌ كثيرةٌ فوق القمر؟
> وهل الأجرامُ السماويةُ كلُّها ليست سوى كرةٍ واحدة،
> شأنَ مادةِ هذه الأرض المركزية؟[329]

كانت فكرةُ الكون اللامتناهي إحدى الأفكار الثورية التي نادى بها العالِمُ الروحانيُّ الإيطاليُّ جيوردانو برونو (1548ـ1600)، ودفَعَ في سبيلها حياتَه، إذ حَكَمَتْ عليه الكنيسةُ الكاثوليكيةُ بالموت حرقًا، فأُحرقَ مشدودًا إلى ساريةٍ في روما في 17 شباط/فبراير سنة 1600. وكان كتابُه *The Infinite Universe and the Worlds* (الكون اللامتناهي والعوالِم) قد نُشِرَ في سنة 1584، ويقول في بداية حوارٍ فيه مع إحدى شخصياته إنَّ في هذا الفضاء غير المحدود عوالِمَ لا تُعَدُّ ولا تُحْصَى مشابهةً لأرضنا، وكلٌّ منها يدور حول نجمه الشمسيِّ الخاصِّ به. "وعلى هذا توجد شموسٌ لا تُعَدُّ ولا تُحْصَى، وعددٌ غير منتهٍ من الأرَضِين تطوف حول تلك الشموس، تمامًا كما تطوف الأجرامُ السبعةُ [الكواكبُ الخمسةُ المرئية، والأرض والقمر] التي نبصرها حول هذه الشمس القريبة منا."[330]

(329) Marlowe, *The Tragical History of Dr. Faustus*, act 2, scene 2, ll. 34ff.

(330) Koyré, From the Closed World to the Infinite Universe, p. 49.



نموذج للنظام الكوپرنيكي من كتاب *A Prognostication Everlasting* لتوماس ديجس، *1576*.

لم يكن الكونُ في نظر برونو لانهائيًّا فحسب، بل ديناميكيًّا أيضًا، خلافًا للكون المحدود عند أرسطو، الذي اعتقدَ أن المنطقةَ السماويةَ ثابتةٌ وغير قابلة للتغيُّر. وقد استوحى برونو هذه الفكرةَ من النظرية الذرية لديموقريطس بالصورة التي عبَّر عنها لوكريشيوس في كتابه *De Rerum Natura* (في طبائع الأشياء) الذي كان قد اكتُشِف مجدَّدًا في سنة 1417. يرى برونو أن الكونَ الحيَّ ليس محدودًا لا من حيث مداه المترامي الأطراف، ولا من حيث تبدُّلِهِ المطَّرد، يقول:

> ليس ثمة نهاياتٌ أو تُخومٌ أو حدودٌ أو جُدُرٌ يمكن أن تسلبنا ذاك التعدُّد اللانهائي للأشياء.... ولذلك فإن ديموقريطس وأبيقور، اللذين آمَنَا أنَّ كلَّ شيءٍ في أرجاء اللانهاية خاضعٌ للتجدُّد، أدركا هذه الأمورَ بواقعيةٍ أكثر من هؤلاء الذين يدافعون بأيِّ ثمنٍ عن اعتقادهم بثبات هذا الكون، زاعمين أن عددًا ثابتًا من جسيمات مادةٍ مطابقةٍ هي التي تخضع على الدوام لتحوُّلاتٍ من شكلٍ إلى آخر[331].

ظهرت فكرةُ لانهائيةِ الكون أيضًا في أعمال العالِم الإنكليزي ويليام جيلبرت (1544-1603)، الذي يبدو أنه كان متأثِّرًا بتوماس ديجس وجيوردانو برونو. فكتابُه *De Magnete* الذي نُشِرَ سنة 1600، يُعَدُّ الكتابَ الأوَّلَ في المغنطيسية منذ كتاب بطرس پيرغرينوس في القرن الثالث عشر. وكان السِّفْر السادسُ والأخير من هذا المؤلَّف مخصَّصًا لنظريات جيلبرت الكونية، التي رفَضَ فيها الكراتِ السماويةَ البلَّوريةَ لأرسطو، وقال إن الدوران اليوميَّ الظاهريَّ للنجوم ناجمٌ في الحقيقة عن دوران الأرض حول محورها الذي اعتقد أنه مغنطيسٌ هائل. ويُعزَى رفضُه للحركة النجمية الظاهرية إلى اعتقاده بأن النجومَ غيرُ محدودةٍ في عددها وتمتدُّ إلى اللانهاية، ومن ثمَّ فإن من السُّخف بمكانٍ التفكيرُ بأنها تدور ليلاً حول القطب السماوي.

في تلك الأثناء، حَدَثَ تطوُّرٌ جذريٌّ في علم الفلك على يد الفلكيّ الدنماركيّ تيخو براهِه (1546-1601)، الذي أجرى في الربع الأخير من القرن السادس عشر أرصادًا منهجيةً بالغةَ الدقة، فاقتْ جميعَ الأرصاد التي سبقتْها، وكلُّ ذلك قبل اختراع المِقْراب (التلسكوب).

وُلِدَ تيخو لأسرةٍ دنماركيةٍ نبيلة، وكان مولعًا بالفلك مذ كان يافعًا، وأمضى لياليه يرصد نجوم السماء. التحقَ بجامعة كوپنهاغن وهو في الثالثةَ عشْرةَ من

(331) Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe*, p. 44.

عمره، وتابَعَ دراستَه فيما بعدُ في جامعات لَيْپتزيغ وبال وروستوك [مدينة في الجزء الشمالي من ألمانيا]. ومن بين تصانيف علم الفلك التي دَرَسَها كتابُ ساكروبوسكو *De sphaera*، الذي كان متداولاً منذ القرن الثالث عشر، إضافةً إلى مؤلَّفاتٍ أخرى تَعتمد على الكرات المتراكزة (المتحدة المركز) لأرسطو، وعلى أفلاك التدوير والدوائر اللامتراكزة (المختلفة المراكز) لبطليموس. وكان شديدَ الاهتمام بالنظرية الجديدة لكوپرنيكوس، إلى درجة أنه أطلق عليه اسم "بطليموس الثاني."[332]

أجرى تيخو أولَ أرصادِهِ المهمَّة في شهر آب/أغسطس 1563، عندما لاحَظَ اقتران كوكبَيْ زُحَل والمشتري. واكتشفَ أن جداول ألفونسو Alfonsine Tables تنبَّأت بوقوع هذا الاقتران بفارق شهرٍ عن موعده، وأن جداول راينهولد *The Prutenic Tables* أخطأتْ في تقدير الموعد بعدة أيام. فأحسَّ بالحاجة الماسَّة إلى جداولَ جديدةٍ، وبأنها ينبغي أن تكون مبنيَّةً على أرصادٍ تتَّصف بمزيدٍ من الدقة والمنهجية، وباستعمال أدواتٍ من تصميمه ومن مرصده الخاص.

أقام تيخو أوَّلَ مرصدٍ له في مدينة أوغْسْبورغ بألمانيا، حيث كان يعيش في السنوات 1569ـ1571. ومن بين الأدوات التي صمَّمها وركَّبها في مرصده رُبْعِيَّةٌ quadrant ضخمةٌ يبلغ نصف قطرها زهاء تسعةَ عَشَرَ قدمًا لقياس الارتفاع الزاوي للأجرام السماوية. وصَنَعَ كذلك سُدْسيَّةً sextant كبيرةً نصف قطرها أربعةَ عَشَرَ قدمًا لقياس الفواصل الزاويَّة، إضافةً إلى كرةٍ سماويةٍ قطرها عَشَرَةُ أقدامٍ كي يحدِّد عليها مواقعَ النجوم في الخريطة السماوية التي بدأ برسمها.

عاد تيخو إلى الدنمارك سنة 1571، وفي 11 تشرين الثاني/نوفمبر من السنة التالية بدأ برصد مُسْتَعِرٍ nova [يسمَّى أيضًا الطارف أو الجديد؛ وهو نجمٌ يتعاظم ضياؤه فجأةً ثم يخبو شيئًا بعد شيءٍ ليرتدَّ، بعد بضعة شهور أو بضع سنين، إلى مستوى ضيائيته الأصلية. وقد تبلغ الزيادة في لمعان المُسْتَعِر خلال

(332) Dreyer, *Tycho Brahe*, p. 74.

أيامٍ معدوداتٍ مئةَ ضعفٍ أحيانًا ومليون ضعفٍ أحيانًا أخرى]، في مجموعة ذات الكرسي Cassiopeia [كوكبةٌ شماليةٌ تضمُّ مجموعةً من النجوم الساطعة شبيهًا شكلُها بشكل الكرسي]، يَفوق حتى كوكبَ الزُّهَرَة في درجة سطوعه. (ومن المعلوم الآن أن المُسْتَعِر نجمٌ يتفجَّر في نهاية دورة تطوُّره التدريجية، مطلِقًا كمياتٍ هائلةً من الطاقة على مدى بضعة شهور.) وقد أشارت قياساتُ تيخو إلى أن المُسْتَعِر كان على بُعدٍ كبيرٍ خلف كوكب زُحَل، وأن عدم تغيُّر موضعه دلَّ على أنه لم يكن مذنَّبًا من المذنَّبات. وكان هذا إشارةً واضحةً على تغيُّرٍ حَصَلَ في القبة السماوية، حيث كان ـ بحسب مبدأ أرسطو ـ كلُّ شيءٍ على ما يرام وغير قابلٍ للتغيير.

بدأ المُسْتَعِرُ في نهاية المطاف بالخُبُوّ، فتغيَّر لونُه من الأبيض إلى الأصفر، ثم إلى الأحمر، وأخيرًا احتَجَبَ عن الرؤية في آذار/مارس 1574. وفي ذلك الوقت كان تيخو قد ألَّفَ بحثًا موجزًا بعنوان *De Nova Stella* (النجم الجديد)، نُشِرَ في كوپنهاغن في أيار/مايو 1573، عَرَضَ فيه قياساتِهِ التي قادتْه إلى استنتاجٍ مفادُه أن النجمَ الجديدَ يقع في السماء وراءَ الكرات الكوكبية، وعبَّر عن دهشته لِمَا رَصَدَه. فكَتَبَ يقول: "لم يَعُدْ لديَّ شكٌّ أبدًا. الحقُّ أنها أعجوبة الكون الكبرى على مرِّ العصور منذ بداية العالَم، وهي على أيَّةِ حالٍ لا تَقِلُّ عظمةً عن توقُّف الشمس في كبد السماء استجابةً لأدعية يشوع."[333]

كان لهذا البحث أثرٌ طيِّبٌ لدى ملك الدنمارك فريدريك الثاني، حَمَلَه على أن يُجْرِيَ لتيخو دخلاً سنويًّا مدى الحياة إضافةً إلى امتلاك جزيرةٍ هڤين قبالة الساحل إلى الشمال من كوپنهاغن، فتمَكَّنَ تيخو بهذا الدخل من بناء مرصدٍ وتجهيزِه، وأقام في هڤين سنة 1576، وسَمَّى مرصدَه: أورانيبورغ، التي تعني "مدينة السماء". وغدا هذا المرصدُ مركزًا كبيرًا للبحث لكثرة ما حواه من أدواتٍ فلكيةٍ وغيرها من التجهيزات ألجأتْ تيخو إلى تشييد بناءٍ إضافيٍّ سَمَّاه ستجرنبورغ، أي "مدينة النجوم"، مزوَّدٍ بحجراتٍ تحت الأرض لحماية الباحثين

(333) Ferguson, *Tycho and Kepler*, p. 47.

والتجهيزات من العوارض الطبيعية. وفي تلك السنة بدأ تيخو ومساعدوه سلسلةً من الأرصاد غيرِ المسبوقة في دقَّتِها وصحَّتِها استمرَّت طوال العَقْدَيْن التاليَيْن، فأرسَوْا بذلك الأسسَ لما ثَبَتَ أنه علم فلكٍ جديد.

في سنة 1577 ظهرَ في السماء مذنَّبٌ مذهلٌ حَمَلَ تيخو على أن يُجريَ أرصادًا مستفيضةً عنه خَلَصَ منها إلى أن هذا المذنَّبَ أبعدُ من القمر، بل حتى وراء مجال كوكب عطارد، وأنه يطوف في مداره حول الشمس بين الكواكب الخارجية. وهذه النتيجةُ تُعارض المبدأَ الأرسطيَّ القائلَ بأن المذنَّباتِ ليست سوى ظواهرَ أرصاديَّة تَحْصُل تحت نطاق القمر. وبناءً على ذلك رَفَضَ تيخو مفهومَ أرسطو للكرات السماوية البلَّورية المتراكزة، وقال إن الكواكبَ تسبح في الفضاء باستقلاليةٍ تامة.

اعتمدَ فهرس النجوم الدليلي الذي وَضَعَه تيخو على قياساتٍ منهجيةٍ لإحداثيات واحدٍ وعشرين نجمًا رئيسيًّا، متوسطُ الخطأ فيها ـ مقارنةً بالقيم الحديثة ـ أقلُّ من 40 ثانيةً قوسيَّة [الثانية القوسيَّة: جزءٌ من ستين جزءًا من الدقيقة القوسيَّة، والدقيقة القوسيَّة: جزءٌ من ستين جزءًا من الدرجة]، وهو أقلُّ بكثير من متوسط الخطأ لأيٍّ من سالِفِيه. وبمقارنةِ إحداثياتِ النجوم الواردة في دليل تيخو بالإحداثيات المَقِيسَةِ منذ العصور القديمة وحتى زمنه، كانت قيمةُ معدَّل مبادرة الاعتدالَيْن كما حَسَبَها تيخو تساوي 51 ثانيةً قوسيةً في السنة، على حين أنها تساوي في الحسابات الحديثة 50.23 ثانيةً قوسية. وقد أصابَ في افتراضه أن المبادرةَ منتظمةٌ، لكنه لم يأتِ على ذِكْر نظرية التذبذب الإسلامية، التي سبَّبتْ مشكلاتٍ لا موجبَ لها لكوپرنيكوس.

ومع كلِّ إعجابِهِ بكوپرنيكوس، فقد اطَّرَحَ النظريةَ الشمسية المركز لاعتبارات فيزيائية أولاً، ثم لغياب ظاهرة اختلاف المنظر النجمي؛ إذ لم يُدخِل تيخو في حسبانه حُجَجَ أرخميدس وكوپرنيكوس القائلةَ بأن النجومَ كانت بعيدةً بعدًا سحيقًا يحول دون رؤية أيِّ انزياحٍ للمنظر النجمي. وكذلك رَفَضَ تيخو فكرةَ الدوران اليوميِّ للأرض وحركتها المدارية السنوية، محتفظًا باعتقاد أرسطو القائل بأن النجوم تدور ليلاً حول القطب السماوي.

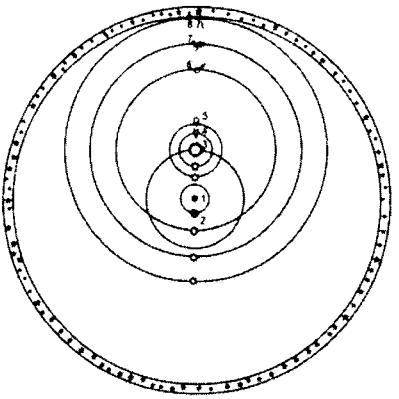
وفي مواجهةِ الجدل المتعاظِم بين نظرية كوپرنيكوس ونظرية بطليموس، تقدَّم تيخو بنموذجَهُ الكوكبيّ، وفيه أن عطارد والزُّهَرة يطوفان حول الشمس، التي تطوف بدورها مع سائر الكواكب والقمر حول الأرض الثابتة. واعتقَدَ تيخو أن نموذجَه هذا يَجْمع أفضلَ مزايا نظريَّتَيْ كوپرنيكوس وبطليموس، وذلك لإبقائه الأرضَ ثابتة، وبيَّن الأسبابَ التي تجعل كوكبَيْ عطارد والزُّهَرة غير بعيدَيْن جدًّا عن الشمس.

توفي فريدريك الثاني، الذي كان نصيرًا وراعيًا لتيخو، في سنة 1588، وخَلَفَهُ ابنُه كريستيان الرابع، الذي كان عُمُرُهُ في ذلك الوقت أحَدَ عَشَرَ عامًا. وعندما بَلَغَ سِنَّ الرُّشد سنة 1596، أبْلَغَ تيخو أنه لن يَدعم بحوثَه الفلكيةَ بعد اليوم. فاضطُرَّ تيخو إلى التخلِّي عن مرصد أورانيبورغ، وأخَذَ معه جميعَ أدواتِه الفلكية ومدوَّناته، أملاً في العثور على رعايةٍ ملكيةٍ جديدة.

رَحَلَ تيخو أولاً إلى كوپنهاغن، ثم إلى روستوك فقلعة واندسبورغ، في ظاهر مدينة هامبورغ. وبقي في واندسبورغ مدة سنتَيْن، حيث نَشَرَ في سنة 1598 كتابَه *Astronomiae Instauratae Mechanica*، وَصَفَ فيه جميعَ أدواتِه الفلكية. وأرسَلَ نُسَخًا منه إلى الشخصياتِ الموسرةِ والمتنفِّذَةِ مِمَّن قد يرغبون في رفْد بحوثِه التالية. وأرفَقَ دليلَ النجوم بالنسخة التي قدَّمها إلى الإمبراطور رودولف الثاني، الذي وافَقَ على دعْم أعمال تيخو، وعيَّنَه فلكيًّا في بلاطه.

وهكذا، انتقلَ تيخو إلى پراغ في سنة 1600، وهناك نَصَبَ تجهيزاتِهِ وأنشأ مرصدًا جديدًا في قلعة بِناتْكي التي تقع على بُعد بضعة أميال شمال شرق المدينة. وما لبثَ أن وَظَّفَ مساعدًا له اسْمُه جوهانز كِپْلر (1571ـ1630)، وهو عالم رياضيّات ألمانيّ شابٌّ كان قد بعثَ إلى تيخو برسالةٍ مثيرةٍ في الفلك عنوانُها *Mysterium Cosmographicum*.

وُلِدَ كِپْلر في 27 كانون الأول/ديسمبر 1571 في مدينة ڤايل دِر شْتادْت جنوب غربي ألمانيا. وكان والدُه جنديًّا مرتزقًا متنقِّلاً، وكانت أمُّه عرَّافةً، اتُّهمت في مرحلةٍ ما بأنها ساحرة، وكادت أن تُعاقَبَ بالموت حرقًا. فانتقلت العائلةُ إلى



نظام تيخو، وفيه يَظهر كوكبا عُطارد والزُهَرة في مدارَيْهما حول الشمس، التي تدور حول الأرض مع القمر وسائر الكواكب، وتَظهر النجومُ في الكرة الخارجية.

مدينة لِمْبرغ المجاورة، وهناك انتسبَ كِپْلر إلى إحدى المدارس اللاتينية المرموقة التي أسَّسها دوق ورتَمْبَرْغ [منطقة في الجزء الجنوبي من ألمانيا، عاصمتُها شتوتغارت، أصبحت دوقيَّةً عام 1495، ثم جعلها نابليون بونابرت مملكةً عام 1806]. شاهدَ كِپْلر مذنَّبًا سنة 1577 وخسوفًا للقمر سنة 1580، فكانا سببًا لتعلُّقه الشديد بعلم الفلك.

وفي سنة 1589 التحقَ كِپْلر بجامعة توبينغن، ودرَسَ فيها الرياضيّات والطبيعة والفلك، وكان إلى ذلك متأثِّرًا بالأفلاطونية والفيثاغورية، وبآراء نيكولاس كوزا الفلكية. اعتمدت محاضراتُه في الرياضيّات على أعمال أُقليدس وأرخميدس وأپولونيوس البِرْغي. (وحسبما قال كِپْلر فيما بعد: "كم يوجد من علماء الرياضيّات الذين لديهم القدرة على الخوض في رسالة أپولونيوس في القطوع المخروطية؟" (334)

تأثَّر كِپْلر بوجهٍ خاصٍّ بأستاذه في علم الفلك ميكائيل مايستلين، الذي كان أول مَن علَّمه نظريةَ الكون الشمسيِّ المركز. فقد عبَّر كِپْلر في مقدمة أولِ كتابٍ له *Mysterium Cosmographicum* عن ابتهاجِهِ باكتشاف عملِ كوپرنيكوس

(334) A. R. Hall, The Scientific Revolution, p. 126.

الذي وصَفَه بقوله: "إنه كَنْزٌ ثَرٌّ من بصيرةٍ نافذةٍ، في النظام البديع للعالَم ولجميع الأجرام."[335]

حصَلَ كِبْلر على درجة الماجستير من توبينغن سنة 1591، ثم درَسَ فيها علم اللاهوت حتى سنة 1594، عندما عُيِّن مدرِّسًا للرياضيّات في معهدٍ للبروتستانت في بلدة غْراز النمساوية. وبعد سنةٍ من وصوله إلى غْراز، خَرَجَ بفكرةٍ اعتقدَ أنها تفسِّر نَسَقَ المنظومة الكوكبية الشمسية المركز؛ فقد اكتشفَ من قراءته لمصنَّفات أُقليدس أن الأشكالَ الهندسية المنتظمة المتعددةَ السطوح خمسةٌ ليس غير، وهي الأشكال المعروفة بالمجسَّمات الأفلاطونية، المتساوية الوجوه والأضلاع: المكعَّب، ورباعيُّ الأوجه، والمجسَّم الاثنا عشريّ الأوجه، والمجسَّم العِشْرُونيّ الأوجه، والمجسَّم الثُّمانيُّ الأوجه، وتراءى له أن لهذه المجسَّمات علاقةً بمدارات الأرض والكواكب الخمسة الأخرى. وفصَّل ذلك في رسالته *Mysterium Cosmographicum*، التي نُشِرت في سنة 1596، وكانت القيمُ النسبية لأنصاف أقطار مدارات الكواكب متوافقةً إلى حدٍّ بعيدٍ مع ما توصَّل إليه كوپرنيكوس، علمًا بأن نظريته تفتقر إلى أساسٍ فيزيائيٍّ.

> إن مدارَ الأرض هو المقياسُ المعياريُّ لجميع الكواكب؛ يُحيط به مجسَّمٌ اثنا عشريّ الأوجه، والدائرةُ التي تحويه هي مدارُ المِرِّيخ؛ ويُحيطُ بالمِرِّيخ رباعيُّ الأوجه، والدائرةُ التي تحويه هي مدار المشتري؛ ويُحيط بالمشتري المكعَّب، والدائرةُ التي تحويه هي مدار زُحَل. والآن يُرسَم داخل مدار الأرض مجسَّمٌ عِشْرُونيُّ الأوجه، فتكون الدائرةُ التي تحويه مدارَ الزُّهَرة؛ ويُرسَم داخل مدار الزُّهَرة مجسَّمٌ ثُمانيُّ الأوجه، فتكون الدائرةُ التي تحويه مدارَ عطارد. وبذلك تكون قد عرفتَ التفسير لعدد الكواكب[336].

(335) Casper, Kepler, p. 64.

(336) Owen Gingerich, "Johannes *Kepler*," *DSB*, 7, p. 290.

أرسَلَ كِبْلر نُسخًا من رسالته إلى عددٍ من العلماء، ومنهم غاليليو غاليليه (1564ـ1642). وفي رسالته الجوابية المؤرَّخة في 4 آب/أغسطس 1597، هنَّأ غاليليو كِبْلر على شجاعته ـ التي هو نفسُه يَفتقر إليها ـ على نشْر كتابٍ يؤيِّد نظرية كوپرنيكوس.

وفي 13 تشرين الأول/أكتوبر 1597 سَطَّرَ كِبْلر جوابًا إلى غاليليو يَحثُّه فيه على الاستمرار في تأييد نظرية كوپرنيكوس، فكَتَبَ يقول: "كن على يقين، أيها السيد غاليليه، وامضِ إلى الأمام! إنني أرى ـ إذا صدقَ ظنِّي ـ أنه لا يوجد سوى قلَّةٍ قليلة من الرياضيين البارزين في أوروبا الذين يرغبون في الانفصال عنا: هذه هي قوة الحقيقة." (337)

وُلِدَ غاليليو في مدينة پيزا [وسط إيطاليا] في 15 شباط/فبراير 1564 لأسرةٍ فلورنسيّةٍ، ثم عادت الأسرة إلى فلورنسا سنة 1574. انتسبَ إلى المدرسة الطبية في جامعة پيزا سنة 1581، ودرَسَ علمَ الطبيعة وعلمَ الفلك على فرانسيسكو بوناميتشي، الذي كان يَعتمد في مذهبه على مبادئ أرسطو. وفي سنة 1585 غادرَ غاليليو جامعة پيزا دون أن يُحصِّل درجةً علمية، وعاد إلى فلورنسا، وهناك بدأ دراسةً مستقلةً لأقليدس وأرخميدس بإشراف أُوسْتيليو ريتشي.

وفي سنة 1583 حقَّق كشفَه العلميَّ الأول، وهو أن دَوْر النَّواس (البَنْدول) مستقلٌّ عن زاوية خَطَرانه (تأرجُحه)، في حالة الزوايا الصغيرة على الأقل. وبعد ثلاث سنوات اخترع ميزانًا هيدروليًّا (مائيًّا)، وصَفَه في مؤلَّفه العلميِّ الأول *La Balancetta* (الميزان الصغير)، واعتَمَدَ فيه على مبدأ أرخميدس، واستعمله أيضًا في حساب مراكز الثقل للأجسام الصُّلبة.

عُيِّن غاليليو أستاذًا للرياضيّات في جامعة پيزا سنة 1589، وبقي هناك ثلاث سنوات فقط، كَتَبَ خلالها رسالةً في الحركة لم يَضَعْ لها عنوانًا، غير أنه يُشار إليها اليوم بعنوان *De Motu* (في الحركة)، ولم تُنشَر في حياته. وقد

(337) Koestler, *The Sleepwalkers*, p. 364.

تضمَّنت هذه الرسالةُ نقدًا لاذعًا للمبادئ الأرسطيَّة في الطبيعيات، من مثل النظرية القائلة بأن الأجسام الثقيلة تسقط بسرعةٍ أكبر من الأجسام الخفيفة، التي فَنَّدها غاليليو بتجربة إسقاط أوزانٍ من برج پيزا المائل. وفي سياق دراسته للكرات المتدحرجة على مستوٍ مائل، اكتَشَفَ أن المسافةَ المقطوعةَ تتناسبُ مع مربَّع زمن الحركة، ويُعَدُّ هذا الاكتشاف أحدَ القوانين الأساسية في علم الحركة المجرَّدة. واستنتَجَ أيضًا أن الكرةَ التي تتدحرج على سطحٍ أفقيٍّ بدون احتكاك تستمرُّ في تَدَحْرُجِها بسرعةٍ ثابتة، على حين أن الكرةَ الساكنةَ تبقى كذلك [ما لَم تؤثِّر فيها قوةٌ خارجية]، وهذا هو جوهرُ قانون العطالة أو القصور الذاتي.

وفي سنة 1592 عُيِّن غاليليو أستاذًا للرياضيّات في جامعة پادُوْوَا، ومَكَثَ فيها ثماني عشرةَ سنة. وألَّف في تلك المدة عددًا من الرسائل لطلابه، كان من بينها رسالةٌ نُشِرت ترجمتُها الفرنسية أولَ مرةٍ في سنة 1634 بعنوان *Le Meccaniche*، وفيها دراسةٌ للحركة والتوازن على المستويات المائلة، وهي تطويرٌ إضافيٌّ للأفكارَ التي كان قد عَرَضَها في كتابه *De Motu*.

وفي أيار/مايو 1597 بَعَثَ غاليليو برسالةٍ إلى زميلٍ سابقٍ له في پيزا، دافع فيها عن نظرية كوپرنيكوس. وبعد ثلاثة أشهر تلقَّى نسخةً من كتاب كِپْلر *Mysterium Cosmographicum*، كانت بدايةً لمراسلاتٍ بينه وبين كِپْلر.

وكذلك أرسَلَ كِپْلر نسخةً من كتابه إلى تيخو براهِه، فتسلَّمه بعد أن كان قد غادر الدنمارك إلى ألمانيا. ورَدَّ بحرارةٍ واصفًا الكتابَ بأنه "تأمُّلٌ رائع"[338]، مستهلّاً بذلك مراسلاتٍ أفضتْ في نهاية المطاف إلى أن يَقْبَل كِپْلر دعوةَ تيخو للانضمام إليه في مرصده الجديد خارج پراغ. وعندما تسلَّم تيخو رسالةَ الموافقة من كِپْلر كَتَبَ إليه يقول: "إنك لن تَحِلَّ بيننا ضيفًا، بل صديقًا مرحَّبًا به غاية الترحيب، ومشاركًا ورفيقًا مرغوبًا فيه أشدَّ الرغبة، في رصدنا للسماء."[339]

وأخيرًا وَصَلَ كِپْلر إلى پراغ مع عائلته في أوائل سنة 1600، وبدأ هو

(338) Ferguson, *Tycho and Kepler*, p. 255.

(339) Owen Gingerich, "Johannes Kepler," *DSB*, 7, p. 293.

وتيخو بتعاونٍ قصير الأمد، لكنه مثمرٌ إلى أقصى الحدود. ولما شَرَعَ كِپْلر في العمل في پراغ، كان يأمُل في أن يتمكَّن من الحصول على بيانات تيخو الفلكية ليستعملها بصورةٍ مباشرةٍ في اختبار نظريته الكوكبية. لكنَّ أملَه خابَ عندما اكتشفَ أنَّ معظم هذه البيانات ما زالت بصيغتها الأولية، وأنَّ عليه أولاً أن يُخضِعَها لتحليلٍ رياضيّ. يضاف إلى هذا أن تيخو كان مستأثرًا جدًّا ببياناته، ولا يرغبُ في أن يَبوحَ بأيَّ شيءٍ منها يزيد على حاجة كِپْلر إليه في عمله.

هذه الأسباب وغيرها من خلافاتٍ مع تيخو حَمَلَت كِپْلر على مغادرة پراغ في شهر نيسان/أبريل من ذلك العام، غير أنه عاد إليها في شهر تشرين الأول/أكتوبر بعد مفاوضاتٍ كبيرةٍ حول شروط توظيفه. بعدها أسنَدَ تيخو لكِپْلر مهمةَ دراسة مدار كوكب المريخ، وكان مسؤولاً عنه حتى ذلك الوقت مساعدُه لونغومونتانوس، الذي كان قد تخلَّى عن عمله توًّا. كَتَبَ كِپْلر فيما بعد يقول: "إنني أرى أنَّ من الحكمة الإلهية أن يتزامَنَ وصولي تمامًا مع اعتكاف لونغومونتانوس على دراسة المريخ، الذي إمَّا أن نتمكَّن عن طريقه من الوقوف على أسرار علم الفلك، وإمّا أن تبقى تلك الأسرارُ محجوبةً عنا إلى الأبد."[340]

يُعَدُّ المِرِّيخُ وعطاردُ الكوكبَيْن الوحيدَيْن المَرئيَّيْن بمركزَيْن متباعدَين تباعدًا كافيًا لجعل مدارَيْهما مختلفَيْن اختلافًا بيِّنًا عن الدوائر التامة. لكنَّ قُرْبَ عطارد الشديد من الشمس جَعَلَ رصده أمرًا عسيرًا، وبذلك يبقى المريخ الكوكبَ المثاليَّ لاختبار أيِّ نظريةٍ رياضية، ولهذا السبب كان كِپْلر متحمِّسًا جدًّا لدراسة مداره وتحليله.

وفي مطلع فصل الخريف من عام 1601، أَحضرَ تيخو كِپْلر إلى البلاط الإمبراطوري وقدَّمه إلى الإمبراطور رودولف الثاني. وبعدها عَرَضَ تيخو على الإمبراطور أن يقوم هو وكِپْلر بوضع مجموعةٍ جديدةٍ من الجداول الفلكية، ستسمَّى بإذنٍ من الإمبراطور: "جداول رودولف". وحيث إن هذه الجد

جتياول تَعتمد على أرصاد تيخو، فهي حريَّةٌ أن تكون أكثر دقةً من أيِّ جداول

(340) Caspar, Kepler, p. 131.

سبَقَتْها. وتفضَّل الإمبراطور بالموافقة على إجراءِ راتبٍ لكِپْلر على هذا المسعى.

بعد ذلك مباشرةً مَرِضَ تيخو، ومات في 24 تشرين الأول/أكتوبر 1601 بعد أن عانى سكراتِ الموت أحَدَ عشرَ يومًا. وطلب ـ وهو في فراش الاحتضار ـ إلى كِپْلر أن يعاهدَه على إتمام "جداول رودولف"، وعبَّر عن آماله بأن تَعتمد هذه الجداول على نموذج تيخو الكوكبي. وكَتَبَ كِپْلر فيما بعد يصف حديثَه الأخير مع تيخو: "ومع أنه كان يدرك أنني من أنصار النظرية الكوپرنيكية، فقد طلبَ إليَّ أن تكون جميع براهيني موافقةً لفرضياته."[341]

بعد يومَيْن من وفاة تيخو، أمرَ الإمبراطور رودولف بتعيين كِپْلر رياضيًّا في البلاط ورئيسًا للمرصد في پراغ. وبناءً على ذلك استأنف كِپْلر عملَه في رصدِ المريخ، وقد أصبح الآن مُطْلَقَ اليد في استعمال بيانات تيخو. جَرَّبَ بادئ الأمر نماذج بطليموس التقليدية ـ فلك التدوير، والدوائر اللامركزية، ونقطة التعادل ـ لكنه وجد أنه كيفما غيَّر البارامترات فإن نتيجةَ حساب مواقع الكوكب كانت تتعارض مع أرصاد تيخو بفارقٍ قد يصل إلى 8 دقائق قوسية. وقد دَفَعتْه ثقتُهُ بدقَّةِ بيانات تيخو إلى التوصُّل إلى قرارٍ يقضي بأنَّ نظرية أفلاك التدوير لبطليموس، التي اعتمدها كوپرنيكوس، يجب أن تَحلَّ محلَّها نظريةٌ جديدةٌ تمامًا، حسبما قال: "لقد منحتْنا العنايةُ الإلهيةُ راصدًا مُجِدًّا هو تيخو براهِه، ذلك أنَّ أرصادَه حَكَمت على حساب بطليموس بخطأٍ قدره ثماني دقائق؛ والحقُّ أننا ينبغي أن نَقْبل هدية الربِّ مُقرِّين له بالفضل.... إذ لم يكن بالإمكان إغفال تلك الدقائق الثماني، فهي التي أفضت إلى إصلاحٍ كلِّيٍّ لعلم الفلك."[342]

بعد ثماني سنوات من الجهود المضنية، قدَّم كِپْلر ما يُعرَف اليوم بقانونَيْ كِپْلر الأوَّلَيْن في الحركة الكوكبية. ينصُّ القانون الأول على أن الكواكبَ تَطوف في مداراتٍ إهليلجيَّة [على شكل قطوع ناقصة]، بحيث تقع الشمس في أحد بُؤْرَتي القطع الناقص. وينصُّ القانون الثاني على أن نصف قطر المتَّجه [أو

(341) Freguson, *Tycho and Kepler*, p. 284.

(342) Owen Gingerich, "Johannes Kepler," *DSB*, 7, p. 295.

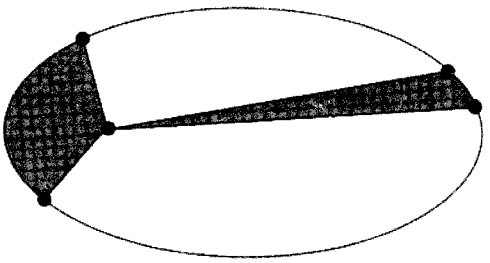
الشعاع] المرسوم من الشمس إلى الكوكب يَمسح [يُحَدِّد] مساحاتٍ متساويةٍ في أزمنةٍ متساوية، أي إن الكوكبَ إذا كان قريبًا من الشمس تَحرَّك بسرعة أكبر، وإذا كان بعيدًا عنها تحرَّك ببطء. وأصبح هذان القانونان، اللذان ظهرا في كتاب كِپْلر *Astronomia Nova* (علم الفلك الجديد)، الذي نُشِرَ سنة 1609، الأساسَ الذي اعتَمَدَ عليه في عمله اللاحق في "جداول رودولف".

وبفضل قانونَي كِپْلر الأوَّلَيْن في الحركة الكوكبية لم تَعُد ثمة حاجةٌ إلى أفلاك التدوير والدوائر اللامركزية ونقاط التعادل التي كان يستعملها الفلكيون بدءًا من بطليموس وانتهاءً بكوپرنيكوس. وقد أشار الشاعر الإنكليزي جون مِلْتون [1608ـ1674] إلى هذا المبدأ الكوني القديم في السِّفْر الثامن من ملحمته "الفردوس المفقود"، حيث وَصَفَ المناظرةَ بين منظومتَيْ بطليموس وكوپرنيكوس الكونيَّتَيْن.

> وبعدُ، عندما يُفْضُون إلى صوغ نموذج السماء،
> وإحصاء النجوم؛ ويدركون كيف يَسُوسون
> تلك البنيةَ الهائلة؛ كيف يشيدون ويَنقُضُون؛
> كيف يُطوِّقون الكرةَ الكونية بدوائر مركزيةٍ ولامركزية،
> على مدارٍ ودُحروج، فلكًا في فلك[343].

ألَّف كِپْلر كتابَيْن آخرَيْن عن بحوثه قبل أن يُنشَر كتابُه *Astronomia Nova* (علم الفلك الجديد). أما الكتابُ الأول فكان *Appendix to Witelo*، وقد نُشِرَ سنة 1604، تناولَ فيه الظواهرَ البصريةَ في علم الفلك، ولا سيّما اختلاف المنظر النجمي والانكسار، إضافةً إلى التغيُّر السنوي لحجم الشمس. وأما الكتاب الثاني فكان سَبَبه ظهور نجمٍ جديدٍ آخرَ في تشرين الأول/أكتوبر 1604 إلى جوار المشتري وزُحل والمريخ. نشر كِپلر كرّاسةً من ثماني صفحات عن هذا

(343) Milton, *Paradise Lost*, book VIII, ll.79-84.



قانونا كِبْلر الأوّلان في الحركة الكوكبية. ينصُّ القانون الأول على أن الكواكب تطوف في مداراتٍ إهليلجيَّة، بحيث تقع الشمس في إحدى بُؤرَتي القطع الناقص. وينصُّ القانون الثاني على أن نصف قطر المتَّجه المرسوم من الشمس إلى الكوكب يُحَدِّد مساحاتٍ متساويةٍ في أزمنةٍ متساوية.

النجم سنة 1606 عنوانها *De Stella, Nova*، وتحت عنوانٌ فرعيّ يصف الكرّاسة بأنها: "كتابٌ زاخرٌ ببحوثٍ فلكيةٍ وفيزيائيةٍ وميتافيزيقيةٍ وأرصاديةٍ وتنجيمية، رائعةٍ واستثنائية."[344] ووضَعَ في نهاية الكرّاسة تَخمينَه في الدلالة التنجيمية لهذا النجم الجديد، قائلاً إن هذا قد يكون إيذانًا بتحوُّلٍ في دين الهنود الأمريكان، أو سقوط الدين الإسلامي، أو حتى المجيء الثاني للمسيح.

في ذلك الوقت، كان عِلْمُ الفلك قد تغيَّر بِرُمَّتِهِ تغيُّرًا جذريًّا بفضل اختراع المِقْراب. فكانت تُستعمل في إنكلترا ـ قبل عام 1580 ـ أدواتٌ تُسمَّى "المناظير المنظورية"[345] لرصد الأجسام الأرضية البعيدة؛ فقد اشتُهِر كلٌّ من جون دِي وتوماس ديجس بخبرتهما في صنع هذه المناظير واستعمالها، علمًا بأنه ليس ثمة ما يدلُّ على أنهما استَعملاها في الأرصاد الفلكية. على أنَّ صديقَهما توماس هاريوت، الإيرل الساحر، أجرى أرصادًا فلكيةً في شتاء 1609ـ1610 باستعمال "مِقْرابٍ"[346] صغيرٍ من غير المستبعَد أن يكون منظارًا منظوريًّا.

وفيما عدا المناظير المنظورية، يبدو أن أقدَمَ المقاريب ظَهَرَت في سنة 1604، عندما قام عالِمُ بصرياتٍ هولنديٌّ يدعى زكريا يانسين بتصنيع مقرابٍ من نموذجٍ يعود إلى شخصٍ إيطاليٍّ غير معروف، ثم باع عددًا منها في معارضَ أُقيمت في شمالي أوروبا. ولما سمِعَ غاليليو بالمِقْراب صَنَعَ هو مِقرابًا في مكان

(344) Owen Gingerich, "Johannes Kepler," *DSB*, 7, p. 297.

(345) Francis R. Johnson, "The Influence of Thomas Digges," p. 401.

(346) Francis R. Johnson, "The Influence of Thomas Digges," p. 403.

عمله سنة 1609، ثم عَرَضه على "دوج" ڤينيسيا [قاضيها الأول] بقصد استعماله في الحرب والملاحة. وبعد إدخال تحسيناتٍ على تصميمه الأصلي، بدأ باستعمال مقرابه في رصد السماء. وفي شهر آذار/مارس سنة 1610 نَشَرَ اكتشافاتِه في كتابٍ صغيرٍ أسْماه *Siderius Nuncius* (المرسال النجمي).

يبدأ هذا الكتاب بأرصاد غاليليو للقمر، الذي بدا له شبيهًا بالأرض إلى حدٍّ بعيد، بجباله ووديانه، وما اعتقدَ أنها بحارٌ فيه. ولدى رصدِهِ الكواكبَ بالمقراب بَدَتْ له على شكل أقراصٍ باهتة السطوع، على حين ظَهَرت النجومُ نِقاطًا ضوئيةً متألِّقة. وثَبَتَ له أن دَرْب التبَّانة Milky Way [المجرَّةُ التي يؤلِّف نظامُنا الشمسيّ جزءًا منها، وهي حزامٌ عريضٌ من مليارات النجوم يُرى ليلاً من الأرض على شكل دائرةٍ نورانية] يتألَّف من عددٍ لا يُحصى من النجوم، وليس سديمًا كونيًّا يَعكس ضوءَ الشمس (كما اعتقدَ بعضُهم)، ولا ظاهرةً جويةً (كما قال أرسطو). وأحصى أكثرَ من تسعين نجمًا في حزام الجَوْزاء (أو كوكبة الجبَّار)، في حين لا يُرى منها سوى تسعة نجومٍ بالعين المجرَّدة. واكتشفَ أربعةَ أقمارٍ تطوف في مداراتٍ حول المشتري (في نظامٍ شمسيٍّ مصغَّر)، اعتدَّها برهانًا إضافيًّا يعضد النظريةَ الكوپرنيكية. وسَمَّى أقمارَ المشتري "نجوم مِديتشي"[347] نسبةً إلى كوزيمو دي مِديتشي، الدوق الأكبر لتوسكانا [منطقة في الجزء الشمالي الغربي من إيطاليا، عاصمتُها فلورنسا]. فقابَلَ كوزيمو ذلك بأنْ عَيَّن غاليليو فيلسوفَ البلاط وأستاذًا للرياضيّات في جامعة پيزا. ولَم يُلْزَمْ غاليليو بالتدريس في جامعة پيزا، ولا حتى بالإقامة في المدينة، لذلك رَحَلَ بعد تعيينه في شهر أيلول/سبتمبر 1610 إلى فلورنسا ليقيم فيها.

أرسَلَ غاليليو نسخةً من كتابِهِ *Siderius Nuncius* إلى كِپْلر، فتسلَّمَها في 8 نيسان/أبريل 1610. وخلال أحَدَ عشرَ يومًا أنشأ كِپْلر جوابَه في كتابٍ صغيرٍ أسْماه *Dissertatio cum Nuncio Sidereal* (ردٌّ على المرسال النجمي)، عبَّر فيه عن استحسانِهِ لمكتشفات غاليليو، وذَكَّر قرَّاءَه بأعمالِهِ في علم الفلك البصريّ،

(347) Galileo, *The Starry Messenger*, in Drake, Discoveries and Opinions of Galileio, p. 21.

إضافةً إلى تخمينه بإمكان وجود سكانٍ على سطح القمر، وحججه المعارضة لنظرية الكون اللامتناهي.

وفي أواخر شهر آب/أغسطس 1610، استعارَ كِپْلر مِقْرابًا من أرْنست (حاكم كولون المنتخَب)، واستعمله في الأيام العشرة التالية في رصد السماء، ولا سيّما كوكب المشتري وأقماره. لكنَّ دهشتَه من إمكانات الانتفاع بهذه الأداة الجديدة جَعَلتْه يُقَضِّي الشهرين التاليَيْن في دراسةٍ شاملةٍ لانتقال الضوء خلال العدسات، وألَّف عنها فيما بعدُ كتابًا بعنوان *Dioptrice* نُشِر في سنة 1610، وغدا هذا الكتابُ أحدَ الكتب المرجعية الأساسية في علم البصريات الجديد.

وجاءت وفاةُ رودولف الثاني في أوائل سنة 1612 لتُضْطَرَّ كِپْلر إلى مغادرة پراغ، وشَغْلِ منصب أستاذ الرياضيّات في لينْتْس [مدينة في الجزء الشمالي من النمسا]، حيث مَكَثَ فيها الأربع عشرةَ سنةً التالية. وكانت إحدى مهماته الرسميةِ دراسةُ علم التأريخ الزمني، وهي جزءٌ من برنامجٍ في إصلاح التقويم أطلقه الأرشيدوق فرديناند الثاني (ابن الإمبراطور الراحل رودولف). وكان من نتائج دراساتِهِ أن المسيح وُلِدَ في السنة الخامسة قبل الميلاد بحسب التقويم الحديث.

وفي أثناء إقامة كِپْلر في لينْتْس تابَعَ حساباتِهِ في "جداول رودولف"، ونَشَرَ كتابَيْن هامَّيْن آخرَيْن، أولُهما بعنوان *Harmonice Mundi* (تناسُق العالَم)، ظَهَرَ في سنة 1619. واستَوْحى كِپْلر عنوانَه من مخطوطةٍ يونانيةٍ لرسالةِ بطليموس في نظرية الموسيقا وعنوانُها *Harmonica*، حَصَلَ عليها كِپْلر في سنة 1607، واستعملَها في دراساته التحليليه للموسيقا والهندسة والفلك والتنجيم. ويتمثَّل الجزءُ المهمُّ في كتاب "تناسُق العالَم" في العلاقة التي تُعرَف اليوم بقانون كِپْلر الثالث في الحركة الكوكبية، الذي اكتشفه في 15 أيار/مايو 1618، وعَرَضَه في السِّفر الخامس. ينصُّ هذا القانون على أن مربَّع الزمن الذي تستغرقه الدورةُ الواحدةُ للكوكب في مداره يتناسبُ مع مكعَّب بُعْدِهِ عن الشمس (وبتحديدٍ أدقّ: نصف قطر محور المدار الإهليلجي الكبير).

على أن العلاقة بين الأدوار المدارية للكواكب وأنصاف أقطار هذه المدارات

كانت موضع تخمينٍ منذ فيثاغورس وأفلاطون وأرسطو. وكم كانت بهجةُ كِپْلر عظيمةً أن استطاع في نهاية المطاف ـ باتِّباع خُطا بطليموس ـ أن يَكتشف القانونَ الرياضيَّ "الضروريَّ لدراسة التناغم السماوي."[348] وكَتَبَ يعبِّر عن ابتهاجِهِ: "لقد توصَّل اثنانِ إلى ذات الفكرة المتعلقة بصيغة التناسق (مع الفاصل الزمني الكبير بينهما)، وقد نَذَرا نَفْسَيْهما بالكلية للتفكُّر في الطبيعة.... أشعر أنَّ الحماسَ يَستخِفُّنِي، وأنَّ نشوةً لا توصف تتملَّكني إزاء المشهد الرائع لهذا التناسق السماوي."[349]

أهدى كِپْلر كتابَه *Harmonice* إلى جيمس الأول ملك إنكلترا. فقابَلَ الملكُ ذلك بأنْ أرسَلَ سفيرَه السير هنري وُوتون حاملاً معه دعوةَ الملك إلى كِپْلر للإقامة في إنكلترا. وبعد أن فكَّر كِپْلر في هذا العرض بعضَ الوقت، قرَّر في النهاية عدم الاستجابة له.

كان الشاعرُ الإنكليزي جون دَنّ [1572ـ1631] على اطِّلاعٍ بأعمال كوپرنيكوس وكِپْلر، ربما من طريق توماس هاريوت. فقال في سنة 1611 مخاطبًا المؤمنين بتعاليم كوپرنيكوس الفلكية: "من الجائز جدًّا أن تكون معتقداتكم صحيحة.... وأن تتسرَّب في عقول جميع الناس."[350] وفي تلك السنة نفسِها رَثَى جون دَنّ تلاشي علم الكون القديم في مقالٍ له بعنوان "تحليل بنية العالَم":

> ها هي الفلسفةُ الجديدةُ تُشكِّك في صحَّة كلِّ أمر،
> فعنصر النار قد انطفأ؛
> تاهت الشمسُ، وكذا الأرض. وعادَ عقلُ الإنسان
> غيرَ قادرٍ على توجيهه الوجهةَ الصحيحة[351].

(348) Caspar, *Kepler*, p. 296.

(349) Caspar, *Kepler*, pp. 276-77.

(350) John Donne, "Ignatius His Conclave," *in Complete Poetry and Selected Prose of John Donne*, p. 365.

(351) Donne, "The Anatomy of the World," in The Complete Poetry of John Donne, pp. 277-278.

وأما عَمَلُ كِپْلر الرئيسي الثاني في لينْتْس، فهو كتابُه *Epitome Astronomiae Copernicanae* (خلاصة علم الفلك الكوپرنيكي)، نُشِرَ سنة 1621. في الأسفار الثلاثة الأولى من هذا الكتاب (المكوَّن من سبعة أسفار) فَنَّدَ كِپْلر الحججَ التقليدية المعارضة لحركة الأرض، وذهبَ في قوله إلى أبعدَ مما ذهبَ إليه كوپرنيكوس، مستعينًا بمبادئَ عَرَضها غاليليو فيما بعدُ بتفصيلٍ أكبر. وشرَحَ قوانينَه الثلاثة في حركة الكواكب في السِّفْر الرابع، مع نظريته المتعلقة بالقمر. وعالَجَ في الأسفار الثلاثة الأخيرة مسائلَ تطبيقية تتصل بقانونَي حركة الكواكب الأوَّلَيْن، إضافةً إلى نظرياته في حركة القمر والشمس ومبادرة الاعتدالَيْن.

في سنة 1626 اضطُرَّ كِپْلر إلى مغادرة لينْتْس، التي خضعت لحصار دام شهرين أثناء ثورة الفلاحين، وانتقل إلى أُولْم [مدينةٌ جنوبي ألمانيا]، حيث نَشَرَ "جداول رودولف" في أيلول/سبتمبر 1627، وأهداها إلى الأرشيدوق فرديناند الثاني. وتُعَدُّ هذه الجداول الجديدة أكثرَ دقَّةً وضبطًا من جميع الجداول التي سبقتْها، وبقيتْ في قيد الاستعمال ما يربو على قرنٍ كاملٍ من الزمن. واستَعمل كِپْلر هذه الجداول ليتنبَّأ بأن كوكبَيْ عطارد والزُّهَرة سيَعْبُران قرصَ الشمس في سنة 1631. وقد رَصَدَ عبورَ عطارد پيير غاسندي في باريس بتاريخ 7 تشرين الثاني/نوفمبر 1631، معلنًا انتصارَ علم الفلك الكِپْلري، إذ لم يتجاوز الخطأ في تقديرات كِپْلر 10 دقائق قوسية، على حين أنها كانت بفارق 5 درجات قوسية حسب الجداول المعتمِدة على نموذج بطليموس.

لكنَّ عينا كِپْلر لم تَكتحِلا لرؤية نظرياته مثبَتةً ومحقَّقة، فقد عاجلتْه المنيَّة في 15 تشرين الثاني 1630. ونُقِشَ على شاهدة قبره (وهي مفقودةٌ الآن) أبياتٌ من تأليفه:

لطالما أجريتُ قياساتٍ للسماء،
وأنا ذا الآن رهين عتمة القبر.
فلئن كانت روحي من صنع السماء،
لقد بات مأوى رفاتي هاهنا[352].

(352) Owen Gingerich, "Johannes *Kepler*," *DSB*, 7, p. 307.

في تلك الأثناء كان غاليليو ناشطًا في دفع المذهب الكوپرنيكي في مواجهة النظرية الكونية الأرسطية التقليدية المسلَّم بصحَّتها، التي أعاد تفسيرها القديس توما الأكويني لتصبح جزءًا من الأساس الفلسفي للديانة الكاثوليكية الرومانية. وفي بداية شهر آذار/مارس من عام 1616 وَضَعَ المكتبُ الكهنوتي المقدَّس لديوان التفتيش في روما Holy Office of the Inquisition [محكمةٌ كاثوليكية سابقة، نشطت بخاصةٍ في القرنين الخامس عشر والسادس عشر، مهمَّتُها اكتشافُ الهرطقة ومعاقبة الهراطقة] كُتُبَ كوپرنيكوس وجميعَ المؤلَّفات الأخرى المؤيِّدةِ له، ومن بينها أعمال كِپْلر، في قائمة الكتب التي يُحرَّم على الكاثوليك قراءتها. يقضي هذا القرار بأن الاعتقاد بأن الشمس هي المركز الثابت للكون هو "حُمْقٌ ومنافٍ للعقل، وخاطئٌ فلسفيًّا وهرطقيٌّ رسميًّا."[353] وأمَرَ البابا بولس الخامس الكاردينال بيلارماين بتوبيخ غاليليو، وتحذيره من عدم التمسك بمبادئ كوپرنيكوس أو الدفاع عنها بعد الآن. وفي 3 آذار/مارس أعلن بيلارماين أن غاليليو أذعَنَ لتحذير البابا، وبذلك انتهى الأمر عند هذا الحد مؤقتًا.

بعد هذا اللَّوم عاد غاليليو إلى داره في آرْسِتْري في ضواحي فلورنسا، حيث بقي ملازمًا الصمت سَبْعَ سنين. ولكن بعد وفاة البابا غريغوريوس الخامس عشر سنة 1623، أصبح غاليليو مفعمًا بالأمل بعد أن عَلِمَ أن صديقَه مافيو كاردينال باربارياني فاز بلقب البابا أورْبان الثامن. وبتشجيعٍ من صديقِهِ المنتخَب قدَّم غاليليو مباشرةً رسالةً عنوانُها *Il Saggiatore* (المُعايِر)، نُشِرت في أواخر تلك السنة، وأهداها إلى أورْبان الثامن.

وواقع الأمر أن رسالة *Il Saggiatore* كانت نتاجَ جَدَلٍ حول طبيعة المذنَّبات بين غاليليو والأب هوراشيو غراسي، وهو فلكيٌّ يَسُوعيّ Jesuit [اليسوعي: عضو في رهبانيةٍ كاثوليكية أنشأها عام 1534 القديس إغناطيوس لويولا بقصد التبشير ومكافحة الهرطقات والبدع]. وقد أثار هذا الجدلَ ظهورُ

(353) Armitage, *Copernicus and Modern Astronomy*, p. 189.

ثلاثةِ مذنَّباتٍ على التعاقب في سنة 1618، وظلَّ ثالثُها ـ وهو أسطعها ـ مرئيًّا حتى كانون الثاني/يناير 1619. أما غراسي، الذي يؤيِّد نموذجَ تيخو في الحركة الكوكبية، فقد أخَذَ بوجهةِ نَظَرِ أرسطو القائلةِ بأن المذنَّبات إنما هي ظواهرُ جويةٌ ليس غير. وأما غاليليو، فقد أصرَّ على أنها إنما تقع في المجال السماوي. ومهما يكن الأمر، فإن الفاتيكان تَقبَّل رسالةَ *Il Saggiatore* بقبولٍ حَسَنٍ، وسافرَ غاليليو إلى روما في ربيع 1623، والتقى البابا ستَّ مرات. أطْرَى البابا أورْبان على الرسالة، لكنه رفَضَ إلغاء المرسوم البابوي لعام 1616 المعارض للنظرية الكوپرنيكية، علمًا بأنه قال إنه لو كان الأمرُ بيده لما فُرِضَ الحظرُ أصلاً. على أن غاليليو تلقَّى إذنًا من أورْبان بمناقشة النظرية الكوپرنيكية في كتابٍ مستقلٍّ على أن يُعطَى لنموذج أرسطو ـ بطليموس حظٌّ مماثلٌ من الاهتمام والنَّزاهة.

كان من شأن محادثات غاليليو مع أورْبان أن تشجِّعه على أن يُنفق السنوات الستِّ التالية في تصنيف كتابٍ سَمَّاه "حوار حول منظومتَي الكون الرئيسيتَيْن، لبطليموس وكوپرنيكوس"، أتَمَّه في سنة 1630، ونُشِرَ في شباط/فبراير 1632. قُسِّم الكتابُ إلى أربعة أيامٍ من المحادثات بين ثلاثة أصدقاء: ساليالياتي (من أتباع كوپرنيكوس)؛ ساغْرِدو (متشكِّكٌ ذكيٌّ تحوَّل إلى الكوپرنيكية)؛ وسيمْپْليسيو (من أتباع أرسطو).

خُصِّصَ اليومُ الأول لتفنيد وجهة النظر الأرسطية للكون. وفي اليوم الثاني فُنِّدت الاعتراضاتُ على حركات الأرض لأسبابٍ فيزيائية. ومع أن معظمَ حججِ غاليليو التي وردت هنا كانت مُقْنعةً، فقد اعتمدتْ على فكرتِهِ الخاطئة المتعلِّقة بالقصور الذاتيِّ للحركة الدائرية. وخُصِّص اليومُ الثالث للمناقشات المؤيِّدة للكوپرنيكية والمعارِضة لها. هنا لم يكن غاليليو في الأعم الأغلب مُنْصِفًا في نَقْدِهِ عندما تناول المنظومتَيْن الكونيَّتَيْن، وغالَى في ادِّعاءاته بتفوُّق النظرية الشمسية المركز. وخُصِّص اليومُ الرابع لنظرية غاليليو الخاطئة المتعلِّقة بفعل ظاهرتَي المدِّ والجزْر، التي يَعتقد أنها برهانٌ قاطع على دوران الأرض.

وعلى الرغم من مواطن الخلل هذه، فإن حججَ الكوپرنيكية كانت مقنعةً جدًّا، وكان سيمْپْليسيو المسكين (من أتباع أرسطو) يُهزَم حيالَها في كلِّ مرة.

وقد وضَّحتْ ملاحظةُ سيمْپْليسيو الختاميةُ محاولةَ غاليليو الاحتفاظ لنفسه في إصدار حُكْمٍ لهذه المناظرة، يقول سيمْپْليسيو: "إن من الإغراب في الجرأة حقًّا أن يُقْدِم أيُّ إنسانٍ على تحديد وتقييد القدرة والحكمة الإلهية بما يلائم أهواءه الخاصة." [354] وكانت هذه العبارةُ في ظاهرها اقتباسًا مباشرًا تقريبًا لكلماتٍ كان قد قالها البابا أورْبان لغاليليو في سنة 1623. فلما قرأ أورْبان كتاب الحوار تَذَكَّر هذه الكلمات وامتعضَ امتعاضًا شديدًا، ظنًّا منه أن غاليليو قد خَدَعه واستغلَّ صداقتَهما لانتهاك المرسوم البابوي لعام 1616، الذي يحظر تدريس الكوپرنيكية. وقد صرَّحَ السفيرُ الفلورنسيُّ فرانسيسكو نيكوليني أنه بعد تداوُلِه الرأيَ حول كتاب "الحوار" مع أورْبان، استشاطَ البابا غَضَبًا وصاح قائلاً: "لقد تجرَّأ غاليليو على التدخُّل في أمورٍ عليه ألَّا يتدخَّل فيها، وفي موضوعاتٍ هي من أخطر ما يمكن أن يُثار في هذه الأيام." [355]

أمر أورْبان المكتبَ الكهنوتي المقدَّس بالنظر في هذه المسألة، واستدعى غاليليو للحضور إلى روما. فوَصَلَ غاليليو إلى روما في شباط/فبراير 1633، لكنَّ محاكمتَه أمام ديوان التفتيش لم تبدأ حتى نيسان/أبريل. وقد أُدين بتهمة تجاهُل مرسوم المكتب المقدَّس لعام 1616 القاضي بعدم تدريس الكوپرنيكية. وتداولت المحكمةُ في الأمر حتى حزيران/يونيو قبل أن تصدر حكمها، وكان غاليليو في تلك المدَّة محتجَزًا في قصر السفيرُ الفلورنسيُّ. ثم أُحضِرَ ثانيةً إلى المكتب المقدَّس، وأُقْنِعَ بالاعتراف بأنه ذهَبَ بعيدًا في تأييدِهِ "الهرطقةَ" الكوپرنيكية، وهو يعلن الآن تَخَلِّيه عنها. وبناءً على ذلك حُكِمَ عليه بعقوبة الحَبْس لأجَلٍ غير مسمًّى، ووُضِعَ كتابُه "الحوار" في القائمة [أي قائمة الكتب المحظورة]. خُفِّفَت عقوبة الحَبْس مباشرةً، وسُمِحَ له بالإقامة في أحد البيوت الرومانية التابعة لأُسرة مِديتشي Medici family [أسرةٌ إيطاليةٌ كان لها دورٌ بارزٌ في الحياة السياسية والثقافية لفلورنسا وتوسكانيا]، وبعدها انتقلَ إلى مدينة

(354) Galileo, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, Ptolemaic and Copernican, p. 464.

(355) De Santillana, *The Crime of Galileo*, p. 191.

سِيِينا، ثم سُمِحَ له في نيسان/أبريل 1634 بالعودة إلى داره في آرْسِتْري.

ما إن عاد غاليليو إلى منْزِلِهِ حتى استأنَفَ ثانيةً بحوثَه التي كان قد كفَّ عنها نحوًا من ربع قرن، ولا سيّما ما يتعلَّق بدراسة الحركة. وقد تمخَّض نشاطُه هذا عن ظهور آخِرِ أعمالِهِ وأعظمها شأنًا، وهو كتاب: *Discourses and Mechanical Demonstrations Concerning Two New Sciences, of Mechanics and of Motions* (مقالاتٌ وعروض في عِلْمَيْن جديدَيْن: الميكانيك والحركة)، أمْلاه على مُرِيدِهِ ڤينْسِنْزو ڤيڤياني. تَمَّ الكتابُ في سنة 1636، وكان عُمُرُ غاليليو وقتها اثنتين وسبعين سنة، وقد شاخَ وعَشِيَ بصرُه. ولَمَّا كان من المستحيل نَشْرُ الكتاب في إيطاليا، بسبب الحظر البابوي على أعمال غاليليو، هُرِّبَت المخطوطةُ إلى لَيْدَن [مدينةٌ في الجزء الجنوبي الغربي من هولندا. اشتُهرت بمطبعتها العربية التي أَخْرَجت عددًا ضخمًا من كتب التراث الإسلامي محقَّقةً بأقلام المستشرقين]، وهناك نُشِرَ كتاب *Discourses* في سنة 1638، في الوقت الذي أمسى فيه غاليليو كفيفَ البصر تمامًا.

نُظِّمَ كتابُ *Discourses* على غرار كتاب "الحوار"، فقسِّم إلى أربعة أيامٍ من المناقشات بين ثلاثة أصدقاء. خُصِّصَ اليومُ الأول للمواضيع التي لم يكنْ غاليليو راضيًا عن حلِّها، ولا سيّما تأمُّلاتُه في النظرية الذرية للمادة. وخُصِّصَ اليوم الثاني لدراسة واحدٍ من عِلْمَيْن جديدَيْن، في حقل دراسات الهندسة الميكانيكية، يسمَّى الآن "مقاومة المواد". وخُصِّصَ اليومان الثالث والرابع لدراسة العِلم الثاني الجديد وهو علم الحركة المجرَّدة kinematics، ويُعنى بالوصف الرياضي للحركة، ويتضمَّن ذلك: دراسة الحركة عند سرعةٍ ثابتة؛ والحركة المتسارعة بانتظام (كالسقوط الحرّ)؛ والحركة المتسارعة غير المنتظمة (كنَوَسانِ البندول)؛ والحركة الثنائية البُعد (كمسار القذيفة ذي الشكل القطعيّ المكافئ).

توفي غاليليو في آرْسِتْري بتاريخ 8 كانون الثاني/يناير 1642، قبل ثمانيةٍ وثلاثين يومًا من عيد ميلاده الثامن والسبعين. وسعى الدوق الأكبر لتوسكانا لإقامة نُصْبٍ تذكاري تخليدًا لذكراه، غير أنه نُصِحَ بالعدول عن هذا خشيةَ إثارة

حفيظة المكتب المقدَّس، ذلك لأن البابا كان قد قال عن غاليليو "إنه أحدَثَ أكبر فضيحةٍ في العالَم المسيحي كلِّه."[356]

بعد وفاة غاليليو وُجدتْ بيده ورقةٌ فيها ملاحظةٌ تتعلَّق بالصحائف التمهيدية لنسخته الشخصية من كتابه "الحوار". ربما يكون كَتَبها بعد أن سَجَنَه المكتبُ المقدَّس لتأييدِهِ "الهرطقةَ" الكوپرنيكية.

> اعلموا، أيها اللاهوتيون، أنكم - في مسعاكم لتحقيق قضايا الإيمان والرأي المتَّصل بثبات الشمس والأرض - قد تعرِّضون أنفسكم لغَرَر اتهام أشخاصٍ بالهرطقة أن يقولوا إنَّ الأرضَ ثابتةٌ وإنَّ الشمسَ تُغيِّر موضعها. إنني أُعلن أن بالإمكان اليوم البرهان فيزيائيًّا أو منطقيًّا على أن الأرض تتحرك وأن الشمس ثابتة في مكانها[357].

(356) Koestler, *The Sleepwalkers*, p. 503.

(357) Galileo, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, Ptolemaic and Copernican, p. v.

الثورة العلمية

تُمثِّل أرصادُ ونظرياتُ كوپرنيكوس وتيخو براهِه وكِپْلر وغاليليو وغيرِهم من بعض معاصريهم المرحلةَ الأولى من تغيُّرٍ فكريٍّ عنيفٍ أصبح يُعْرَف بالثورة العلمية Scientific Revolution، التي استمرَّت طوال القرن السابع عشر، وحتى السنوات الأولى من القرن الثامن عشر. ومع أن بعض المؤرِّخين المُحْدَثين اختلفوا حول مفهوم "الثورة العلمية"، باعتباره مصطلحًا ابتُكر في سنة 1939، فقد اتفقوا جميعًا على أنه كان حقبةً تَغيَّرَ خلالها عِلْمُ الكون في أوروبا الغربية تغيُّرًا جذريًّا ونشأ فيها المفهومُ العلميُّ الحديث.

وقد ابتُكرت فلسفتان علميتان مختلفتان اصطبَغَ بهما القرن السابع عشر؛ إحداهما الفلسفةُ التجريبية، وهي طريقة استقرائيةٌ تُنسَب إلى فرانسيس بيكون (1561ـ1626)؛ والأخرى الفلسفةُ النظرية، وهي طريقةٌ استنتاجيةٌ تُنسَب إلى رينيه ديكارت (1596ـ1650).

أما بيكون، فيرى أن هذا العِلمَ الجديد ينبغي أن يَعتمِد في المقام الأول على الملاحظة والتجريب، وألَّا يَضَعَ القواعدَ والقوانين العامة إلَّا بعد دراسةٍ متأنِّيةٍ وشاملةٍ للطبيعة. ولم يَقبلْ بيكون قطُّ بالنظرية الكوپرنيكية، التي وصَفَها بأنها مجرَّد "فرضية"، وانتقد كلاًّ من بطليموس وكوپرنيكوس لأنهما لم يقدِّما أكثر من "حساباتٍ وتنبُّؤات" بدلاً من أن يقدِّما "فلسفة... أي ما يوجد في الطبيعة نفسِها، ممَّا هو صحيحٌ حقيقةً وفعلاً."[358]

(358) Mary Hesse, "Francis Bacon," *DSB*, 1, p. 372.

وأما ديكارت، فقد سَعَى إلى أن يضفي على القوانينِ الفيزيائيةِ وثوقيَّةَ القوانينِ الرياضية، في إطار برنامجٍ بَسَطَه في "مقال في طريقة المحاكمة المنطقية الجيدة والبحث عن الحقيقة في العلوم". وعلى حين أن ديكارت بدأ - في الفلسفة - من وجود الذات "أنا أفكِّر، إذن أنا موجود"[359]، فقد بدأ في الفيزياء من وجودِ المادة، وشَغْلِها حيزًا في الفراغ، وحركتِها فيه. وهذا يعني أن أيَّ شيءٍ في الطبيعة يمكن اختزالُه إلى مادةٍ متحرِّكة. فالمادة موجودةٌ على شكل جُسَيْماتٍ منفصلةٍ تتصادم فيما بينها في حركتها الدائبة، وتُغيِّر سرعاتِها الإفرادية في أثناء ذلك، ولكنَّ "كمية الحركة"[360] الكلِّية في الكون تبقى ثابتة. ويتَحدَّث ديكارت عن أصل هذا القانون الإلهي في كتابه "مبادئ الفلسفة" (1644)؛ يقول: "في البداية خَلَقَ اللهُ القديرُ المادةَ بحركتها وسكونها، وهو الآن يَصون - بتواقتٍ منتظمٍ - الكميةَ نفسَها من الحركة والسكون في العالَم المادِّي مثلما وضَعَها في البداية."[361]

عَرَضَ ديكارت منهجَه في كتابَيْه: "قوانين في توجيه العقل" (أتَمَّه في سنة 1628، غير أنه لم يُنشَر إلَّا بعد وفاته)، و"مقال في المنهج"، نُشِرَ في سنة 1637 مع ثلاثةِ ملاحقَ عناوينُها: "البصريات" و"الهندسة" و"الأرصاد الجوية". وقدَّم الصيغةَ النهائيةَ لقوانينه الثلاثة المتعلِّقة بالطبيعة في كتابه "مبادئ الفلسفة" (1644). ينصُّ القانونُ الأول، وهو مبدأ العطالة أو القصور الذاتي، على أن "أيَّ جسمٍ يبقى على حالته ما وَسِعَه ذلك، وعليه فإن الجسمَ المتحرِّك يبقى مستمرًّا في حركته على الدوام."[362] وينصُّ القانون الثاني على أن "الحركةَ هي في حدِّ ذاتِها حركةٌ مستقيمة... وأن أيَّ جزءٍ من المادة، يَنْزِعُ دومًا إلى الاستمرار في الحركة وفق خطوطٍ مستقيمةٍ فقط، وليس وفق أيِّ مسارٍ غير مستقيم."[363] ويتعلَّق القانون الثالث بالتصادم: "إذا اصطدم جسمٌ بآخرَ

(359) Descartes, *PWD*, vol. 1, p. 127.
(360) Descartes, *PWD*, vol. 1, p. 240.
(361) Descartes, *PWD*, vol. 1, p. 240.
(362) Descartes, *PWD*, vol. 1, p. 240.
(363) Descartes, *PWD*, vol. 1, pp. 241-242.

أقوى منه، فلا يَفقد شيئًا من حركته؛ أما إذا اصطدم مع جسمٍ ضعيف، فيَفقد كميةً من الحركة تساوي تلك التي نَقَلَها إلى الجسم الآخر."[364]

قدَّم ديكارت في ملحق "البصريات" نظريتَه الميكانيكية في الضوء، الذي تصوَّره سلسلةً من النبضات تَنتشر عبر الجسيمات المجهرية المتناثرة التي تملأ الفراغات بين الأجسام المرئية بالعين المجرَّدة، دون أن تترك أيَّ خواء. وبفضل هذا النموذج أعطى ديكارت الصيغةَ الصحيحةَ لقانون الانكسار، لكنَّه استنبط منه أن سرعةَ الضوء في الماء أكبرُ منها في الهواء، وهذا غير صحيح.

ويبدو أن أوَّلَ استنباطٍ صحيحٍ من قانون الانكسار ظهر في كتابٍ لعالِمِ الرياضيّات الهولنديِّ ڤيلَبْرورد سْنيل (1580-1626)، لم يُنشَر إلا بعد وفاته؛ وفي هذا الكتاب حلٌّ لمسألةٌ أخرى استعصتْ على الفيزيائيين منذ العصور القديمة. ينصُّ هذا القانون، بصيغته الحديثة، على أنه عند انتقال الضوء من وسطٍ إلى آخر، يقع الشعاعُ الساقطُ والشعاعُ المنكسرُ في مستوٍ واحدٍ مع الناظم على السطح، وتكون نسبةُ جَيْب زاوية السقوط إلى جَيْب زاوية الانكسار مساويةً لنسبة سرعتَي الضوء في الوَسَطَيْن.

استوحى ديكارت ملحق "الهندسة" مما سمَّاه "الرياضيّات الحقيقية"[365] لقدماء اليونان، وبوجهٍ خاصّ پاپوس وديوفانتوس. وفي هذا الملحق أعطى ديكارت أساسًا هندسيًّا للعمليات الجبرية، وهو أسلوبٌ اتَّبعه بعضُ سالِفِيه إلى حدٍّ ما، في زمنٍ سابقٍ قد يرقى إلى الخوارزمي. وكان للرموز التي استعملها ديكارت الفضلُ في تحقيق تقدُّمٍ سريعٍ في الجبر وغيره من فروع الرياضيّات، بل لقد أدَّى عملُه هذا إلى بزوغ فرعٍ جديدٍ في الرياضيّات يُعرَف اليوم بالهندسة التحليلية، سبقَ إلى ريادِهِ پيير فيرما (1601-1665)، الذي يُعَدُّ أيضًا من أصحاب نظرية الأعداد ونظرية الاحتمالات الحديثَتَيْن.

أما ملحق "الأرصاد الجوية"، فتضمَّن نظريةَ ديكارت المتعلِّقة بقوس قزح،

(364) Descartes, *PWD*, vol. 1, p. 242.

(365) Michael S. Mahoney, "Descartes: Mathematics and *Physics*," *DSB*, 4, p. 55.

استَعمل فيها قوانين الانعكاس والانكسار للحصول على القيم الصحيحة للزوايا التي تَظهر عندها الأقواس الأساسية والثانوية. وحاول أن يعطيَ تفسيرًا وصفيًّا لألوان قوس قزح، ولكن هذا كان معتمِدًا على فكرته الخاطئة بأن الضوء ينتقل في الماء بسرعةٍ أكبرَ من سرعته في الهواء.

يعرض ديكارت رؤيتَه في علم الكون الميكانيكي mechanistic cosmology في الفصول 8 ـ 12 من كتابه *Le monde, ou Traité de la lumière* (الكون، أو مقالة في الضوء)، تأسيسًا على نظريته المتعلِّقة بالمادة وقوانين الحركة. وَوَصَفَ هذا "العالَمَ الجديدَ"[366] المفتَرَض بأنه يتألَّف من عددٍ غير محدودٍ من دُوَّاماتٍ vortices متجاورة، لكلٍّ منها نَجْمٌ خاصٌّ به ـ يُشْبِه شمسَنَا ـ يقع في مركز منظومةٍ كوكبيةٍ تَحْمِلُها على الدوران حركةُ جسيماتِ المادة الثلاثيةِ الأنواع التي يَعتقد ديكارت أنها تملأ الفراغَ كلَّه.

لاقتْ نظرية الدُّوَّامة لديكارت قبولاً بادئ الأمر لدى الكثيرين، غير أن بحوث كريستيان هايْجِنْز (1629ـ1695) [عالِمٌ هولنديٌّ وَضَعَ نظريةَ الضوء الموجيَّة، واخترعَ أولَ ساعةٍ مزوَّدةٍ برقَّاص] أظهرتْ بصورةٍ قاطعةٍ أنها خاطئةٌ تمامًا. وقد استنَدَ هايْجِنْز في رفضِهِ نظريةَ الدُّوَّامة إلى دراساتِهِ في علم التحريك dynamics؛ فدرسَ في إحداها الحالةَ الآتية: شخصٌ يقف في مركز منصَّةٍ دوَّارة يُمْسِك بسلكٍ تتصل بنهايتِهِ كرةٌ رصاصيَّة. فعندما تدور هذه المنصة، يَشعر الشخصَ بقوَّةٍ نابذةٍ (أو خارجية) تؤثِّر في السلك، وتولِّدُ بدورها قوَّةً جاذبةً (أو داخلية) ناتجةً عن السلك. ووَجَدَ هايْجِنْز أن القوةَ الجاذبةَ المطبَّقة على الكرة تتناسبُ طردًا مع كتلة الكرة ومربَّع سرعتها، وعكسًا مع نصف قطر مسارها الدائري، فأنشأ بذلك أساسَ علم التحريك المتَّصل بالحركة الدائرية. وخَلَصَ ـ بفضل هذا الاكتشاف ودراساتِهِ لقوانين التصادُم ـ إلى أن النظريةَ الديكارتية في وصْف الكون غيرُ صحيحة. وحسبما قال في سنة 1693: "إنني لا أكاد أجد شيئًا يمكنني الوثوق بصحَّته في كلِّ ما جاء به ديكارت في الفيزياء

(366) Descartes, *PWD*, vol. 1, p. 90.

والميتافيزيقا." [367]

أما الفكرةُ الأرسطيةُ التي اعتمَدَها ديكارت والقائلةُ باستحالةِ وجودِ الخواء، فقد أثبتَ عدمَ صحَّتِها عددٌ من معاصريه، بدءًا من [الإيطاليّ] إيڤانجيليستا توريشَلّي (1608ـ1647) و[الفرنسي] بليز پاسكال (1623ـ1662). فقد أدَّى اختراعُ توريشَلّي لمقياس الضغط الجويّ (البارومتر) في سنة 1643 إلى أن يَستَنتج أنَّ الحيِّزَ المحدود فوق عمود الزئبق في مقياس الضغط يمثِّل خواءً جزئيًا على الأقل، وأن فَرْقَ الارتفاع بين عمودَيْ أنبوبٍ نِضْوِيٍّ (على شكل U)، ليس سوى قياسٍ لوزن عمود الهواء الممتدِّ إلى أعلى الغلاف الجوي. ثم تَحقَّق پاسكال من صحة نتائج توريشَلّي، بوضعِ مقياسِ ضغطٍ في قمَّة جبل پي دو دُوم Puy de Dôme (في وسط فرنسا)، فلاحَظَ أنَّ فرْقَ الارتفاع بين عمودَي المقياس أقلُّ منه عند سطح البحر. وشجَّعت نتائجُ هذه التجربة پاسكال على أن يَستحثَّ أتباعَ أرسطو على مراجعةِ كتاباتِ أستاذِهم علَّهم يجدون فيها ما يُمكِّن من تفسير هذه النتائج، "وإلَّا فعليهم أن يُدركوا أنَّ التجاربَ هي المرشدُ الحقيقيُّ الذي ينبغي أن نتَّبعه في الفيزياء؛ وبأن التجربةَ التي أُجريتْ على الجبال أَسْقطت الاعتقادَ السائد بأن الطبيعةَ لا خواءَ فيها." [368]

ثم اكتَشفَ المهندسُ الألمانيُّ أوتُّو فون غيريك (1602ـ1686) أنَّ بالإمكان ضَخَّ الهواء كما لو كان ماءً، فاستطاع بذلك إحداثَ خواءٍ بطريقةٍ ميكانيكية؛ ففي تجربةٍ مشهورةٍ أُجريت في مدينة ماغْدَبورغ سنة 1657، ضَخَّ غيريك الهواءَ من تجويفٍ كرويٍّ صُنِع من نصفَيْ كرة من النحاس، وبيَّن أن فرْقَ الضغط الناتج كان كبيرًا جدًّا لدرجةِ أن مجموعتَيْن من الخيول ـ حاولتا سَحْبَ نصفَيْ الكرة باتجاهَيْن متعاكسَيْن ـ لم تتمكَّنا من فصلهما أحدهما عن الآخر.

حثَّ برهانُ غيريك العمليُّ الكيميائيَّ الإيرلنديَّ روبرت بُويْل (1627ـ1691)

(367) Gaukroger, Descartes: *An Intellectual Biography*, p. 421.

(368) Desmond M. Clarke, "Pascal's Philosophy of Science," in Hammond, *The Cambridge Companion to Pascal*, p. 114.

على صُنعِ مضخَّةِ تَخْوِيَة vacuum pump، باستعمال تصميم وَضَعَه الفيزيائيُّ الإنكليزيّ روبرت هوك (1635ـ1703). استَعمل بُويْل مضخَّةَ التَّخْوِيَة لإجراء دراسةٍ في علم الخواص الميكانيكية للهواء والغاز pneumatics، وألَّف في ذلك كتابًا بعنوان *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of Air and Its Effects*، نَشَرَه في سنة 1660. وكان من النتائج التي توصَّل إليها: أنه يمكن إحداثُ خواءٍ، جزئيّ على الأقل؛ وأن الصوتَ لا ينتشر في الخواء؛ وأن الهواءَ ضروريٌّ للحياة أو للاشتعال؛ وأنه مَرِنٌ قابلٌ للانضغاط. ثم وَضَعَ ملحقًا للطبعة الثانية من هذا الكتاب، نُشر في سنة 1662، ضَمَّنه علاقةً تُعرَف اليوم بقانون بُويْل، ينصُّ على أن ضغط الغاز المحصور يتناسب عكسًا مع حجمه [شريطة أن تبقى درجة الحرارة ثابتة].

تأثَّر بُويْل بكلٍّ من الفلسفة التجريبية لفرانسيس بيكون، ونظرةِ ديكارت الميكانيكية للطبيعة، وكذلك بالفلسفة الطبيعية لأبيقور، التي أحياها پيير غاسندي (1592ـ1655)، وهو قسٌّ كاثوليكيٌّ فرنسيٌّ نَشَرَ في سنة 1647 كتابًا حاول فيه التوفيقَ بين النظرية الذرية والعقيدة المسيحية. وهذا ما حَمَلَ بُويْل على أن يختار الصيغةَ الجُسَيميَّةَ للمذهب الميكانيكي [المذهب القائل بأن العمليات الطبيعية قابلةٌ للتفسير بخصائص جُسَيْمات المادة، كالحركة والسكون إلخ]، التي وَصَفَها في رسالته: *Some Thoughts About the Excellence and Grounds of the Mechanical Philosophy* (رؤًى في مزايا وأسس الفلسفة الميكانيكية)، التي نُشرت سنة 1670.

بَلَغَت الثورةُ العلميةُ أوجَها مع الحياة المهنية لإسحاق نيوتن (1642ـ1727)، الذي بَوَّأتْه عبقريتُه الفذَّةُ ليَكون الشخصيةَ المركزيةَ في نشوء العلم الحديث.

وُلِدَ نيوتن في 25 كانون الأول/ديسمبر 1642، في السنة التي توفي فيها غاليليو. وكانت ولادتُه في منْزلٍ ريفيٍّ في وولزثورب التابعة لمقاطعة لنكولنشير [في الجزء الشرقي] من إنكلترا. كان والدُه مزارعًا أُميًّا، توفي قبل ولادة إسحاق بثلاثة أشهر، وتزوَّجتْ أمُّه ثانيةً بعد ثلاث سنوات، غير أنها ترمَّلت من جديد بعد

ثماني سنوات. ولما بَلَغَ نيوتن الثانيةَ عشرةَ من عمره، سُجِّل في المدرسة الثانوية في قرية غرانثام المجاورة، ودَرَسَ فيها إلى أن بَلَغَ الثامنةَ عشرة. فأحسَّ خالُه، وهو من خرِّيجي جامعة كامبردج، أن ابنَ أخته ذو موهبةٍ عظيمة، فأقنَعَ أمَّ إسحاق بإرسال ابنِها إلى جامعة كامبردج، وهناك سُجِّل في عداد طلَّاب كلية تْرينيتي في حَزِيران/يونيو 1661.

اطَّلع نيوتن في كامبردج على مذهب أرسطو ومبادئِهِ في الكونيات، إضافةً إلى الفيزياء الجديدة والفلك والرياضيّات لكلٍّ من كوپرنيكوس وكِپْلر وغاليليو وفيرما وديكارت وهايْجِنْز وبُويْل. وفي سنة 1663 بدأ نيوتن يدرس على إسحاق بارو (1630ـ1677)، المعيَّن حديثًا أستاذًا للرياضيّات والفلسفة الطبيعية. هَذَّبَ بارو أعمال أُقليدس وأرخميدس وأپولونيوس، ونَشَر أعمالَه الخاصةَ في الهندسة والبصريات بمساعدة نيوتن.

بدأ نيوتن، بحسب شهادته، بحوثَهُ في الرياضيّات والفيزياء في أواخر سنة 1664، قُبَيْل انتشار طاعونٍ أدَّى إلى إغلاق الجامعة، فاضطُرَّ نيوتن إلى العودة إلى مسقط رأسه. وفي السنتَيْن التاليتَيْن، اللتين وصَفَهما بأنهما استثنائيتان في حياته، اكتَشَفَ قوانينَه في التجاذب العام والحركة، إضافةً إلى مبادئه في القوة الجاذبة والتسارع.

وهذا يدلُّ على أن نيوتن استَنبطَ قانونَ القوة الجاذبة والتسارع عام 1666 تقريبًا، أي قبل هايْجِنْز بنحو سبع سنوات، علمًا بأنه لم يَنشرْه في ذلك الوقت. وقد استَعملَ هذا القانونَ لحساب تسارع القوة الجاذبة عند سطح الأرض بفعل دورانها اليوميّ، فاكتَشَفَ أنه أقلُّ من التسارع الناشئ عن الثقالة الأرضية بعامل 250، فحَسَمَ بذلك المسألة القديمة: لماذا لا تندفع الأجسامُ خارجَ الكوكب بفعل دورانه؟ وحَسَبَ نيوتن أيضًا القوةَ الجاذبةَ اللازمةَ لبقاء القمر في مداره، وقارَنَها بالتسارع الناجم عن الثقالة على سطح الأرض، فوَجَدَ أنهما متناسبان عكسًا مع مربعَيْ مسافتَيْهما عن مركز الأرض. ثم أكَّدَ، باستعمال قانون كِپْلر الثالث في الحركة الكوكبية مع قانون تسارع القوة الجاذبة، صحَّةَ قانون التربيع العكسي inverse square law للتثاقل في المنظومة الشمسية. وفي الوقت نفسه وَضَعَ

أُسُسَ حساب التفاضل والتكامل، وصاغَ نظريتَه في تَحلُّل الضوء الأبيض إلى ألوانه المركَّبة. كَتَبَ يقول: "كلُّ ذلك كان في سنَتَي الطاعون 1665 و1666، لأنني كنتُ في هاتين السنتَيْن قد بلغتُ أوجَ عطائي في الاختراع والرياضيّات العقلية والفلسفة أكثرَ من أيِّ وقتٍ سواهما."[369]

عندما تَطامَنَ الطاعونُ وانحسَرَ عادَ نيوتن إلى كامبردج، فوصل إليها في ربيع 1667. وبعد سنتَيْن خَلَفَ بارو أستاذًا للرياضيّات والفلسفة الطبيعية، وما برح يَشغل هذا المنصبَ نحوًا من ثلاثين عامًا.

خلال السنوات الأولى بعد تَسَلُّم نيوتن منصب الأستاذيَّة، وَقَفَ قسطًا كبيرًا من وقته للبحث في البصريات والرياضيّات. وتابَعَ تجاربَه في الضوء، فدَرَسَ انكسارَه في المواشير والشرائح الزجاجية الرقيقة، إضافةً إلى وضْع تفاصيلِ نظريته في الألوان. واستمرَّ كذلك في تجاربه الكيميائية؛ وظلَّ ـ شأنَ معظم معاصريه ـ متأثِّرًا بالمفاهيم القديمة المتعلِّقة بالخيمياء.

أتاحَ صمتُ نيوتن لروبرت هوك (1635ـ1703) الادِّعاءَ بأنه أوَّلُ مَن اكتَشَفَ قانون التربيع العكسي للقوة التثاقلية. وفي تشرين الثاني/نوفمبر 1662 عُيِّن هوك القيِّمَ الأولَ للتجارب التي تُجرى في الجمعية الملكية التي أُسِّست حديثًا في لندن، وظلَّ في هذا المنصب حتى وفاته سنة 1703. حقَّق هوك عددًا من المكتشفاتِ المهمَّةِ في الميكانيك والبصريات والفلك والتكنولوجيا والكيمياء والجيولوجيا. ويُذْكَر هوك اليوم أوَّلَ ما يُذكَر بالعلاقة التي تُنسَب إليه وتُعرَف بقانون هوك، الذي ينصُّ على أن القوةَ اللازمةَ لِمَطِّ نابضٍ تتناسب مع مقدار امتطاطه، وهي فكرةٌ يمكن تطبيقها في دراسة أيِّ حركةٍ توافقيةٍ بسيطة.

في غضون ذلك، تابَعَ نيوتن بحوثَه في الضوء، ونَجَحَ في صنْع مِقرابٍ عاكس، يُعَدُّ تطويرًا مهمًّا للمقاريب الكاسرة المستعمَلة آنذاك. فلما تَسرَّبتْ أنباءُ اختراعه، طُلِبَ إليه عَرْضُهُ في الجمعية الملكية في لندن، التي كانت قد بدأت للتوِّ

(369) Westfall, *NAR*, p. 143.

عقْدَ اجتماعاتها الأسبوعية الرسمية. نَجَحَ العرضُ نجاحًا باهرًا طُلب على أثره إلى نيوتن الانضمامُ إلى عضوية الجمعية الملكية. فانتُخب عضوًا فيها بتاريخ 11 كانون الثاني/يناير 1672.

كَتَبَ نيوتن، بحكم التزاماته عضوًا في الجمعية، مقالاً بحثيًّا عن تجاربِهِ في البصريات، وسَلَّمه بتاريخ 28 شباط/فبراير 1672 ليُتلى في اجتماعٍ للجمعية. فنُشِر المقال لاحقًا في محاضر الجلسات الفلسفية للجمعية الملكية *Philosophical Transactions of the Royal Society*، وعَرَضَ فيه نيوتن اكتشافَه أنَّ ضوءَ الشمس يتكوَّن من طيفٍ مستمرٍّ من الألوان، يمكن تحليلُها بتمرير الضوء عبر وسطٍ انكساريٍّ كالموشور الزجاجي. ووَجَدَ أن "الأشعةَ التي تُحْدِث اللونَ الأزرق أشدُّ انكسارًا من تلك التي تُحْدِث اللونَ الأحمر"[370]، واستَنتَجَ أنَّ ضوءَ الشمس مزيجٌ من الأشعة الضوئية، بعضُها أشدُّ انكسارًا من بعضها الآخر، وأنَّ ضوءَ الشمس، إذا ما حُلِّلَ إلى ألوان طيفه، لم يَعُدْ بالإمكان تفكيكُه أبعدَ من ذلك. وهذا يعني أن الألوانَ المرئيةَ نتيجةَ الانكسار متأصلةٌ في الضوء نفسه، وليست منتقلةً إليه عبر الوسط الكاسر.

كانت الإجراءاتُ المتَّبعةُ في المقال مميِّزةً لمنهج نيوتن المفضَّل في أيِّ بحثٍ علميّ. وإثر جدالٍ نشأ حول مقالِهِ الأول، كَتَبَ نيوتن يَصِفُ طريقتَه العلمية:

> إن أفضلَ سبيلٍ وأسلَمَه في فلسفةِ الأمور هو: البدءُ بالاستقصاء الدائب لخصائص الأشياء، ثم إثباتُ هذه الخصائص بالتجربة، وبعدها التقدُّم بتروٍّ نحو الفرضيات المفسِّرة لها. وينبغي أن تُسخَّر الفرضياتُ لتفسير تلك الخصائص، وليس استعمالها في تحديد تلك الخصائص، إلا بالقدر الذي من شأنه أن يُغنيَ التجارب[371].

ومن المفارقات أن المقال كان عُرضةً لانتقادٍ واسع النطاق من معاصري

(370) Westfall, *NAR*, p. 160.
(371) Westfall, *NAR*, p. 242.

نيوتن لسببٍ مغايرٍ تمامًا: ذلك أنه لم يؤكِّدْ أو يَنْفِ أيَّ فلسفةٍ عامةٍ للطبيعة؛ فاحتجَّ أصحابُ المذهب الميكانيكي بأنَّ من غير الممكن تفسير اكتشافاته على أساس أيِّ مبدأٍ ميكانيكي. وأصرَّ آخرون على أن اكتشافات نيوتن التجريبية غير صحيحة، إذ لم يتمكنوا هم أنفسهم من اكتشاف الظواهر التي ذكرها في مقاله. وراح نيوتن يجيب بصبرٍ وأناةٍ عن جميع هذه الانتقادات تباعًا، لكنه بعد مدة بدأ يسأم، وودَّ لو أنه لم يَعرض عملَه على العامة ابتداءً. ومما زاد الطين بِلَّةً، أن هوك ادَّعى أن مِقراب نيوتن أقلُّ شأنًا بدرجاتٍ من مقرابه الذي صنعه بنفسه.

لهذه الأسباب وغيرها، قدَّم نيوتن استقالته من الجمعية الملكية في أوائل سنة 1673. لكنَّ أمين الجمعية هنري أولدنبرغ لم يَقبلْها، وأقنَعَه بالعدول عنها. غير أن نيوتن قَطَعَ معظم صِلاتِهِ بالجمعية الملكية في سنة 1676 إثْر هجوم علنيٍّ شنَّه هوك عليه. وفي تلك السنة تولَّى هوك أمانةَ الجمعية، فكَتَبَ رسالةً استرضائيةً لنيوتن عبَّر فيها عن إعجابه به. وفي إشارةٍ إلى نظرية نيوتن في الألوان قال هوك إنه "مسرورٌ جدًّا لرؤية هذه الأفكار محسَّنةً ومطوَّرة، تلك التي بدأتُها منذ زمنٍ بعيد، ولم يَتَسنَّ لي الوقتُ الكافي لإتمامها."[372]

ردَّ نيوتن بلهجةٍ تصالحيةٍ مماثلة، مشيرًا إلى كتاب ديكارت في البصريات؛ فقال: "إن ما فعله ديكارت يُعَدُّ خطوةً جيدة. وقد أضفتَ أنت طرائق أخرى عديدة، ولا سيّما بالأخذ بمسألة ألوان الشرائح الرقيقة في الاعتبارات الفلسفية. فإن كنتُ قد توصَّلتُ إلى أبعد مما توصَّل إليه ديكارت، فبفضل وقوفي على أكتاف العمالقة."[373]

وبرغم كلِّ هذه العواطف الدافئة بينهما، فإنهما لم يتصافيا الودَّ يومًا قطُّ، ولَزِمَ نيوتن الصمت. ومع ذلك فقد استمرَّا في تراسُلٍ أدَّى ثانيةً إلى نشوب خلافاتٍ جديدة، كان أشدها على الإطلاق نزاعهما بسبب ادِّعاء هوك بأنه هو الذي اكتَشَفَ قانون التربيع العكسي للتثاقل قبل نيوتن.

(372) Manuel, *A Portrait of Isaac Newton*, p. 144.

(373) Westfall, *NAR*, p. 274.

وبحلول عام 1684، كان ثمة آخرون، إلى جانب هوك ونيوتن، مقتنعين بأن القوة التثاقلية هي المسؤولة عن بقاء الكواكب في مداراتها، وأن هذه القوة تتغيَّر عكسًا مع مربع بُعْد الكواكب عن الشمس. وكان من بين هؤلاء الفلكيُّ إدموند هالي (1656ـ1742) [يُنسَب إليه "مذنَّب هالي"]، وهو صديقٌ مخلِصٌ لنيوتن، وعضوٌ في الجمعية الملكية. قام هالي برحلةٍ خاصةٍ إلى كامبردج في آب/أغسطس 1684 ليسأل نيوتن عن "رأيه في نوع المنحني الذي ترسمه الكواكب، بافتراض أن قوةَ الجذب باتجاه الشمس معاكسةٌ لمربع بُعد الكواكب عنها."[374] أجاب نيوتن على الفور إنه قطعٌ ناقص، لكنه لم يعثر على الحسابات التي أجراها بهذا الشأن قبل سبع أو ثماني سنوات. وهكذا وَجَدَ نفسَه مضطرًّا إلى إعادة حلِّ المسألة، وأرسلَ الحلَّ إلى هالي في شهر تشرين الثاني/نوفمبر من العام نفسه.

وحينئذٍ ازدادَ اهتمام نيوتن بهذه المسألة، فأَعَدَّ مادةً وافيةً لمساقٍ دراسيٍّ من تسع محاضراتٍ لفصل الخريف الدراسي في جامعة كامبردج، تحت عنوان De Motu Corporum (حركة الأجرام). ولَمَّا قرأ هالي مخطوطةَ De Motu تَحقَّقت لديه أهميةُ هذا المبحث البالغة، ووعده من نيوتن بأن يرسِلها إلى الجمعية الملكية لنَشْرها. وطفق نيوتن يُعِدُّ المخطوطةَ للنشر اعتبارًا كانون الأول/ديسمبر 1684، وأرسلَ الكتابَ الأول منها إلى الجمعية الملكية في 28 نيسان/أبريل 1686.

وفي 22 أيار/مايو كَتَبَ هالي إلى نيوتن يُعْلِمه بأن الجمعيةَ عَهِدَتْ إليه مسؤوليةَ طباعة المخطوطة. ولكنه أضاف أن هوك، الذي قرأ المخطوطةَ، ادَّعى أنه هو الذي اكتَشَفَ قانون التربيع العكسي للقوة التثاقلية، وأنه يَعتقد أنَّ على نيوتن أن يُقرَّ بذلك في مقدمة مخطوطته. اضطرب نيوتن لهذا غايةَ الاضطراب، وبَذَلَ في ردِّه لهالي كلَّ جهدٍ مستطاع ليُثْبت أنه هو مكتشف هذا القانون، وأن ليس لهوك أيُّ إسهامٍ يُذكَر في هذا الشأن.

صَدَرت الطبعةُ الأولى من كتاب نيوتن في منتصف صيف 1687 على نفقة

(374) Westfall, *NAR*, p. 403.

هالي، بسبب عدم قدرة الجمعيةِ الملكيةِ على تمويل الطباعة. وكان عنوان كتاب نيوتن *Philosophicae Naturalis Principia Mathematica* (المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية)؛ وغالبًا ما يشار إليه - اختصارًا - بـ *Principia* (المبادئ). استُهلَّ الكتابُ بقصيدةٍ جيَّاشة العاطفة أهداها هالي إلى نيوتن، وأُتْبعت بمقدمةٍ أوجَزَ فيها نيوتن غَرَضَه من هذا العمل وفلسفتَه فيه؛ فقال:

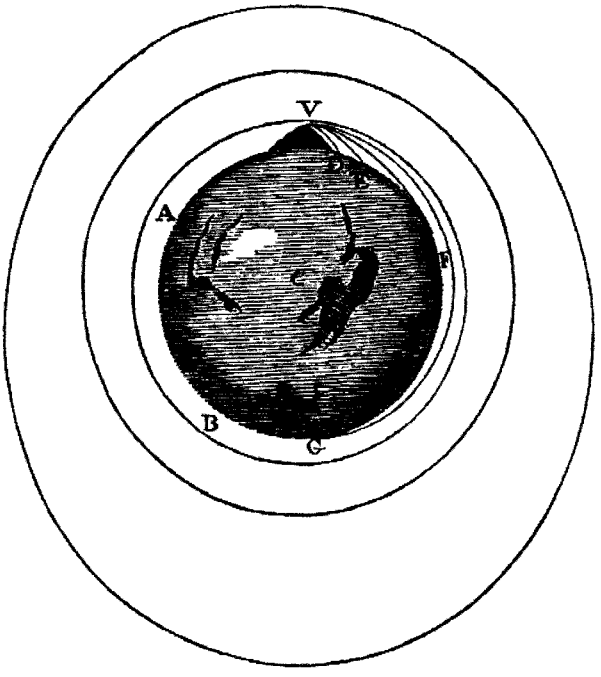
> يَعرض عملُنا هذا المبادئَ الرياضيةَ للفلسفة الطبيعية. ذلك أن المسألةَ الأساسيةَ للفلسفة تكمن في اكتشاف قوى الطبيعة من ظواهر الحركة، ثم التدليل على الظواهر الأخرى من هذه القوى.... ثم تُستنتَج حركاتُ الكواكب والمذنَّبات والقمر والبحر من هذه القوى عن طريق افتراضاتٍ هي في حدِّ ذاتها رياضيةٌ أيضًا. وحبَّذا لو كان باستطاعتنا استنباط الظواهر الأخرى للطبيعة من المبادئ الميكانيكية بالمحاكمة المنطقية نفسها![375]

بدأت المقدمةُ بسلسلةٍ مؤلَّفةٍ من ثمانية تعاريف، تُعَدُّ الخمسةُ الأولى منها مبادئَ أساسيةً في علم التحريك النيوتُنِيّ Newtonian dynamics. يُعرِّف الأولُ "كميةَ المادة"[376]، أو الكتلة، باعتبارها متناسبةً مع جداء كثافتها في حجمها. ويُعرِّف الثاني "كمية الحركة"[377]، التي سُمِّيت فيما بَعْدُ "الزخم"، باعتبارها جداء الكتلة في السرعة. ويَلحظ نيوتن في التعريف الثالث بأن "القوة الذاتية للمادة"، أو العطالة، "هي خاصيَّة المقاومة التي تجعل أيَّ جسمٍ يحتفظ - ما وَسِعَه ذلك - بحالته الراهنة سواءٌ أكانت السكون أم الحركة بحركةٍ منتظمةٍ مستقيمة."[378] وينصُّ التعريف الرابع على أن "القوةَ المؤثِّرة هي فعلٌ يقع على الجسم ليغيِّر حالتَه سواءٌ أكانت السكون أم الحركة بحركةٍ منتظمةٍ

(375) Newton, *MPNP*, p. 382.
(376) Newton, *MPNP*, p. 403.
(377) Newton, *MPNP*, p. 404.
(378) Newton, *MPNP*, p. 404.

مستقيمة."[379] وتتناول التعاريفُ الأربعةُ التالية [من الخامس وحتى الثامن] القوةَ الجاذبة باعتبارها الواسطةَ التي "تَحمل الأجسامَ على التحرُّك باتجاه نقطة المركز."[380] وكمثالٍ على ذلك، يَعرض نيوتن القوةَ التثاقليةَ للشمس، التي تُلزِم الكواكبَ على البقاء في مدارها.

ويعطي كذلك مثالاً على الجاذبية الأرضية هو: إطلاق قذيفةٍ من قمَّة جبل بسرعةٍ معيَّنة وباتجاهٍ موازٍ للأفق؛ فيقول: إذا زيدت السرعةُ الابتدائيةُ أكثر فأكثر، ابتعدت القذيفةُ أكثرَ فأكثر قبل أن ترتطم بالأرض، ويمكن أن تتَّخذ لها مدارًا حول الأرض، بل يمكن أن تَفْلتَ مبتعدةً في رحاب الفضاء الخارجي.



رسمٌ توضيحي من كتاب المبادئ لنيوتن يمثِّل قذيفةً في مسارها حول الأرض.

(379) Newton, *MPNP*, p. 405.
(380) Newton, *MPNP*, pp. 405-08.

تلا هذه التعاريف تعليقٌ مطوَّل شرحَ فيه نيوتن نظرياتِهِ في الزمن أساسيةٍ القوانينَ الكلاسيكيةَ في النسبيَّة، التي حلَّ محلَّها في مطلع القرن العشرين نظريتا آينشتاين في النسبيَّة العامة والخاصة.

ثم تَبِعَ ذلك الموضوعاتُ axioms، التي تُعرَف اليوم بقوانين نيوتن في الحركة، وهي ثلاثةُ قوانين، صاحَبَ كلاًّ منها شرحُه وأُتْبِعَ بنتيجته:

> القانون 1: يحافظ كلُّ جسمٍ على حالته سواءٌ أكانت السكون أم الحركة بحركةٍ منتظمةٍ مستقيمة، ما لَم يُجبَرْ على تغيير حالة حركته بفعل قوًى تؤثِّر فيه.... القانون 2: يتناسبُ تغيُّر الحركة مع القوة المحرِّكة المؤثِّرة، ويجري ذلك في اتجاه الخط المستقيم الذي تؤثِّر فيه تلك القوة.... القانون 3: لكلِّ فعلٍ دائمًا ردُّ فعلٍ معاكسٌ له في الاتجاه ومساوٍ له في القيمة؛ وبعبارةٍ أخرى: الفِعلان اللذان يُطبِّقهما جسمان أحدهما على الآخر هما متساويان دومًا في القيمة، ومتعاكسان دومًا في الاتجاه[381].

يمثِّل القانونُ الأول مبدأَ القصور الذاتي (العطالة)، وهو في الواقع حالةٌ خاصةٌ للقانون الثاني عندما تكون محصلة القوى معدومة. وأما الصيغةُ المستعمَلةُ اليوم للتعبير عن القانون الثاني فهي: القوة F المؤثِّرة في جسمٍ ما تساوي المعدَّل الزمني لتغيُّر الزخم (القوة الدافعة) p، حيث p تساوي جداء الكتلة m بالسرعة v؛ فإذا كانت الكتلة ثابتة، فإن $F = ma$، حيث a هو التسارع، وهو المعدَّل الزمني لتغيُّر السرعة. وينصُّ القانون الثالث على أنه إذا تأثَّرَ جسمان، فإن القوتَيْن الواقعتَيْن عليهما من أحدهما على الآخر متساويتان في القيمة ومتعاكستان في الاتجاه.

يَحمل الكتابُ الأول من المبادئ العنوان: "حركة الأجسام". وهو يبدأ بتحليل الحركة بوجهٍ عام، باستعمال حساب التفاضل والتكامل. حلَّل فيه نيوتن

(381) Newton, *MPNP*, pp. 416-17.

أولاً العلاقاتِ بين المدارات والقوى المركزية المختلفة الأنواع. وتمكَّن، انطلاقًا من هذه النقطة، من بيان أنه إذا، وفقط إذا، كانت قوةُ الجذب تتغيَّر بما يتناسب مع التربيع العكسي لبُعد الجسم عن مركز القوة، فإن المدارَ هو قطعٌ ناقصٌ يَكون مركزُ الجذب أحدَ بُؤْرَتَيْه، وبذلك يكون نيوتن قد بَرْهَن على قانون كِبْلر الثاني في الحركة. ويُبرهن في موضعٍ آخرَ من هذا الكتاب على قانونَيْ كِبْلر الأول والثالث. وفيما يتعلَّق بحالة قوى التربيع العكسي، يبيِّن نيوتن أنَّ محصلةَ القوى في نقطةٍ ما داخل قوقعةٍ كرويةٍ معدومةٌ، على حين أن القوةَ خارج كرةٍ مُصْمَتةٍ تبقى هي نفسها كما لو كانت الكتلةُ متركِّزةً بتمامها في مركز الكرة. ومن ثم يمكن ـ عند دراسة المنظومة الشمسية ـ التعامل مع الشمس والكواكب باعتبارها كتلاً نُقَطيَّة.

ويَحمل الكتابُ الثاني أيضًا العنوان: "حركة الأجسام"؛ لأن القسمَ الأكبر منه يَدرس قوى مقاومة الحركة في أنواعٍ مختلفةٍ من السوائل. وكان أحدُ أغراض نيوتن من هذا التحليل بيانَ فِعْلِ الأثير (الذي افترضه ديكارت في نظريته المتعلقة بعلم الكون) في حركة الكواكب. فأَظهرتْ دراساتُه أن نظريةَ الدُّوَّامة لديكارت خطأٌ محضٌ، لأنها تخالف قوانين الحركة في وسطٍ مقاوم، التي كان قد أثبَتَها سابقًا في الكتاب الثاني.

ويَحمل الكتاب الثالث، وهو الأخير من المبادئ، العنوان: "نظام العالَم". يبدأ بثلاث "قواعد تَنتظم دراسةَ الفلسفة الطبيعية." يليها بابٌ بعنوان: "الظواهر"، يعالج ستًّا منها، ويَتبعه بابٌ آخرُ بعنوان: "القضايا"، يتضمَّن اثنتَيْن وأربعين قضيَّةً مع كلٍّ منها "نظرية" يتبعها أحيانًا "تعليق". يلي ذلك على التعاقب "تعليق عام"، ومقطعٌ ختاميٌّ بعنوان: "نظام العالَم".

أما الظواهرُ الستُّ فتناولت حركةَ الكواكب وقمرَ الأرض، إلى جانب ملاحظاتٍ تتعلَّق بقانونَيْ كِبْلر الثاني والثالث في الحركة الكوكبية. واستنتَج نيوتن أن الكواكب، "بأنصاف أقطارٍ موصولةٍ إلى المركز...، تُحدِّد مساحاتٍ متناسبةً مع الأزمنة، بحيث تكون أزمنةُ دوراتِها المدارية ـ باعتبار أن النجومَ الثابتةَ ساكنةٌ ـ

معادلةً 3/2 مسافاتِها الفاصلة عن ذلك المركز."[382]

ترمي القضايا الستُّ الأولى إلى إثبات أن القوةَ التثاقليةَ العكسيَّةَ التربيع تفسِّر حركةَ الكواكبِ التي تدور حول الشمس، وأقمارِ المشتري، وقمرِ الأرض، إضافةً إلى الثقالة الموضعية على الأرض نفسها. وتَبسُط القضيةُ السابعة قانونَ نيوتن في التجاذب العام، وينصُّ على أن: "الثقالة موجودةٌ في جميع الأجسام أينما كانت، وهي متناسبةٌ مع كمية المادة في كلٍّ منها."[383]

وتَعرض القضيةُ 13 قانونَي كِپْلر الأول والثاني في الحركة الكوكبية: "تتحرك الكواكب وفق مدارات إهليلجية، لها بؤرة في مركز الشمس، وتَمسح أنصافُ أقطارها الموصولةُ إلى ذلك المركز مساحاتٍ تتناسبُ مع الأزمنة."[384]

وتنصُّ القضيةُ 18 على أن "محاور دوران الكواكب أصغرُ من أقطار الدوائر المتعامدة مع المحاور"[385] - أي إنَّ الكواكبَ كراتٌ مفلطحة. وقد أصابَ نيوتن إذ عزا هذه الحقيقة إلى القوى النابذة التي تنشأ من الدوران المحوري للكواكب، ولذا فإن الأرض مثلاً، متسطِّحة عند القطبين، ومنتفخة حول خط الاستواء.

وتَعرض القضية 24 نظرية نيوتن في المدِّ والجزْر، فتقول "إن مدَّ البحر وجَزْرَه يَنشآن من تأثير الشمس والقمر"[386]، فحَلَّ أخيرًا مسألةً قديمةً ترقى إلى زمن أرسطو.

وتتناول القضية 39 "إيجاد مبادرة الاعتدالَيْن"[387]، ويَشمل ذلك القوى التثاقلية لكلٍّ من الشمس والقمر التي تؤثِّر في الأرض. وتوصَّل نيوتن، بحساباتٍ صحيحةٍ، إلى أن "مبادرة الاعتدالَيْن هي في حدود 50 ثانية [قوسيَّة]

(382) Newton, *MPNP*, p. 797.
(383) Newton, *MPNP*, p. 810
(384) Newton, *MPNP*, p. 817.
(385) Newton, *MPNP*, p. 821.
(386) Newton, *MPNP*, p. 835.
(387) Newton, *MPNP*, p. 885.

سنويًّا"[388]، ويكون بذلك قد حَلَّ مسألةً أخرى شغلتْ بال الفلكيين نحوًا من ألفَيْ سنة.

تنصُّ القضيةُ الموطِّئة 4 على أن "المذنَّبات أعلى من القمر، وتتحرَّك في المجال الكوكبيّ."[389] وناقشَ نيوتن في القضايا والموطِّئاتِ (lemmas) التاليةِ حركةَ المذنَّبات، مبيِّنًا أنها تدور في مداراتٍ إهليلجية حول الشمس، ولذلك فهي تعاود الظهور دوريًّا، كما هو الحال في مذنَّب هالي المعروف، الذي رُصِدَ في سنة 1682 بعد اختفائه قبل خمسٍ وسبعين سنة. وفَكَّرَ أيضًا في طبيعة المذنَّبات، وقال ـ كما قال كِبْلر من قَبْل ـ إن ذيلَ المذنَّب يُبْدي تبخُّرًا من رأسه وهو يدنو من الشمس.

أتْبَعَ نيوتن ذلك بـ "تعليق عام" ذَكَرَ فيه أن النظرية الميكانيكية وحدها غير قادرةٍ على تفسير هذا الكون، الذي يدلُّ نظامُه المتناسق على بديعِ صُنْعِ الله. وقال: "إن منظومةَ الشمس والكواكب والمذنَّبات، هذه التي أوفَتْ على الغاية في روعتها وإحكامها، لا يمكن أن تكون قد وُجدت دون سلطانِ خالقٍ قادرٍ حكيمٍ خبير."[390]

صَدَرت طبعةٌ ثانيةٌ من "المبادئ" في سنة 1713، وثالثةٌ في سنة 1726، وكَتَبَ نيوتن مقدمةً لكلتَيْهما. وفي غضون تلك المدة، نَشَرَ نيوتن (في سنة 1704) بحوثَه في الضوء، أنْجزَ معظَمها وهو في بدايات مسيرته العلمية. وخلافًا لكتاب المبادئ، الذي كان باللاتينية، كانت الطبعةُ الأولى من كتابه الجديد بالإنكليزية، بعنوان: *Opticks, or a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light* (البصريات، أو رسالة في انعكاسات الضوء وانكساراته وانعطافاته وألوانه)، ظَهرت الطبعةُ اللاتينية الأولى منه في سنة 1706، وظهرت الطبعاتُ الإنكليزية اللاحقة على التتابع في 1717ـ1718 و1721 و1730؛ وهذه الأخيرة، التي صدرت بعد ثلاث سنواتٍ من وفاة نيوتن، حَمَلَت

(388) Newton, *MPNP*, p. 887.
(389) Newton, *MPNP*, p.888.
(390) Newton, *MPNP*, p.940.

إشارةً تنصُّ على أنها "صُحِّحتْ بيد مؤلِّفها، وأودَعَها قبل وفاته لدى بائع الكتب." [391]

قُسِّمَ البصريات، شأن المبادئ، إلى ثلاثة كتب. بيَّن نيوتن في صَدْرِ الكتاب الأول الغرضَ الذي قَصَدَ إليه عند تأليف كتابِه. كَتَبَ يقول: "ليست خطَّتِي في هذا الكتاب وضْعَ تفسيرٍ لخصائص الضوء عن طريق الافتراضات، بل البرهانَ عليها عن طريق العقل والتجربة." [392]

تضمَّنت الموضوعاتُ التي تناولها الكتابُ الأول قوانينَ الانعكاس والانكسار، وتشكيلَ الصور، وتحليلَ الضوء إلى ألوان طيفِهِ باستعمال موشورٍ زجاجي. ومن موضوعاته الأخرى: خصائص العدسات ومِقراب نيوتن العاكس، والخصائص البصرية للرؤية عند الإنسان، ونظرية قوس قزح، ودراسةٌ شاملةٌ في الألوان. وقد اعتمَد برهانُ قانون نيوتن في الانكسار على فكرةٍ خاطئة وهي أن الضوء ينتقل عبر الزجاج بسرعةٍ أكبر من انتقالِهِ في الهواء، وهو الخطأ نفسُه الذي وَقَعَ فيه ديكارت. ولعلَّ سَبَبَ هذا الخطأ يعود إلى اعتقادهما بأن الضوء جُسَيْمِيٌّ في طبيعته [أي يتألَّف من سيلٍ من الجسَيمات المادية].

أما منشأُ رؤية نيوتن الجُسَيْمِيَّة للضوء، فهو قبولُه بالنظرية الذرِّية. إذ كَتَبَ معبِّرًا عن إعجابِهِ "بأقدم فلاسفة اليونان وأشهرهم.... الذين قالوا بوجود الخواء، والذرّات، وثقالة الذرّات، وهي المبادئُ الأولى في فلسفتهم." [393] ثم قال فيما بعد: "وبأخذ جميع هذه الأشياء بالحسبان، يبدو لي أن اللهَ كوَّن المادةَ في البدء من جُسَيْماتٍ مُصْمَتة قاسية لا تُختَرَق، متماثلة في الأحجام والأشكال والصفات الأخرى، وبنسبٍ متماثلة في الفضاء، كي تؤدِّيَ الغايةَ التي خُلِقَت لها على الوجه الأتمّ." [394]

(391) Newton, *Opticks,* p. lxxvii.
(392) Newton, *Opticks,* p. 1.
(393) Newton, *Opticks,* p. 369.
(394) Newton, *Opticks,* p.. 400.

يبدأ الكتاب الثاني ببابٍ عنوانُه "ملاحظاتٌ تتعلَّق بانعكاسات الأجسام الشفّافة الرقيقة وانكساراتها وألوانها." وقد عالَج فيه ظواهر تُعرَف اليوم بظواهر التداخل interference phenomena؛ وكانت ملاحظاتُ نيوتن أوَّلَ دليلٍ على الطبيعة الموجيَّة للضوء.

كذلك علَّق نيوتن في الكتاب الثاني على عمل الفلكيِّ الدنماركي أولاوس رومر (1644ـ1710)، الذي قاسَ في سنة 1676 سرعةَ الضوء عن طريق رصْد التأخيرات الزمنية للخسوفات المتعاقبة للقمر آيو، من أقمار المشتري، في أثناء تراجع هذا الأخير عن الأرض. وكانت القيمةُ التي سجَّلها رومر لسرعةِ الضوء أقلَّ بنحو الربع من سرعة الضوء المعتمَدةِ حاليًّا، والتي تقارب 300,000 كيلومتر في الثانية، ولكنها مع ذلك تُعَدُّ أوَّلَ قياسٍ لأحد الثوابت الأساسية في الطبيعة. وأظهرتْ حساباتُ رومر أن الضوءَ يَستغرق إحدى عشرةَ دقيقةً ليَنتقل من الشمس إلى الأرض، مقارنةً بالقيمة الصحيحة وهي ثماني دقائق وعشرون ثانية. ويبدو أن نيوتن حقَّق تقديرًا أفضل لسرعة الضوء من رومر، ذلك أنه قال في الكتاب الثاني من البصريات: "يَنتشر الضوء من الأجسام المضيئة، ويَستغرق ما بين سبع إلى ثماني دقائق من الساعة ليقطع المسافة من الشمس إلى الأرض."[395]

وتتناول افتتاحيةُ الكتابِ الثالثِ من البصريات تجاربَ نيوتن في انعراج الضوء diffraction. وتتألَّف بقيةُ الكتاب من عددٍ من الفرضيات، لا تقتصر على مبحث الضوء فحسب، بل تتناول طيفًا واسعًا من الموضوعات في الفيزياء والفلسفة. وقد تضمَّنت الطبعةُ الأولى من البصريات ستَّةَ عشرَ من هذه "التساؤلات"، والطبعةُ الثانيةُ ثلاثًا وعشرين، والثالثةُ والرابعةُ واحدًا وثلاثين. وأغلب الظنِّ أن نيوتن، في أواخر حياته العملية، كان يَكشِف عن بعض تأمُّلاته السابقةِ، المكتومةِ من إرثِهِ، لأولئك الذين يرغبون اتِّباعَه في دراسة الطبيعة.

في تلك الأثناء كان نيوتن منخرطًا في نقاشٍ مع الفيلسوف والرياضي

(395) Newton, *MPNP, Opticks*, p. 277.

الألماني العظيم غوتْفريد ڤيلْهِلْم لايْبنِتْز، وكان موضوعُ الخلاف معرفة أيهما كان الأسبق في استحداث حساب التفاضل والتكامل. وطبقًا لروايةِ نيوتن، فإنه وَضَعَ أولاً فكرةَ "طريقة التدفُّق"[396] فيما بين 1665 و1666، مع أنه لم يَنشرْها حتى سنة 1687، عندما استعملها في كتاب المبادئ. فنَشَرَ أولاً إنجازاتِهِ في حساب التفاضل والتكامل بصورةٍ مستقلةٍ في رسالةٍ صدرتْ في سنة 1711. وأما لايْبنِتْز فقد بدأ تطويرَ الطرائق العامة في حساب التفاضل والتكامل سنة 1675، علمًا بأنه لم يَنشر عملَه حتى سنة 1684. وكانت النسخةُ التي صاغَها لايْبنِتْز في حساب التفاضل والتكامل، والتي ما تزال رموزها شبيهة جدًّا بالرموز المستعملة اليوم، أسرع انتشارًا بكثير من نسخة نيوتن، ولا سيّما في قارة أوروبا [باستثناء بريطانيا]. هذا الخلاف أورثَ نيوتن شعورًا عميقًا بالمرارة حَمَلَه على أن يَحذف من الطبعة الثالثة من كتاب المبادئ جميع الإحالات المتعلِّقة بـ لايْبنِتْز، الذي ظلَّ حتى أواخر حياته يتَّهم خصمَه بالانتحال.

وإلى جانب الأعمال العلمية التي قام بها نيوتن، فقد وَقَفَ جانبًا كبيرًا من وقته لدراسة الخيمياء والتنبُّؤ واللاهوت والأساطير والتاريخ. وكان أكثر أعماله غير العلمية أهميةً كتاب *Observations upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John* (آراء في نبوءات دانيال، وسِفْر القديس يوحنا)، الذي يُعَدُّ مفتاحًا محتمَلاً لمنهجه في دراسة الخيمياء؛ يدلُّ على ذلك تشبيهه "المعادن الأربعة"[397] في الخيمياء بالحيوانات الأربعة في سِفْر الرؤيا [آخر "العهد الجديد" من الكتاب المقدس].

توفي نيوتن في لندن بتاريخ 20 آذار/مارس 1727، بعد أربعة أيام من ترؤسه اجتماعًا في الجمعية الملكية، التي تبوَّأ إدارتها منذ عام 1703. وسُجِّي جثمانُه في نعشٍ مكشوف حتى يوم 4 نيسان/أبريل، عندما دُفن في موكبٍ مهيب في كنيسة وستمنستر. وأشار ڤولتير، في وصفه جنازة نيوتن، إلى أنه

(396) Westfall, *NAr*, p. 143.

(397) A. P. Youschkevitch, "Isaac Newton," *DSB*, 10, p. 81.

"عاش مبجَّلاً من أبناء وطنه، ودُفِنَ كملِكٍ أَحْسَنَ لرعيَّته." [398]

وقبل أن يغادر الدنيا بأيام، قال نيوتن [ملخِّصًا حقيقةَ الحياة]: "لا أدري كيف سأظهر للعالَم؛ ولكنِّي أجدني لم أكن إلا كطفلٍ صغيرٍ يلهو على شاطئ البحر، مُسلِّيًا نفسي من حينٍ إلى آخر بالعثور على بِلَّورةٍ صخريةٍ ملساء أو صَدَفةٍ جميلة، على حين يمتد أمام عينَيَّ البحرُ المحيطُ من الحقيقة، كأنما لم يُكتَشَف منه شيءٌ بعد." [399]

(398) Voltaire, *Letters on England*, p. 69.

(399) Sullivan, *Isaac Newton*, p. 250.

من سمرقند إلى إستانبول:
حقبة الركود الطويلة للعلوم الإسلامية

أشادَ نيوتن بِذِكْر سالِفِيه عندما قال: إن كنتُ قد توصَّلتُ إلى أبعد مما توصَّل إليه ديكارت "فبفضل وقوفي على أكتاف العمالقة." والشخصياتُ العلميةُ الرفيعة التي يشير إليها نيوتن يمكن استنباطها من مؤلَّفاته، التي امتَدَحَ فيها سالِفِيه الأوروبيِّين، ولا سيّما كوپرنيكوس وتيخو براهِه وكِپْلر وغاليليو، كما امتَدَحَ قدماءَ الإغريق من أمثال: فيثاغورس وإمپيدوكليز وفيلولاوس وديموقريطس وأفلاطون وأرسطو وأبيقور وأُقليدس وأرخميدس وأپولونيوس وأريستارخوس وديوفانتوس وبطليموس وپاپوس الإسكندري.

غير أن نيوتن لم يأْتِ على ذِكر أيٍّ من العلماء العرب، مع أنه كان بلا ريب على علم بأن كثيرًا من العلوم اليونانية انتقلت إلى أوروبا عبر العالَم الإسلامي. على أنَّ ازدهارَ العلوم الإسلامية كان قد انتهى مَدُّهُ عمليًّا مع بزوغِ عصر الثورة العلمية، يضاف إلى ذلك أن جزءًا كبيرًا من أعمال العلماء العرب في العصور الوسطى - الفلاسفةِ منهم وعلماءِ الطبيعة والرياضيّات والفلك والهندسة والتنجيم والخيمياء - إما أنها فُقِدت وإما أنها أصبحت في طيِّ النسيان. ثم إن العلومَ اليونانية القديمة والعلومَ الإسلامية في العصور الوسطى قد حلَّ مَحلَّها النظامُ العالميُّ الجديد الذي ظَهَرَ في أثناء الثورة العلمية، والذي كان - على مدى قرنَيْن بعد نيوتن - باعثًا على الثورة الصناعية والعصر الذرِّي [عصرنا الحاضر بوصفه العصرَ الذي شَهِد اكتشافَ الطاقة الذرِّية وتطبيقاتِها التكنولوجية في حقلَي الحرب والصناعة].

كان الاعتقادُ السائدُ لدى مؤرِّخي العلوم حتى منتصف القرن العشرين هو أن العلومَ الإسلاميةَ بَلَغَتْ ذِروتَها في أواخر حقبة العصور الوسطى، ثم تدهورت تدهورًا سريعًا بالتزامن مع بزوغ فجر العلوم الأوروبية. وقد خصَّص ويليام سيسيل دامپيير من كتابِهِ "تاريخ العلوم وعلاقتها بالفلسفة والدِّين"، الذي طُبِع ثلاث مرَّاتٍ وأُعيدت طباعتُه اثنتي عشرة مرَّة، سبْعَ صفحاتٍ فقط من أصل 574 صفحة للحديث عن العلوم الإسلامية. فكَتَبَ يقول: بدأت الدولُ اللاتينية "تَشَرُّبَ المعرفةِ العربية"[400] في أواخر القرن الحادي عشر، عندما "بدأت العلومُ العربية والإسلامية بالانحطاط"[401]، على حدِّ قوله.

ومِمَّا زادَ في تَسارُعِ تدهور العلوم العربية إطاحةُ المغول [بالدولة الإسلامية] ونَهْبُ بغداد سنة 1258 على يد هولاغو، الذي أعدَمَ آخرَ خليفةٍ عباسيّ. فكانت تلك نقطةَ تحوُّلٍ في تاريخ الدولة الإسلامية الشرقية، لأن الغزوَ المغوليّ فَتَحَ طريقَ الهجرة غربًا للشعوب الناطقة بالتركية من سهوب آسيا الوسطى. وشايَعَ الأتراكُ العثمانيون الأتراكَ السلجوقيِّين، وأنشؤوا ـ بعد فتحهم القسطنطينية سنة 1453 ـ الإمبراطوريةَ العثمانيةَ التي امتدت رقعتُها من جنوب أوروبا إلى الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وكَتَبَ المؤرِّخ التركي إيدين أديڤار في سنة 1939، يَعرض صورةَ ذلك: لقد عَزَلت السلطَنَةُ العثمانية نفسَها عن العلوم الغربية، التي لم تصل إلى تركيا والشرق الأوسط إلَّا بعد انهيار الإمبراطورية ونشوء الجمهورية التركية الحديثة في سنة 1923. غير أن البحوثَ الحديثة أَظهَرت أن العلومَ الإسلاميةَ بَلَغت ذروةً جديدةً تحت حكم المغول بعد قرنَيْن من نَهْبِ بغداد، وأنها استمرَّت في مستوًى رفيعٍ مدَّةً لا تقِلُّ عن قرنٍ آخر من الزمان تحت حكم الأتراك العثمانيِّين قبل أن يبدأ تَدَهْوُرُها الجامح.

بعد سقوط الدولة العباسية، أنشأ الحكَّامُ التوركيون ـ المغولُ عدَّةَ مراصدَ فلكيةٍ في آسيا الوسطى. اشتُهِر منها ثلاثة: اثنان في بلاد فارس، في مَراغة

(400) Dampier, *History of Science*, p. 82.

(401) Dampier, *History of Science*, p. 82.

وتبريز، وواحدٌ في سمرقند (أوزبكستان حاليًّا). وكان لعددٍ من علماء الفلك والطبيعة والرياضيّات العربِ إسهاماتٌ علميةٌ مهمةٌ على تلك المراصد في غضون القرنَيْن التاليَيْن لاجتياح المغول مدينةَ بغداد. وهذا ما حَدا بالمؤرِّخين المُحْدَثين (واحد منهم على الأقل) على وصْف تلك الحقبة بأنها العصر الذهبي للعلوم الإسلامية.

أُنشئَ مرصدُ مَراغة في سنة 1259، بأمرٍ من الحاكم المغولي الإيلخاني هولاغو خان، حفيد جنكيز خان. وكان الفلكيُّ والرياضيُّ الفارسيُّ نصير الدين الطوسي (1201ـ1274) أولَ مديرٍ لهذا المرصد ولمركز البحوث التابع له، والذي يشتمل على مدرسةٍ في علم الفلك ومكتبة. وكان الإنشاءُ الفعليُّ لهذا المرصد ولأجهزته بتوجيهٍ من الفلكيِّ الدمشقي مؤيَّد الدين العُرْضي (توفي 1266).

مَنَحَ هولاغو مرصدَ مَراغة استقلالاً ماليًّا ذاتيًّا، وبذلك تمكَّن المرصد (بعد وفاة هولاغو في سنة 1265) من الاستمرار في عمله حتى سنة 1316. وقد عُلِمَ أنَّ أكثرَ من ثمانيةَ عشرَ عالِمًا فلكيًّا عَمِلوا في مرصد مَراغة في تلك المدة، منهم عالِمٌ من شمال إفريقيا وآخرُ من الصين. ومن بين الأدوات التي استعملوها رُبْعِيَّةٌ جدارية يزيد نصفُ قطرها على ستين قدمًا، دُرِّجت لقراءةِ الدقائق القوسية. وقد استَعمل الطوسيُّ وفريقُ عمله هذه الأدوات في تصنيف "الزيج الإيلخاني" (جداول الإيلخاني الفلكية)، التي اكتملت في سنة 1272، في عهد أبقا خان وريث هولاغو.

ألَّف الطوسيُّ أيضًا كتابًا لعامَّة القرَّاء سمَّاه "التذكرة في علم الهيئة"، انتقدَ فيه آراء بطليموس مثل نظرية فلك التدوير، وأدخَلَ نماذجَ كوكبيةً جديدة. وكان من ابتكاراته ما سُمِّيَ مزدوجة الطوسي[402] [أَطلقَ عليها الطوسي اسم: أصل الكبيرة والصغيرة]، وهي دائرةٌ تدور ضمن دائرةٍ أخرى للحصول على تركيبِ حركتَيْن دائريَّتَيْن، بديلاً من أفلاك التدوير لبطليموس. وقد استَعمل مزدوجةَ الطوسي بفعاليةٍ عددٌ من خالِفِيه العرب والأوروبيين، كان آخرهم كوپرنيكوس.

(402) F. Jamil Ragep, "Copernicus and His Islamic Predecessors," p. 128.

أتْقَنَ الطوسيُّ الفارسيةَ والعربية على حدٍّ سواء، وألَّفَ - إلى جانب مصنَّفاتِهِ في علم الفلك - كُتُبًا كثيرةً في الهندسة وحساب المثلثات وعلم المعادن والخيمياء والتنجيم والفلسفة والمنطق وعلم الأخلاق وعلوم الدين [بلغت في مجموعها أكثر من 185 مؤلَّفًا]. وقد تُرجِمت مؤلَّفاتُه في الفلك والرياضيّات إلى اللاتينية، وكان لها أثرٌ ملحوظٌ في تقدُّم العلوم الأوروبية.

ألَّف مؤيَّد الدين العُرْضي مصنَّفًا عنوانه كتابٌ في الهيئة، خصَّصه لإصلاح ما جاء به بطليموس في علم الفلك. ويبدو أنه سَبَقَ كتابَ الطوسيِّ في هذا الموضوع نفسه، ولذلك فهو أوَّلُ كتابٍ عربيٍّ يَعرض بديلاً عن نظرية أفلاك التدوير البطليموسية. تُعرَف إحدى طرائقه الرياضية بمبرهنة العُرْضي[403]، استعملها أيضًا خالِفُوه من الفلكيين، كان آخرهم كوپرنيكوس.

ثمة فلكيَّان آخران بارزان عَمِلا في مرصد مراغة هما: محيي الدين المغربي (توفي نحو 1290)، وقطب الدين الشيرازي (1236-1311).

وُلِدَ محيي الدين في المغرب (كما يشير إلى ذلك لقبُه)، في الجزء الشَّمالي الغربي من إفريقيا. دَرَسَ أولاً العلومَ الدينية في المغرب، ثم انتقل إلى حلب، حيث عَمِلَ منجِّمًا في بلاط السلطان الأيوبي الناصر الثاني. وبحسب شهادته، نجا من القتل عندما استولى المغول على سورية لمجرَّد أنه أخبرهم أنه منجِّم. ولَحِقَ بنصير الدين الطوسي ليَعمل معه في مرصد مراغة، وبقي هناك حتى آخر حياته. تضمَّنت مخطوطاتُه الباقية ملخَّص "المجسطي"، وعددًا وافرًا من المؤلَّفات في الفلك والرياضيّات، من بينها تعليقٌ على كتاب القطوع المخروطية لأپولونيوس.

أما قطب الدين الشيرازيّ، فقد اشتُقَّ اسمُه من المدينة الفارسية شيراز، حيث كان أبوه مسعود القدهاروني طبيبًا مشهورًا في مستشفى المظفَّري. وعندما توفي مسعود لم يكن قطب الدين قد تجاوز الرابعةَ عشرةَ من عمره، لكنه كان ذا بَسْطةٍ في العقل مكَّنتْه من أن يتولَّى القيامَ بمسؤوليات والده في

(403) F. Jamil Ragep, "Copernicus and His Islamic Predecessors," p. 128.

المستشفى، فعَمِلَ فيه السنواتِ العشرَ التالية. ثم انتقل إلى مَراغة ليَدرس علم الفلك والرياضيّات مع نصير الدين الطوسي، الذي رآه منافسًا له، فطرَدَه من المرصد. فيَمَّمَ الشيرازيُّ شَطْرَ تبريز، حيث أنشأ هناك ـ برعاية الحاكم المغولي الإيلخاني غازان خان ووريثه أُلْجَيْتو ـ مرصدًا أصبح فيما بعد خَلَفًا لمرصد مَراغة.

ويُنسَب إلى الشيرازي أنه أسهم في تحقيق تطويرٍ إضافيٍّ لنظرية مزدوجة الطوسي، التي كان تعلَّمَها من الطوسي في مَراغة. أما كتابُه الرئيسيُّ في الفلك فهو "نهايةُ الإدراك في دراية الأفلاك"، الذي تضمَّن، إضافةً إلى المعلومات الفلكية، فصولاً في الميكانيك والبصريات والأرصاد الجوية والجغرافيا والجيوديزيا وعلم الكون. وثمة مؤلَّفٌ آخرُ له بعنوان *A Book I Have Composed on Astronomy, but Do Not Blame Me* (كتابٌ ألَّفتُه في علم الهيئة، ولكن لا تلوموني). كذلك اشتُهر الشيرازي بمصنَّفاتِهِ الطبِّية، ولا سيّما تفسير القانون لابن سينا [في كتابٍ سمَّاه "شرح كليات القانون في الطب لابن سينا"]، الذي يدفع فيه انتقادات اللاهوتيين.

كان كمال الدين الفارسي (1267ـ1319) من ألمع تلامذة الشيرازي في تبريز. وقد اشتُقَّ لقبُه من مكان ولادته. كَتَبَ الفارسيُّ، بإيحاءٍ من الشيرازيِّ، سلسلةً من التعليقات على أعمال ابن الهيثم في البصريات، ثم أَتْبَعها برسالةٍ من تأليفِهِ في علم الضوء بعنوان *Revision of Optics* (مراجعة في البصريات).

أجرى الفارسيُّ عدَّةَ تحسيناتٍ على بحوث ابن الهيثم، أشهرُها على نظريته المتعلِّقة بقوس قزح. فاستَعمل هنا كرةً زجاجيةً جوفاءَ مملوءةً ماءً ليُمثِّلَ بها قطرةَ المطر. وأدَّت دراساتُه إلى استنتاجٍ مفادُه أنَّ قوسَ قزح يتولَّد نتيجةَ اجتماعِ انكسارٍ وانعكاسٍ داخليٍّ لضوء الشمس في كلِّ قطرة من قطرات الماء المعلَّقة في الهواء بعد سقوط المطر. ففي قوس قزح الأوليّ، يَدخل الضوءُ ـ وفقًا لنظريته ـ إلى قطرة الماء وينعكس داخليًّا قبل أن يغادرها مباشرة، خاضعًا لانكسارٍ في الدخول والخروج، على حين يَحْدث انعكاسان داخليان في قوس قزح الثانوي. وتَتَشكَّل الألوانُ نتيجةَ الانكسارات، بترتيبها من الأحمر إلى الأزرق،

ويَنعكس هذا الترتيب في قوس قزح الثانوي بسبب الانعكاس الداخلي الثاني.

استَنتَج المؤرِّخُ التركيُّ مصطفى نظيف أن الفارسيَّ نَشَرَ نظريتَه في قوس قزح قبل دِيتْرِخ (من فرايبورغ) بعشر سنواتٍ على الأقل، ذلك أن بحوث دِيتْرِخ في الموضوع نفسه تعود إلى السنوات 1304ـ1311، وتوصَّل فيها إلى النتيجة نفسها. ويشير دِيتْرِخ في بحوثِهِ إلى أعمال ابن الهيثم في البصريات، غير أنه لا يَذكُر شيئًا عن كتابات الفارسي، التي لم تُترجَم إلى اللاتينية البتة.

أُنشئ مرصدُ سمرقند في سنة 1425 بأمرٍ من الخان التيموري أُلغ بك، حفيدِ الحاكم المغولي الكبير تيمورلنك. وشُيِّد هذا المرصدُ في الموقع نفسه الذي كان قد بَنَى فيه أُلغ بك قبل أربع سنوات مجمعًا لتدريس علوم الدين، أضافَ إليه مدرسةً للدراسات العليا في العلوم والرياضيّات. وظلَّ يدير هذا المجمع حتى سنة 1449، عندما قَتَلَه أخوه. فأُغلِق مرصدُ أُلغ بك بضع سنوات، مخلِّفًا إنجازًا فريدًا على الرغم من عمره القصير نسبيًّا.

من أبرز فلكيِّي مرصد سمرقند في سنواته الأولى جَمْشيد الكاشي (توفي 1429)، وهو من مدينة كاشان شمالي بلاد فارس. من أهم أعمال الكاشي الفلكية "الزيج الخاقاني"، وهو نسخةٌ منقَّحةٌ من "الزيج الإيلخاني" لنصير الدين الطوسي، أضاف إليها جداولَ مثلثيةً وتوصيفاتٍ لعددٍ من التقاويم المختلفة التي كانت مستعمَلةً لدى شعوب آسيا الوسطى، ومنها الأتراك الويغوريُّون والمغول الإيلخانيُّون. ومن كُتُبِهِ الأخرى سُلَّم السماء، حاوَلَ فيه قياسَ أحجام الكواكب ومسافاتها. وله رسائلُ أخرى يَصف فيها الأدواتِ الفلكيةَ التي استعملها في أرصاده، وبعضُ هذه الأدوات من ابتكاره.

وأبرز ما عُرف به الكاشي من مؤلَّفاتٍ في الرياضيّات هو كتاب مفتاح الحساب، وهو موسوعةٌ في الرياضيّات الابتدائية، استعملها الفلكيون والمهندسون المعماريُّون والمسَّاحون والتجار قرونًا عديدةً. وألَّفَ أيضًا رسالتَيْن في الرياضيّات لهما صلةٌ ببحوثِهِ في علم الفلك، عَرَضَ فيهما طريقتَه في التقريب لوضع جداولَ مثلثيةٍ دقيقة، سَبَقَ فيها أعمالَ علماء الرياضيّات الأوروبيين المتأخرين.

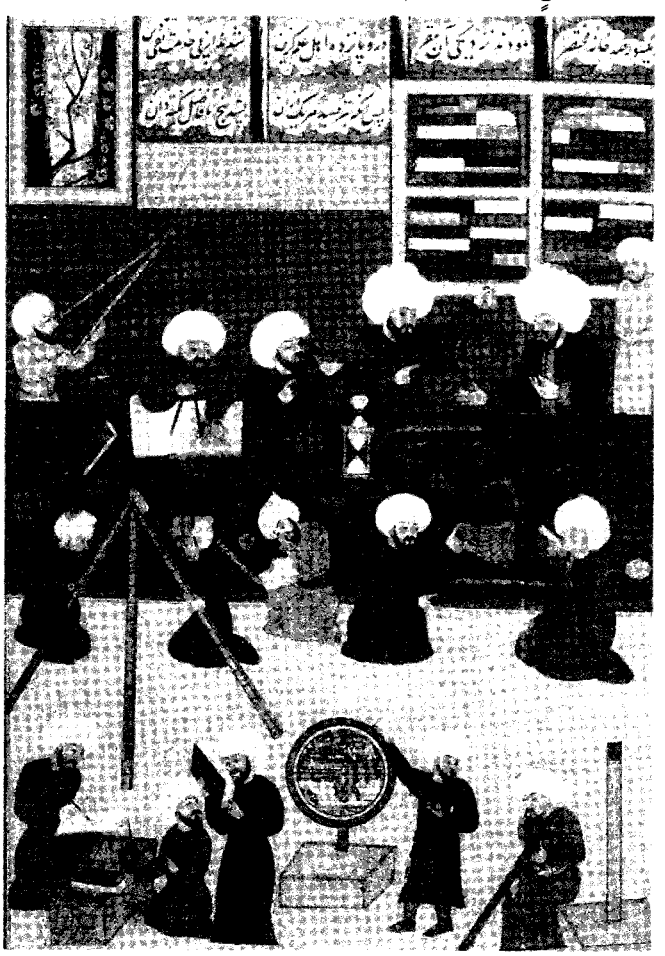
توفي الكاشيُّ سنة 1429، فخَلَفَه كبيرًا للفلكيين قاضي زاده الرومي (نحو 1364ـ نحو 1436). وُلِدَ قاضي زاده ودَرَسَ في مدينة بورسا، الحاضرةِ الأولى للأتراك العثمانيين، في الجزء الشمالي الغربي من آسيا الصغرى. ثم ارتَحَلَ إلى سمرقند، وقدَّم نفسَه إلى أُلغ بك، الذي عيَّنه سنة 1421 رئيسًا لمجمعِهِ المؤسَّس حديثًا. وبعد أن تولَّى إدارةَ المرصد ألَّف عددًا من الرسائل في الفلك والرياضيّات، منها تعليقٌ على كتاب "المجسطي" وتنقيحٌ لكتاب "الأصول" لأُقليدس.

عندما توفي قاضي زاده (نحو 1436) خَلَفَه في رئاسة الفلكيين علي القوشجي (نحو 1402ـ 1474). وُلِدَ في سمرقند، وسُمِّي بالقوشجي (ومعناها في لغتهم حافظُ البازي) لأنه كان في شبابِهِ يَحفظ البُزاةَ لأُلغ بك. ثم صار سفيرًا لأُلغ بك إلى الصين. وبعد أن أصبح رئيسًا للفلكيين أشرَفَ على إتمام الجداول الفلكية لأُلغ بك، التي سُمِّيت "الزيج السلطاني"، ونُشرت في سنة 1438. وربما كُتِبَتْ هذه الجداول أوَّلَ ما كُتِبَتْ باللغة الفارسية، ثم ما لبثت أن تُرجمت إلى العربية والتركية.

غادرَ القوشجيُّ سمرقند غِبَّ وفاة أُلغ بك بوقتٍ قصير. واستقرَّ به المقام في إستانبول رئيسًا للفلكيين لدى السلطان العثماني محمد الثاني (حَكَمَ ما بين 1451 و1481)، المعروف بالفاتح، تمجيدًا له على فتْحِهِ القسطنطينيةَ في سنة 1453. تضمَّنت مؤلَّفاتُ القوشجي رسالتَيْن عالَجَ فيهما حلَّ نماذج بطليموس، إحداهما للقمر والأخرى لعطارد، إضافةً إلى عملٍ تمهيدي سمَّاه "الفتحيَّة، رسالةٌ في علم الفلك"، أهداها إلى محمد الثاني.

أنشأ الفلكيُّ الدمشقيُّ تقي الدين الرشيد (1526ـ1585) أول مرصدٍ في إستانبول في عهد السلطان مراد الثالث (حَكَمَ ما بين 1574 و1595). وجَهَّزه بعددٍ من الأدوات الجديدة من ابتكاره، وبساعةٍ ميكانيكيةٍ صنَعَها بنفسه. وكان أوَّلَ مشروعٍ له في المرصد تصحيحُ جداولِ أُلغ بك الفلكية. ويُذكَر أن واحدةً على الأقل من قياساتِهِ كانت أكثرَ دقَّةً من قياس تيخو براهِه؛ وهي الحركة السنوية لنقطة أوج الشمس في الكرة السماوية، فقد كان قياسُها عند تقي الدين 63 ثانيةً قوسيَّةً، وعند تيخو 45، علمًا بأن القيمة المتعارَفَة حاليًّا هي 61.

أجرى تقيُّ الدين كذلك أرصادًا دقيقةً للمذنَّب الذي ظَهَرَ في سنة 1578، غير أنه لم يتوصَّل فيما يبدو إلى النتيجة التي وصل إليها تيخو براهِه، الذي قال إن الجِرْمَ الناريَّ كان يمرُّ عبر الكرات السماوية الكوكبية. وكَتَبَ الشاعرُ علاء الدين المنصور في قصيدته "في ظهور جِرْمٍ نجميٍّ ملتهب"، أن المذنَّبَ ظَهَرَ في الليلة الأولى من شهر رمضان المبارك، "مارًّا عبر المنازل السبعة لهذا العالَم الزائل.../ كمثل وشاحٍ فوق نجوم الدُّب الأصغر."[404]



مرصد تقي الدين في إستانبول.

(404) Sayili, The Observatory in Islam, p. 290.

ورأى تقيُّ الدين، الذي كان منجِّمًا للبلاط أيضًا، في المذنَّب إشارةً إلى طالعٍ ميمون، وتنبَّأَ أن العثمانيين سيحقِّقون النصرَ في حربهم على الفرس. ولكنَّ المرجعَ الإسلاميَّ الأعلى شيخ الإسلام قاضي زاده أقنَعَ السلطانَ مراد بأن المرصدَ سيَجلب النكباتِ إلى المملكة باستراقه أسرارَ الطبيعة، ودَلَّلَ على ذلك بالمصير الذي حاقَ بأُلغ بك، الذي اغتيل عَقِبَ نَشْر جداولِهِ الكوكبية. وقد سجَّلَ علاء الدين المنصور كيف استفهمَ السلطانُ عن الأمر من تقيِّ الدين فقال: "ما انفكَّ أساطينُ المعرفة يستقصون في هذه المسألة. فيا أيها الرجل العارف؛ يا ذا الإدراك الصائب: أَطْلِعني من جديد على مدى تقدُّم أرصادك وما انتهت إليه من نتائج. هل حَبَكْتَ أناشيطَ دقيقةً من أديم السماء؟"[405]

فأجاب تقيُّ الدين: "أيها الملك المعظَّم؛ ثمة في زيج أُلغ بك الكثيرُ من النِّقاط المشكوك فيها. والآن، وبفضل الأرصاد، صُحِّحت الجداول، ويوشك قلبُ العدوِّ أن ينفطر حزنًا. أسألكم ـ سيِّدي ـ أن تأمروا، منذ الساعة، بإلغاء المرصد."[406]

ويَصف علاءُ الدين المنصور نهايةَ مرصد إستانبول في الأبيات الأخيرة من قصيدته. يقول: "استدعى ملكُ الملوك قائدَ وحدة الرُّماة من حاشيته، وأَمَرَهُ بهدم المرصد وإلغائه نهائيًا. وصدرت الأوامرُ تقضي بأن يبادر الأميرال من فوره ليكون على رأس فرقة سلاح الرماة البحريين، لتدمير المرصد وجَعْلِ عالِيَتِه سافلتَه."[407]

وفي عهْد السلطان سليم الثالث (حَكَمَ ما بين 1789 و1807)، بُذِلتْ جهودٌ لتحديث الجيش العثماني أدَّتْ إلى إنشاء مدرسةٍ لضباط سلاح المدفعية في سنة 1793، اسمُها الأصلي مدرسة الهندسة الحربية. وقد اشتمَلَ منهاجُها الدراسيُّ على فصولٍ دراسيةٍ في الرياضيّات والجغرافيا والفلك، يؤيِّد ذلك ما جاء في مذكَّراتُ حسين رِفقي ثَماني مديرِ المدرسة في الأعوام 1806ـ1817. غير أن

(405) Sayili, *The Observatory in Islam*, pp. 292-293.

(406) Sayili, *The Observatory in Islam*, p 293.

(407) Sayili, *The Observatory in Islam*, p. 293.

تَماني ظلَّ يُدرِّس علم الفلك وفق نموذج بطليموس القديم، كما أشار في ختام إحدى محاضراتِهِ: "ليكن معلومًا أنَّ الكونَ هو في مظهره كرةٌ الأرضُ مركزها.... وأنَّ الشمسَ والقمرَ يدوران حولَ الأرض، ويغيِّران منازلَهما في بروج دائرة البروج." (408)

أعَدَّ إسحاق أفندي (1774-1836)، الذي أصبح مديرًا لمدرسة الهندسة الحربية في سنة 1830، دراسةً شاملةً من أربعةِ مجلَّدات استعرَضَ فيها المعارفَ العلميةَ المعاصرةَ في أوروبا، ومنها أعمال ديكارت ونيوتن. يَقَعُ المجلَّدُ الرابع في 257 صفحة خُصِّصت لعلم الفلك، وفيها يقول إسحاق إن النظرية الكوپرنيكية يمكنها أن تفسِّر كثيرًا من الحوادث الفلكية بسهولةٍ أكبر من نموذج بطليموس القديم القائم على مركزية الأرض. وقد طُبِعَ هذا المجلَّد الرابع أولَ مرةٍ سنة 1834 في إستانبول؛ ثم أُعيد طَبعُهُ في القاهرة بعد إحدى عشْرَةَ سنة. وفي غضون القرن الأخير من الحكم العثماني، كان هذا الكتابُ مصدرَ المعلوماتِ الرئيسيَّ في الإمبراطورية للمهتمين بالعلم الجديد الذي طُوِّر في أوروبا الغربية.

بدأتْ أُولى المحاولات لإحداث معهدٍ عثمانيٍّ للدراسات العليا (دار الفنون بالتركية) في عهد السلطان عبد المجيد (حَكَمَ ما بين 1839 و1861)، في إطار حركة إصلاحٍ عُرفت بـ (التنظيمات). سَجَّلت دارُ الفنون الدفعةَ الأولى من طلبتها سنة 1869، ثم أُعيد تنظيمها سنة 1900 على غرار الجامعات الأمريكية والأوروبية. وشَمَلَ التغييرُ حتى كليَّتَي العلوم والطِّب. وبعد قيام الجمهورية التركية في سنة 1923، أصبحت هذه الدارُ جامعةَ إستانبول، وصارت مدرسةُ الهندسة الحربية ـ بعد إعادة تنظيمها كذلك ـ جامعةَ إستانبول للتكنولوجيا.

ثم أُنشئَ معهدٌ علميٌّ آخرُ في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، هو المرصد الأميري، مع أن مهمَّته الأساسيةَ كانت محطةً للأرصاد الجوية. وفي سنة 1910 بدأ علماءُ الفلك الأتراك أعمالَ رصدهم في هذا المرصد، الذي انتقلَ مقرُّه إثرَ قيام الجمهورية التركية إلى موقعه الحالي في مدينة قنديلي التي تقع

(408) Ihsanoglu, *STOLE*, vol. 2, pp. 33-34.

على الجانب الآسيوي من مضيق البوسفور، وهو إلى ذلك مركزٌ للبحوث الزلازلية، إضافةً إلى كونه محطَّةً للأرصاد الجوّية.

واليوم أُلْحق هذا المرصدُ بجامعة البوسفور، التي أُنشئت في سنة 1971 على أرض معهد روبرت القديم وفي أبنيته. وكان هذا المعهدُ عند تأسيسه عام 1863 مدرسةً تبشيريةً أمريكيةً على الجانب الأوروبي من مضيق البوسفور. وقد قمتُ شخصيًّا بتدريس الفيزياء في جامعة البوسفور ومعهد روبرت في الأعوام 1960ـ1976، وأنا أحاضِرُ منذ عام 1993 في علم الفلك وتاريخ العلوم في جامعة البوسفور، تلك المؤسسة الأكاديمية التي شهدت مرحلةَ الانتقال بين الإمبراطورية العثمانية والجمهورية التركية، بين تركيا القديمة وتركيا الحديثة.

ومن أهمِّ المراجع في مقرَّر تاريخ العلوم حاليًّا موسوعةٌ طُبعت في إستانبول سنة 2003، من تأليف بوريس أ. روزنفلد وأكمل الدين إحسان أوغلو، عنوانُها: "علماء الرياضيّات والفلك وغيرهم من علماء الحضارة الإسلامية وآثارهم العلمية" (من القرن السابع وحتى القرن الرابع عشر). تستغرق هذه الموسوعةُ، التي تُعرف عادةً باسمها المختصر عن الإنكليزية *MASI*، دراسةَ عددٍ من العلماء يبلغ 1,711 حُفِظَت مخطوطاتُهم في مكتباتِ خمسين دولة، إضافةً إلى 1,376 مؤلَّفًا لا يُعرَف أصحابُها. ومعظم هذه المخطوطات مكتوبةٌ بالعربية، وباقيها بالفارسية والسريانية والسنسكريتية والطاجيكية والأوردية والتركية القديمة والتترية والأوزبكية وغيرها من اللغات الآسيوية. أما عناوينُ الموضوعات التي اشتَملتْ عليها الموسوعة، فهي الرياضيّات والفلك والميكانيك والفيزياء والموسيقا والجغرافيا الرياضية والجغرافيا الوصفية والكيمياء والخيمياء وعلم المعادن والأرصاد الجوية وعلم الحيوان وعلم النبات والفلسفة وأصول الدين والأدب واللسانيات والتصوّف. وأما مكتباتُ المخطوطات التي وردَ ذِكرها في موسوعة *MASI*، فهي موزعة على النحو الآتي: 29 مكتبةً في العراق، و27 في إيران، و25 في تركيا، و15 في الهند، و10 في مصر، و9 في أفغانستان، و8 في كلٍّ من المغرب وروسيا، و6 في كلٍّ من لبنان وإسبانيا وسورية، و5 في كلٍّ من باكستان وأوزبكستان واليمن، و4 في كلٍّ من طاجاكستان وأوكرانيا، ومكتبتان في

كلٌّ من الجزائر وأذربيجان والبوسنة والهرسك والبرتغال والمملكة العربية السعودية وتونس، ومكتبةٌ واحدة في كلٍّ من أرمينيا وبنغلادش وبلغاريا وجورجيا وإندونيسيا وكازاخستان وليبيا ونيجيريا وقطر وتركمانستان. وقد اقتصرنا على ذكر أسماء الدول التي وُجِدَت فيها يومًا مراكز للعلوم الإسلامية.

من بين مكتبات المخطوطات التركية المدرجة في موسوعة *MASI* ستَّ عشرةَ مكتبةً في إستانبول وحدها، منها مرصد قنديلي، المخصَّص لعلماء الفلك العثمانيين فقط. وقد كَتَبَ عددٌ من طلابي في تاريخ العلوم حلقاتِ بحثٍ أَجروها في مكتبة مرصد قنديلي، ولا سيّما حول أرصاد تقي الدين مؤسِّس أول مرصدٍ في إستانبول.

هذا وتوجد أغنى مجموعات إستانبول من المخطوطات الإسلامية في المكتبة السليمانية، التي بناها في الأعوام 1550ـ1555 السلطانُ سليمان القانوني (حَكَمَ ما بين 1520 و1566). ويعود تاريخ أقدم مخطوطةٍ في المكتبة السليمانية إلى بداية عصر النهضة الإسلامية في بغداد. ولما كانت جميعُ هذه المخطوطات مكتوبةً باللغة العربية أو التركية القديمة أو بلغاتٍ أخرى تَعَذَّر علينا (أنا وطلابي) فكُّ مغاليقها، فقد اضطُرِرْنا إلى الاعتماد على الأعمال المترجَمة إلى التركية الحديثة أو إلى الإنكليزية، مع أنها لا تستغرق سوى عددٍ قليلٍ من الأعمال؛ أو اللجوء إلى دراساتٍ مَسْحِيَّةٍ عامةٍ للعلوم الإسلامية من مثل موسوعة *MASI*.

وكان السؤال الذي يسأله طلابي دومًا ويحاولون الإجابة عنه هو: لماذا تدهورَ علمُ الفلك الإسلامي هذا التدهورَ الحادَّ بعد زمن تقي الدين، الذي مَهَّد معاصرُه تيخو براهِه السبيلَ لعلم الفلك الحديث في أوروبا الغربية؟ وفي سياق محاولة الإجابة عن هذا التساؤل يُدْهَشون بوجهٍ عام من أن علماء الفلك المسلمين لم يتوقَّفوا عن رصد السماء بدقةٍ زمنًا طويلاً بعد تقي الدين. فأجدني أُخبرهم بأن هذا يرجع إلى كون علم الفلك واحدًا من فروع العلم المستحسَنة في الإسلام على الدوام، لأن علماء الفلك يُسَخِّرون مهاراتِهم لتحديد الشهور القمرية ومواقيت الصلوات الخمس؛ ولتوجيه المساجد جهةَ القبلة؛ ولمعرفة أوقات كسوف الشمس وخسوف القمر؛ ولتَتَبُّع حركات الكواكب بغية إعداد خرائط بروج

السماء للخلفاء والخانات [الخان: لقب تشريفي في بعض البلدان] والأمراء والسلاطين. ويَذكر علاءُ الدين المنصور كيف نجا تقيُّ الدين بنفسه جرَّاء تفسيره ظهورَ المذنَّب 1578 بفألٍ حَسَنٍ للسلطان مراد الثالث، مع أنه اضطُرَّ إلى التضحية بمرصده في أثناء ذلك.

استمرَّ علماءُ الفلك المسلمون في إجراء أرصادهم بالطريقة نفسها التي كان عليها أسلافُهم العرب واليونان، في الوقت الذي بدأ فيه معاصروهم الأوروبيون بثورةٍ فكريةٍ أفضت إلى نشأة العلوم الحديثة. وهكذا تَخَلَّف العالَمُ الإسلاميُّ عندما ضَعُفَت إمبراطورياتُه وانهارت، فراح يعيشُ على ذكريات الإنجازاتِ العظيمة لعلمائِهِ من الفيزيائيين والأطباء والرياضيين والجغرافيين والفلكيين، الذين نَقَلوا العلومَ اليونانية إلى الغرب، مضيفين إليها ما جادت به قرائحُهم في تطويرها.

العِلْم المفقود والمستعاد

أَفَلَت الحضارةُ الإغريقية ـ الرومانية، وبأُفولها فُقِدَت أعمالٌ كثيرةٌ من نفائس العلوم القديمة. وفي القرن الماضي عُثِرَ على عددٍ من تلك الكلاسيكيات العظيمة الشأن في خوابي مَنْسِيَّات التاريخ، وكان اكتشافُها في بعض الحالات معجزةً أو كالمعجزة.

ففي سنة 1900 انطلقَ قاربٌ يونانيٌّ لصيد الإسفنج من جزيرة سيمي، ورَسَا قبالةَ الساحل الشَّمالي لجزيرة أنتيكيثيرا الصغيرةِ النائية تفاديًا لعاصفةٍ أَلَمَّتْ به. وبعد أن هدأتِ العاصفةُ نَزَلَ غوَّاصٌ يُدعى إلياس ستادياتوس للبحث عن الإسفنج، فعَثَرَ على حطامَ سفينةٍ غارقةٍ في قاع البحر. فأذهَلَهُ ما شاهد، وقال إنه عايَنَ كومة جُثَثٍ من النساء العاريات، فلمَّا أُخْرِجْنَ إلى اليابسة وُجِدَ أنهنَّ لَسْنَ سوى تماثيلَ برونزيةٍ إغريقية ـ رومانية. وقد احتوتِ السفينةُ أيضًا مجوهراتٍ وقطعًا من البرونز وأوانِيَ فخاريةً وأثاثًا ودنانًا مملوءةً خمرًا. يعود تاريخُ السفينة إلى القرن الأول قبل الميلاد، ويُعتقَد أنها كانت في طريقِها من رودُس إلى إيطاليا. وأحدُ هذه التماثيل البرونزية، ويُعرَف باسم إيفيب (من أنتيكيثيرا)، محفوظٌ اليوم في المتحف الوطني للآثار في أثينا. يمثِّل هذا التمثال شابًّا مجرَّدًا من الثياب، يُعتقَد أنه باريس ابن الملك بْرَيام آخرِ ملوك طروادة، ربما صنَعَه النَّحاتُ المعروف يوفرانور، الذي عَمِلَ في أثينا في منتصف القرن الرابع قبل الميلاد.

كان من جملة الأشياء التي لم يؤبَه لها كثيرًا، مما استُخرِج من حطام

السفينة، صندوقٌ خشبيٌّ بحجم كتابٍ تقريبًا، تبيَّن لدى فَتحِهِ أنه يحتوي على ترتيبٍ معقَّدٍ من مسنَّناتٍ برونزيةٍ وأقراصٍ مدرَّجة، أحالَها التآكلُ الشديدُ إلى كتلٍ مشوَّهة من معدنٍ أخضر. أما الصندوقُ الخشبي فما لبثَ أن استحال إلى نُفاية، وأما المسنَّناتُ والأقراص المدرَّجة البرونزية فلم يُصِبْها البِلى، وأُخضعت في النهاية إلى أشعة سينيَّةٍ لمعرفة وظيفتها. فتبيَّن أنها جهازٌ (يُعرَف اليوم بحاسوب أنتيكيثيرا) ذو آليَّةٍ معقَّدةٍ تُشبه آليَّةَ عملِ الساعة، أثبَتَ ديريك دي سولا پرايس ـ مؤرِّخ العلوم في جامعة ييل ـ أنه جهازٌ فلكيٌّ يُظهِر حركاتِ الشمس والقمر والكواكب المرئية. وكان اليونانيون يسمُّون هذا الجهاز *sphairopoiia*، أما اليوم فيُعرَف بالمِبْيان orrery أو المِفلاك planetarium، وهو آليةٌ تُحاكي حركات الأجرام السماوية. وقد أظهَرَ تحليلٌ حديثٌ أجراه ميكائيل رايت ـ القيِّمُ على متحف العلوم في لندن ـ أن نظامَ المسنَّناتِ يحاكي نظريةَ فلك التدوير للحركات الكوكبية المستمَدَّة من أپولونيوس البيرجي، والتي استعملها بطليموس الإسكندري.

ويعزو عددٌ من المصادر الكلاسيكية إلى أرخميدس اختراعَ جهازَيْن ميكانيكيَّين من البرونز يحاكيان حركات الأجرام السماوية. أحدُ هذه المصادر عالِمُ الرياضيّات پاپوس الإسكندري، الذي قال إن أرخميدس ألَّف رسالة، هي اليوم بحكم المفقودة، عنوانُها *Peri Spairopoiias* (في صنع الكرات)، يَصف فيها كرةً سماويةً صنَعها ليمثِّل بها حركاتِ الشمس والقمر، ويوضِّح بها ظاهرتَيْ كسوف الشمس وخسوف القمر. وأما اختراع أرخميدس الثاني، فهو مِبْيانٌ يُحاكي حركات الكواكب، إضافةً إلى حركتَي الشمس والقمر.

ويَروي شيشرون أن الجنرالَ الرومانيَّ مارسيلوس أعادَ جهازَيْ أرخميدس هذين إلى روما في جملة الغنائم التي حَمَلَها إثر نَهْبِهِ مدينةَ سيراقوسة في سنة 212 قبل الميلاد. ووضَعَ الكرةَ السماويةَ في معبد قيستا ليشاهدها الجميع. وقد كَتَبَ الشاعر أوڤيد، في سنة 8 بعد الميلاد تقريبًا، يَصف الكرةَ في قصائده عن الإلاهة وحَرَمِها: "هناك تنتصبُ كرةٌ معلَّقةٌ ببراعةٍ سيراقوسيَّةٍ ضمن هواءٍ محصور، تمثِّل صورةً مصغَّرةً للقبَّة السماوية، بحيث يتساوى فيها بُعد الأرض

من الأعلى والأسفل، وذلك بسبب شكلها المستدير."[409]

آلَ المِبْيان في نهاية المطاف إلى حوزة حفيد مارسيلوس، الذي عَرَضَه على الفلكيِّ غَيوس سولپيسيوس غالوس. فاستعمله غالوس في تنبُّؤ خسوفٍ للقمر في 21 حزيران/يونيو 168 قبل الميلاد. ويقول شيشرون إن غالوس تنبَّأ أيضًا بحدوث كسوفاتٍ شمسية، غير أنه لم يستطع أن يتنبَّأ بإمكان مشاهدتها في روما.

ثمة فلكيُّون آخرون حَذُوا حَذْوَ أرخميدس في صنْع مثل هذه الأجهزة الميكانيكية لإظهار الحركات السماوية، وما زالت نماذجُ منها باقيةً من العهود البيزنطية والإسلامية والأوروبية الوسيطية. وكَتَبَ شيشرون في ذلك يقول: "لقد صَنَعَ صديقُنا پوسيدونيوس، كما تعلمون، منذ عهدٍ قريبٍ كرةً تبيِّن من خلال دورانها حركةَ الشمس والنجوم والكواكب، ليلاً ونهارًا، تمامًا كما تظهر في السماء."[410] ولقد عايَنَ شيشرون هذا المِبْيان، لأنه لَزِمَ في شبابه محاضراتِ پوسيدونيوس في رودُس. وهذا يوحي بأن حاسوب أنتيكيثيرا قد يكون هو المِبْيان الذي صنَعَه پوسيدونيوس، وذلك بسبب الاعتقاد السائد بأنَّ السفينةَ التي وُجِدَ فيها كانت متَّجهةً من رودُس إلى إيطاليا.

حَصَلَ في مطلع القرن العشرين اكتشافَان مثيران من العِلْم اليوناني المفقود؛ أولُّهما حاسوب أنتيكيثيرا؛ وثانيهما نسخةٌ من مؤلَّفٍ مفقودٍ لأرخميدس، ومعه جملةُ مخطوطاتٍ قديمة، على يد العالِم الدنماركي جون لودڤيغ هايبِرْغ، في كنيسةٍ يونانيةٍ في إستانبول سنة 1906. وقد أشارتْ صحيفةُ *The New York Times* في صدر صفحتها الأولى بتاريخ 16 تموز/يوليو 1907 إلى اكتشاف هايبِرْغ الرائع، على حين أن صحيفة *The Times* اللندنية لم تأتِ على ذِكر هذا الاكتشاف.

حَصَلَ اكتشافُ هايبِرْغ في كنيسة أغيوس جيورجيوس (القديس جورج)،

(409) Ovid, Fasti VI, 227-80.

(410) Cicero, The Nature of the Gods, II. 87-89.

الواقعة في حيِّ فينير اليوناني القديم في القرن الذهبي [خليج على مضيق البوسفور في تركيا الأوروبية]. وأغيوس جيورجيوس هي كنيسة مِيتُوخِيُون [metochion ملكيةٌ تابعةٌ لكنيسةٍ أو دَيْرٍ، تقع على مسافةٍ منها (أو منه)، يُقيم فيها بعض الرهبان لإدارتها] تابعةٌ لدير المَدْخَر المقدَّس Holy Sepulchre في بيت المقدس، وتَتْبع بطريركيةَ بيت المقدس لا بطريركيةَ القسطنطينية، التي كان مركزها الرئيسيُّ في فينير منذ أواخر القرن السادس عشر. وكان من جملة المخطوطات المكتشَفة "رسالةُ أرخميدس في المنهج"، المشتَهَرة اليوم بـ Codex C (المخطوطة C)، والتي بقيت مفقودةً نحوًا من ألفَيْ عام.

كان نيوتن وجميعُ سابِقِيه الأوروبيِّين يُقِرُّون بفضل أرخميدس الكبير عليهم؛ فقد ذَكَرَه غاليليو أكثر من مئة مرةٍ مُشِيدًا بطريقتِهِ الرياضية البالغة الدقَّة في دراسة الطبيعة، والتي أصبحت نموذجًا للعِلم الجديد الذي حلَّ مَحلَّ الأرسطية المحتضَرَة في حقبة العصور الوسطى. وقد أشار مارشال كلاغيت إلى تأثُّر غاليليو ومعاصريه بأرخميدس فكَتَبَ يقول: "تَكمن أهميةُ أرخميدس، لدى مؤسِّسي العِلم الحديث، في استعمال الرياضيّات لمعالجة المسائل الفيزيائية، إضافةً إلى الأصالة والوفرة في تقنياته الرياضية."[411]

وبالنظر إلى أهمية أرخميدس البالغة في الثورة العلمية، ففي حُكْم المستحيل أن تبقى كتاباتُه محفوظةً على أية حال. فقد ذَكَرَ كارل ب. بوير في كتابه تاريخ الرياضيّات: "خلافًا لكتاب "الأصول" لأُقليدس، الذي حُفِظَ في مخطوطاتٍ يونانيةٍ وعربيةٍ عديدة، فإن رسائلَ أرخميدس وصلتْ إلينا عبر مسلكٍ واهٍ. ذلك لأن جميعَ النُّسخ تقريبًا هي من أصلٍ يونانيٍّ واحدٍ وُجِدَ في القرن السادس عشر، ونُسِخَ هذا الأصلُ نفسُه من نسخةٍ أصليةٍ تَعود إلى عهدٍ قريبٍ من القرن التاسع أو العاشر."[412] هذا وإنَّ من أهم أعمال أرخميدس رسالتُه في المنهج، التي كان يُعتقَد أنها فُقِدت في أواخر العصور القديمة؛ ومع أن إعادةَ اكتشافها على يد هايبِرْغ أثارَ ضجةً كبيرة، فقد اختفتْ الرسالةُ ثانيةً عن الأنظار

(411) Clagett, *Archimedes* in the Middle Ages, vol. 1, p. 1.

(412) Boyer, *A History of Mathematics*, p. 136.

بضعَ سنوات فيما بعد. وفي النهاية عادت لتَظهر في أواخر القرن العشرين، في ظروفٍ دراميةٍ تعيد إلى الأذهان أحداثَ روايات إريك آمبْلر.

في أوائل القرن السادس لم يكن يُعرَف من أعمال أرخميدس الكثيرةِ سوى ثلاثةِ كُتُب، ظَهرتْ في مجموعةٍ أعدَّها للنشر وعلَّق عليها يوتوسيوس الأسكالوني وهي: "في توازن السطوح"، و"في الكرة والأسطوانة"، و"في قياس الدائرة" (وهذا الأخير غير مكتمل). وفي القرن التاسع أضاف إليها عالِمُ الرياضيّات لِيو الملقَّب بالرياضيّاتي الكتبَ الآتية: "في المجسَّمات المخروطانيَّة والكُرَوانيَّة"، و"في الحلزونيَّات"، و"في تربيع القطع المكافئ"، و"كتاب القضايا المساعِدة (الموطِّئات)"، و"الحاسبة الرمليَّة". وهكذا احتوت مجموعةُ لِيو ـ التي اشتُهِرت باسم Codex A (المخطوطة A) ـ على جميع أعمال أرخميدس المعروفة اليوم ما عدا: "في الأجسام العائمة"، و"في المنهج"، و"المَعدِيَّة"، و"مسألة الماشية". وكانت هذه المخطوطة إحدى مخطوطتَيْن أُتيحَتَا لويليام الميربيكي عندما تَرجَمَ أعمال أرخميدس سنة 1269. أما المخطوطةُ الأخرى [وتُعرف باسم المخطوطة B، وأيضًا باسم مخطوطة ميكانيكورم، وتحتوي على أعمال في الميكانيك فقط: "في تربيع القطع المكافئ"، و"في توازن السطوح"، و"في الأجسام العائمة"، (وربما "في الحلزونيَّات")]، فكانت آخِرُ إشارةٍ إليها في مطلع القرن الرابع عشر، ثم اختفت عن الأنظار. ولذلك، وحسبما ذَكَرَ مارشال كلاغيت، فإن المخطوطة A "كانت هي الأصل، بصورةٍ مباشرةٍ أو غير مباشرة، من بين جميع نسخ عصر النهضة من مؤلَّفات أرخميدس."[413]

وأشار كلاغيت أيضًا إلى أنَّ من المستبعَد أن يكون علماءُ الرياضيّات العرب قد امتلكوا أيَّ مجموعةٍ لأعمال أرخميدس تداني المخطوطة A إحاطةً وشمولاً. ذلك لأن تصانيف أرخميدس المتاحةَ للعرب، طبقًا لما أورَدَه كلاغيت، اشتملتْ على الكتب الآتية: "كتاب في الكرة والأسطوانة"، بترجمةٍ تعود إلى أوائل القرن التاسع نقَّحَها حنين بن إسحاق وثابت بن قرَّة على التعاقب، وأعادَ

(413) Marshall Clagett, "*Archimedes*," *DSB*, 1, p. 223.

تحريرها ونشرها نصير الدين الطوسي؛ وكتاب "في قياس الدائرة"، تَرجَمَه ثابت ابن قرَّة، وأعادَ الطوسيُّ تحريره ونشره؛ وجزءٍ من كتاب "في الأجسام العائمة"؛ وربما كتاب في "تربيع القطع المكافئ"، حسبما دَلَّ عليه بحثٌ أعدَّه ثابت بن قرَّة في هذا الكتاب؛ وبعض الموادّ غير المباشرة من كتاب "في توازن السطوح"، حسبما أُشِيرَ إليه في الأعمال الميكانيكية اليونانية المترجَمَة إلى العربية؛ وغيرها من المؤلَّفات التي نَسَبَها علماءُ الرياضيّات العرب إلى أرخميدس والتي ليس لها أصلٌ يونانيٌّ باقٍ، مثل "كتاب القضايا المساعِدة"، و"كتاب تقسيم الدائرة إلى سبعة أجزاء متساوية"، وكتاب "في خواص المثلث القائم الزاوية".

هذا وقد حصَّلتْ أوروبا الغربيةُ معارفَها عن أرخميدس من البيزنطيين والمسلمين فقط، بدليل أنه لا يوجد أيُّ أثرٍ لترجماتٍ سابقةٍ لهم يَنسبها كاسيودورُس إلى بوويثيوس. أما ترجمةُ النصوص الأرخميدية من العربية، التي بدأت في القرن الثاني عشر بكتاب "في قياس الدائرة"، فهي ترجمةٌ ناقصةٌ ومعتلَّة قد تكون من صنْع أفلاطون التيولي. على أنَّ لهذا العمل ترجمةً أعلى وأسدَّ أنجزها جيرارد الكريموني، واستَعمل فيها النصَّ العربيَّ المنسوبَ إلى ثابت ابن قرَّة. وأما أقدمُ الترجماتِ العربيةِ المعروفة لأرخميدس، فهي ترجماتُ ثابت بن قرَّة. وهي تَشمل جميعَ أعمال أرخميدس التي لم تُحفَظ باللغة اليونانية، ومنها "كتاب القضايا المساعِدة"، و"في مماسات الدوائر"، و"في المثلثات".

في سنة 1269، تَرجَمَ ويليام الميربيكي المخطوطتَيْن A وB، وحَصَلَ على نصوصهما من المكتبة البابوية في الڤاتيكان من مجموعةٍ تعود إلى الملوك النورمَنديين للصقلِّيَتَيْن. وقد تَرجَمَ ويليام جميعَ ما حَوَتْه المخطوطتان A وB ما عدا الحاسبة الرمليَّة وتعليق على قياس الدائرة لـ يوتوسيوس. ولم تتضمَّن ترجماتُ ويليام كتاب في المنهج، ولا مسألة الماشية، ولا المَعدِيَّة، لأن هذه الكتب غيرُ مشمولةٍ في المخطوطتَيْن A وB.

وفي سنة 1450 أو نحوها، أعدَّ جيمس الكريموني برعايةٍ من البابا نيكولاس الخامس ترجمةً لاتينيةً جديدةً لأعمال أرخميدس. وقيَّد جيمس عملَه

بالمخطوطة A تمامًا، ولذلك لم تتضمَّن ترجمتُه كتابَ "في الأجسام العائمة"، غير أنها تضمَّنت كتابَيْن من هذه المخطوطة أَغْفَلَهما ويليام الميربيكي هما: "الحاسبة الرمليَّة و"تعليق على قياس الدائرة" لـ يوتوسيوس. وحالما أَتَمَّ جيمس ترجمتَه، أرسلَ البابا نسخةً منها إلى نيكولاس كوزا، فأفاد منها في كتابه *De Mathematicis Complementis*، الذي ألَّفه في العامَيْن 1453ـ1454. وما تزال تسعُ نسخٍ على الأقل باقيةً من هذه الترجمة، صَحَّح إحداها رغيومونتانوس.

نُسِخت المخطوطةُ A نفسُها عدَّةَ مرات، إحداها على يد الكاردينال بِساريون ما بين عامَيْ 1449 و1468، وأخرى على يد جورج ڤالَّا، الذي أفادَ منها في كتابه "النقاط الأساسية للمعرفة" (طُبِع في ڤينيسيا سنة 1501). وقد مضت الإشارةُ إلى أن كوپرنيكوس حصل على نسخةٍ من كتاب فالَّا، وقرأ فيه وَصْفَ أرخميدس للنظرية الشمسية المركز التي اقترحَها أريستارخوس (من ساموس)، والتي سبقت النظرية الكوپرنيكية بثمانية عشر قرنًا.

اشتدَّ الاهتمام بأرخميدس ابتداءً من منتصف القرن السادس عشر فصاعدًا، ويلاحَظ أثرُه فعلاً في أعمال كوماندينو وسيمون ستيڤن وكِپْلر وغاليليو وتوريشَلِّي ولايْبنِتْز ونيوتن وآخرين كُثُر. وتُرجمتْ كُتُبُه إلى الإيطالية والفرنسية والألمانية، ونُشرت طبعةٌ جديدةٌ منها باللاتينية في لندن سنة 1675 تَرجمها إسحاق بارو، أستاذُ الهندسة في جامعة كامبردج قبل نيوتن. وفي نهاية القرن الثامن عشر ظَهرتْ طبعةٌ جديدةٌ للنصِّ اليوناني مع ترجمةٍ لاتينيةٍ أعدَّها عالِمُ الرياضيّات الإيطاليُّ جوزيف توريلِّي (1721ـ1781)، نُشرت في أكسفورد بعد وفاته بعناية أبرام روبرتسون.

ومع كلِّ ذلك، فإن عددًا من كتابات أرخميدس ما زال مفقودًا، أهمُّها كتابه "في المنهج"، الذي لم يدلَّ على وجوده سوى إحالاتٍ إليه من هيرو الإسكندري، وسْويداس (وهو كاتبٌ بيزنطيٌّ من القرن العاشر) الذي قال إن ثيودوسيوس الباثيني كَتَبَ تعليقًا على كتاب أرخميدس، علمًا بأن هذا التعليقَ مفقودٌ هو الآخر.

كانت المخطوطاتُ التي اكتشفها هايبِرْغ جزءًا من طِرْسٍ (أو كتابِ صلوات euchologion) مكوَّنٍ من رَقٍّ معالَجٍ كُشِطتْ محتوياتُه الأصلية، ثم كُتِبَ فوقها نصٌّ طقوسيٌّ جديد. وكان الذي لفتَ انتباهَ هايبِرْغ إلى هذا الطِّرس تقريرٌ نَشَرَه العالِمُ اليونانيُّ أ. پاپادوپولوس ـ كيراميوس سنة 1899، في دليلٍ يَصف مجموعةَ مخطوطاتٍ في إستانبول تعود ملكيَّتُها إلى كنيسة المِيتوخِيُون التابعةِ لدير المَذْخَر المقدَّس في بيت المقدس. وقد أشار پاپادوپولوس ـ كيراميوس إلى أن المخطوطَ الأصليَّ للطِّرس MS 355 يتضمَّن نصًّا رياضيًّا، استَلَّ منه عدَّةَ أسطرٍ وجَعَلَها في دليله. واستطاع هايبِرْغ ـ الذي كان آنذاك ينقِّحُ طبعتَه من كتاب أرخميدس ـ أن يُمَيِّز هذه الأسطر على أنها من عَمَلِ أرخميدس، فتوجَّه إلى إستانبول وتَفحَّص الطِّرس، أولاً في سنة 1906، ومرةً ثانيةً بعد سنتَيْن عندما صوَّر المخطوطةَ باستعمال مصباح الأشعة فوق البنفسجية المخترَع حديثًا. وأعلنَ عن اكتشافِهِ هذا في مقالٍ مطوَّلٍ نُشِرَ في مجلة هيرميز *Hermes* العلمية سنة 1907؛ وفي الأعوام 1910ـ1915 أدرَجَ نتائجَ اكتشافِهِ في الطبعة الثانية لكتابِهِ المؤلَّف من ثلاثة أجزاء والمخصَّص لأعمال أرخميدس، وهو كتابٌ مهمٌّ اتُّخِذَ أساسًا لجميع الدراسات الأرخميدية اللاحقة. في تلك الأثناء تَرجَمَ ت. ل. هِيْث كتابَ "في المنهج" إلى الإنكليزية، وضمَّن الترجمةَ ملحقًا لطبعةٍ جديدةٍ من كتابِهِ "أعمال أرخميدس"، نُشِرَ في سنة 1912، وقد أَفَدْتُ منه شخصيًّا عندما بدأتُ بدراسة أرخميدس.

أشار پاپادوپولوس ـ كيراميوس إلى أن الطِّرسَ تضمَّن نَقْشًا من القرن السادس عشر يشير إلى أنه يعود إلى الدَّير الفلسطيني القديم المعروف بدير القدِّيس ساڤاس، أو مار سابا بالعربية، أُسِّسَ سنة 483 على بُعد بضعةِ أميالٍ شرق بيت لحم على الضفة الغربية لنهر الأردن. يحتوي الدَّير حجرةَ نُسَّاخٍ مجدَّدة، لنَسْخِ المخطوطاتِ القديمة وحِفظِها من التلف، تتضمَّن مجموعتُها أكثرَ من ألف مخطوطة. كان دَير مار سابا خَرِبًا سنة 1625 عندما اشترته بطريركية بيت المقدس لليوناني الأورذوكس، وبدأت بترميمِهِ سنة 1688. ويقال إنَّ الطِّرسَ نُقِلَ مع مخطوطاتٍ قديمةٍ أخرى في مطلع القرن التاسع عشر من دير مار سابا

إلى إستانبول لحمايتها وصيانتها؛ وهناك احتُفِظَ بها في مِيتُوخِيُون بطريركية بيت المقدس التابعة لدير المَذْخَر المقدَّس، الذي كان تحت سلطة بطريركية القسطنطينية في ساحل القرن الذهبي في حيِّ فينير.

في مطالع أربعينيات القرن التاسع عشر، زارَ العالِمُ الألمانيُّ التوراتيُّ قسطنطين تيشِنْدورْف كنيسةَ المِيتُوخِيُون. ووَصَفَها في كتابه *Reise in den Orient* (لَيْپتزيغ، 1846)، قائلاً إنه لم يَجدْ شيئًا لافتًا سوى طِرْسٍ تضمَّنت صفحاتُه بعضَ النصوص في الرياضيّات. ويبدو أنه سَرَقَ ورقةً من الطِّرْس، بدليل أنه في عام 1879 بِيعَتْ ورقةٌ من الطِّرْس ـ كانت في جملة ممتلكاتِه ـ إلى مكتبة جامعة كامبريدج. وفي سنة 1971، فَحَصَ نايْجِل ويلسون (الأستاذ في كلية لنكولن في أكسفورد) هذه الورقةَ وتَحَقَّق لديه أنها جزءٌ فيما صارَ يُعرَف منذئذٍ بأنه طِرْس أرخميدس.

اختفى الطِّرْسُ من كنيسة المِيتُوخِيُون بُعَيْدَ اكتشافه على يد هايبِرْغ، ربما سُرِقَ في غمرة الفوضى التي صاحَبَتْ سقوطَ الإمبراطورية العثمانية وقيام الجمهورية التركية الجديدة في سنة 1923. وفي أوائل العشرينيات من القرن العشرين آلَ الطِّرْسُ إلى حوزة ماري لويس سيرييكس، وهو رجلُ أعمالٍ فرنسيٌّ وموظفٌ في الإدارة المدنية. وفي سنة 1946، قدَّم سيرييكس الطِّرْسَ هديةً لابنته آنّ غِيْرسان بمناسبة زفافها، فرمَّمتْه وزخرفتْه بإضافة صورٍ للأناجيليِّين الأربعة ثَبَتَ أنها مزوَّرة. وصرَّح نايْجِل ويلسون أن الصورَ كانت "محاولةَ تضليلٍ رهيبةٍ لتزيين المخطوطة، من المرجَّح أن يكون الغرضُ منها رفْعَ قيمتها في عين المشتري المحتمَل."[414] وعلى أية حال، فإن عائلةَ غِيْرسان عَرَضَت الطِّرْسَ للبيع، وبتاريخ 29 تشرين الأول/أكتوبر 1998 بِيعَ الطِّرْسُ في مزاد كريستي بنيويورك، مقابل مليونَي دولار لمشترٍ غير معروف. فطَعَنَتْ بطريركيةُ بيت المقدس في هذا المزادَ بدعوى قضائيةٍ في نيويورك، لكنَّ المحكمةَ قَضَتْ بأن البيعَ كان قانونيًّا.

(414) John Lowden, "*Archimedes* into Icon," p. 236.

في تلك الأثناء، أوْدَعَ المشتري غيرُ المعروفِ الطِّرْسَ في متحف وُلْترز للفنون في بَلْتيمور، كبرى مدن ولاية ماريلَنْد، في كانون الثاني/يناير 1999، وقدَّم رصيدًا لحفظه وتصويره ودراسته دراسةً علمية. فقام فريقٌ من العلماء من معهد روتشستر للتكنولوجيا وجامعة جونز هوبْكينْز بدراستِهِ باستعمال معالجةٍ حاسوبيةٍ للصور الرقمية للنصِّ الأساسيِّ للطِّرْس، الذي صُوِّر بالأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء والضوء المرئي. وفي أيار/مايو 2005، عُرِّضَ الطِّرْسُ لأشعةٍ سينيةٍ مركَّزةٍ عاليةِ الشِّدة يُنْتِجها مركزُ التسريع الخطيِّ التابع لجامعة ستانفورد في ميْنْلو پارك في ولاية كاليفورنيا، مَكَّنتْ من قراءة أجزاءٍ من النص الأساسي كان من المتعذِّر حلُّ مغاليقه سابقًا.

وفي سنة 2002، تمكَّن جون لودِن، الأستاذ في معهد كورْتولْد في لندن، من فكِّ إبهام تعريفٍ بالطِّرْس دُوِّن عليه، فوُجد التاريخ: 13 نيسان/أبريل 1229، وهو تاريخ إهداء الطِّرْس بعد إعادة معالجة مخطوطاته القديمة التي كُتِبَ عليها. يحتوي الطِّرْس، الذي يُعرَف اليوم بالمخطوطة C، أجزاءً من سبعِ رسائلَ لأرخميدس، إضافةً إلى صفحاتٍ من أعمالٍ أخرى، من بينها كتاباتٌ ترقى إلى القرن الرابع قبل الميلاد للخطيب الأثيني هايْپريديز. أما المدوَّنات الأرخميدية، فتضمَّنت نصًّا شبه كاملٍ لكتابِهِ غير المعروف سابقًا "في المنهج"؛ وجزءًا وافرًا من كتاب "في الأجسام العائمة"، الذي فُقِد نصُّه اليونانيُّ الأصلي؛ وصفحةً من كتاب "المَعِدِيَّة"، وهو من كُتُب أرخميدس غير المعروفة؛ وشذراتٍ من: "في الكرة والأسطوانة"، و"في الحلزونيَّات"، و"في قياس الدائرة"، و"في توازن السطوح". وبذلك يلاحَظ تداخلٌ لعددٍ من الكتب بين المخطوطة C والمخطوطتَيْن A وB: فهي تشترك مع المخطوطة A بنصِّ كتاب "في الحلزونيَّات"، و"في الكرة والأسطوانة"، و"في قياس الدائرة"؛ وتشترك مع المخطوطة B بنصِّ كتاب "في الأجسام العائمة". وقد أظهرت الدراساتُ أنَّ النصوصَ الأرخميدية المدوَّنة في الطِّرْس (أي المخطوطة C)، كُتِبتْ في النصف الثاني من القرن العاشر، وأن ذلك كان في القسطنطينية على وجه التأكيد تقريبًا.

أما أهمُّ أعمال أرخميدس قاطبةً، فهو كتاب "في المنهج"، وعنوانه الكامل:

"في منهج معالجة المسائل الميكانيكية"، مُهْدًى إلى إيراتوسثينيز. وفي إهداء الكتاب إلى إيراتوسثينيز، مدير مكتبة الإسكندرية، شَرَحَ أرخميدس المنهجَ الذي توصَّل به إلى فرضيَّاتِهِ التي استنتَجَ منها نظرياتِه؛ قال: "رأيتُ أن من المناسب أن أكتبَ لك شارحًا بالتفصيل مزيَّةَ منهجٍ معيَّن، قد تجد فيه انطلاقةً في تَحَرِّي بعض مسائل الرياضيّات عن طريق الميكانيك."[415]

استَعمل أرخميدس طريقةً ميكانيكيةً في موازنة الأشكال الهندسية رياضيًّا، وذلك بأن تعامَلَ معها كما لو كانت أوزانًا على كِفَّتَيْ ميزان، وقارن الشكلَ ذا المساحة غيرِ المعلومة بشكلٍ معلومِ المساحة. ثم استنبَطَ المساحةَ غير المعلومة من المساحة المعلومة، باستعمال قانون الرافعة. وبعد ذلك وسَّعَ طريقتَه لتشمَلَ ثلاثةَ أبعادٍ بغية حساب أحجام الأشكال، وذلك حسبما بيَّنَ في الفرضية الثانية من كتابِهِ "في المنهج"؛ حيث قال: "إن [مساحة] أسطوانةٍ قاعدتُها تساوي دائرةً عظمى من الكرة، وارتفاعُها يساوي قطر الدائرة، تساوي 3/2 مساحة الكرة."[416] وكانت هذه نظرية أرخميدس الأثيرة؛ ونُقِشَ رَسْمُها على شاهدة قبره. وقد عايَنَ شيشرون هذا النُّصْب في سنة 75 قبل الميلاد، عندما كان موظَّفًا في صقلية، وكان النَّقْش ما يزال ظاهرًا للعيان.

كذلك استَعمل أرخميدس طريقتَه الميكانيكيةَ لحساب أحجام ثلاثة مجسَّماتٍ دورانيةٍ - مجسَّم القَطْع الناقص، ومجسَّم القَطْع المكافئ، والمجسَّم الزائديّ - إضافةً إلى تحديد مراكز ثقالة مجسَّم القَطْ ع المكافئ ونصف الكرة. وخَتَمَ الرسالةَ بإيجاد حجم مجسَّمَيْن، أولهما أسطوانةٌ دائريةٌ قائمةٌ مقطوعةٌ بمستوِيَيْن، وثانيهما الحجم المشترك الناتجُ عن تقاطع أسطوانتَيْن قائمتَيْن متساويتَيْن بزاويةٍ قائمة. وجميع هذه الحسابات لم تُنجَزْ في أوروبا الغربية إلا بعد إيجاد حساب التفاضل والتكامل على يد نيوتن ولايْبنِتْز، أي بعد أكثر من تسعةَ عشرَ قرنًا من عَمَلِ أرخميدس في كتابِهِ المفقود في المنهج.

(415) Heath, The Works of *Archimedes*, Supplement on The Method of *Archimedes*, p. 12.
(416) Heath, The Works of *Archimedes*, Supplement on The Method of *Archimedes*, p. 18.

ضمَّن أرخميدس رسالتَه "في الأجسام العائمة" المبدأَ الأساسيَّ للتَّعْويميَّة buoyancy [قدرةُ السائل على إبقاء الأجسام عائمةً على سطحه]، وهو أساس علم توازن الموائع hydrostatics. ويُذكَر أن هذه الرسالة لم تُعرَف سابقًا إلا من ترجمتها اللاتينية التي نَهَضَ بها ويليام الميربيكي في سنة 1269، أما أصلُها اليونانيُّ فمفقود. على أن نصَّ هذه الرسالة في طِرْس أرخميدس قد أصابَه فراغاتٌ وخرومٌ معتبَرة، ولذلك بقيتْ ترجمةُ ويليام هي المستعمَلة لمعرفة الأجزاء المخرومة، المبهمة والمفقودة، من النصِّ اليوناني.

تضمَّن الطِّرْسُ صفحةً واحدةً فقط (هي الصفحة الأولى) من رسالة "المَعِدِيَّة"، وشَغَلَتِ الصفحةَ الأخيرةَ من الطِّرْس. أما الأصلُ الوحيدُ لهذه الرسالة، فهو فقرةٌ مختصرةٌ من نصٍّ عربيٍّ نُشِرَ في برلين سنة 1899، قِيلَ إنه مأخوذٌ من عملٍ لأرخميدس عنوانُه "المَعِدِيَّة". وهذان المصدران كلاهما غيرُ كافيَيْن لمعرفة باعث أرخميدس على كتابة هذه الرسالة، التي يَظهر أنها ضربٌ من الألعاب الهندسية. فالاسم يعني في الأصل "كلّ ما له صلة بالمَعِدَة"، وهذا يوحي بأن تلك اللعبةَ سُمِّيت بهذا الاسم بسبب صعوبتها البالغة لدرجة أنها يمكن أن تورث ألَمًا في البطن. وقد خَلَصَ إي. چي. ديچكسترهويس، من دراستِهِ للمصادر القديمة في كتابه أرخميدس، إلى أنَّ "المَعِدِيَّة" "نوعٌ من الألعاب، تُستعمَل فيه قطعٌ صغيرةٌ من العاج ذات أشكالٍ بسيطة، بغرض تجميع هذه القطع على هيئاتٍ تحاكي البَشَرَ والحيواناتِ ومختلِفَ الجمادات."[417] وأشارَ إلى أن لوحَ اللعبة كان على ما يبدو معروفًا لدى الرومان باسم رقعة أرخميدس، وأنه "يتألَّف من أربعة عشر قطعةً عاجيةً صغيرةً مختلفة الأشكال، وأن هذه القطع تشكِّل باجتماعها مربعًا، وأن من الممكن أن تُكَوَّن منها أنواعٌ أخرى من الأشكال (سفينة، سيف، شجرة، خوذة، خِنجر، عمود)، وأن هذه اللعبة كانت تُعَدُّ مفيدةً جدًّا في تعليم الأطفال، لأنها تقوِّي الذاكرة."[418]

(417) Dijksterhuis, *Archimedes*, p. 409.

(418) Dijksterhuis, *Archimedes*, p. 410.

تُشير الصفحةُ الوحيدة من رسالة "المَعِدِيَّة" المحفوظةُ في الطِّرْس إلى أن أرخميدس كان أوَّل مَن ألَّف في فرعٍ من فروع الرياضيّات يُعرَف اليوم باسم حساب التوافيق والتباديل combinatorics، وهو، في حالتنا، إيجاد عدد الطرائق الممكنة لتجميع هذه القطع في لوح اللعبة. وقد بيَّن تحليلٌ أُجريَ حديثًا أنه إذا وُجِدت 14 قطعة على لوح اللعبة، فإن عدد الطرائق الممكنة لترتيبها هو 17,152. ومن غير المعلوم أن أرخميدس هو الذي أوجَدَ هذا الحل، غير أن كلَّ مَنْ له أُنسَةٌ بأعمالِهِ يكاد يَجزم بأنه هو صاحبُ الحلّ.

يشتمل طِرْسُ أرخميدس حاليًّا على 174 صفحة، أي أقلّ بثلاث صفحات عما كان عليه يومَ دَرَسَه هايبِرْغ. ولعلَّ هذه الصفحات المفقودة نُزِعتْ من الطِّرْس عندما سُرِقَ من المِيتوخِيُون. وقد حُلَّتْ غوامضُ جميع نصوصه الأساسية عدا خمسَ عشرةَ صفحة، يجري العمل على تحليلها حاليًا في مركز المسرِّع الخطِّي في ستانفورد، حيث يَستغرق مسحُ الصفحة الواحدة زهاءَ اثنتي عشرةَ ساعةً باستعمال حزمةٍ من الأشعة السينية لا يتجاوز عرضُها عرْضَ الشعرة. وبعد تحليل كلِّ صفحةٍ جديدةٍ تتاح على الإنترنت لاطِّلاع الجمهور.

بعد أن عاينتُ أحدثَ صفحة نُشرتْ على الإنترنت، يَمَّمتُ شطرَ كنيسة أغيوس جيورجيوس مرةً ثانية، وذلك لأنني لم أقصدها منذ إعادة اكتشاف طِرْس أرخميدس سنة 1998. وكان عليَّ أن أذهبَ إلى مكتب بطريرك بيت المقدس في المقرِّ الرئيسي لبطريرك القسطنطينية المَسْكونيّ؛ وبعد أن تجاوزتُ متاهةَ البيروقراطية البيزنطية التي اعترضتْ طريقي، تَسَلَّمتُ أخيرًا تصريحًا يَسمح لي بزيارة المِيتوخِيُون.

تقع الكنيسةُ ضمن سياجٍ مسوَّرٍ واسعٍ جانبَ تلٍّ فوق القرن الذهبي، معزولةً تمامًا عن صخب المدينة القريبة منها، ومدخلُها الرئيسيُّ مغلَقٌ ببوابةٍ خشبيةٍ ضخمةٍ ذاتِ قضبانٍ حديدية. قرعتُ الجرسَ عدَّة مراتٍ ولا مِن مجيب، فالتقطتُ حجرًا وطرقتُ به الباب إلى أن فُتحت البوابة، وبَرَزَ منها رأسُ قسِّيسٍ ذي لحيةٍ بيضاء. خاطبتُه باليونانية مبرِزًا التصريحَ الذي حصلتُ عليه من البطريركية، وعندها أذِنَ لي بالدخول وذَهَبَ ليُحضِر مفاتيح الكنيسة.

ومع أن الكنيسةَ نفسَها رُمِّمتَ بعد زيارتي الأخيرة، فإن كلَّ شيءٍ في داخلها خَرِبٌ تمامًا، يضاف إلى ذلك وجودُ قطيعٍ من المعز ترعى بين الأعمدة الساقطة وغيرها من أنقاض الأبنية المعمارية التي كانت في يومٍ من الأيام مشيدةً هناك. فلقد كان في هذا المكان قصرُ عائلة كانتاكوزينوس، وهي عائلة يونانيةٌ من فينير حَكَمَت إمارتَيْ مولداڤيا ووَلاكيا (ما وراء نهر الدانوب) [رومانيا حاليًّا] تحت حماية السلطان العثماني. وكلُّ ما بقي من القصر كان هيكل المعبد الموقوف للسيدة العذراء، والذي كان موقعًا لبطريركية القسطنطينية في أواخر القرن السادس عشر.

بعدما شاهدتُ الكنيسةَ جلستُ برهةً في الباحة مع القسيس، فأخبرني بأنه وُلِدَ في إستانبول، ولكنه أُرسِلَ ـ بعد انضمامه إلى الكهنوت ـ إلى دير المَذْخَر المقدَّس في بيت المقدس. وأنه عادَ إلى هنا منذ عهدٍ قريب، وأنه يعيش من راتبه التقاعدي في بطريركية إستانبول، وأن وظيفتَه الوحيدةَ العنايةُ بكنيسة أغيوس جيورجيوس. أما الكنيسةُ نفسُها، فهي كلُّ ما تبقَّى من مِيتوخِيُون المَذْخَر المقدَّس، وأما بقايا الأبنية الأخرى التابعة لها، فمن المتعذَّر تمييزها عن بقايا قصر حكَّام إمارتَيْ مولداڤيا ووَلاكيا. على أن بقاء الكنيسة نفسِها كان أشبه بمعجزة، شأنَ المحافظة على مجموعة مخطوطاتها القديمةِ سالمةً حتى مطلع عشرينيات القرن المنصرم، إذ نُقِلَ ما لَم يُسرَقْ منها إلى أثينا لحمايته هناك.

لم يكن القسيسُ رجلاً مثقَّفًا، إلى جانب أنه لا يَعلم شيئًا عن المخطوطات القديمة التي كانت محفوظةً هنا. أطلعتُه على صورةِ الصفحة الحديثة من طِرْس أرخميدس التي حصلتُ عليها منذ مدةٍ قريبة، فاستطاع قراءةَ بعض ما فيها، مع أنه لم يَعِ شيئًا مما قرأ، لكونها مكتوبةً بلغةٍ رياضية محضة. وأخبرتُه بأن أرخميدس ألَّف أعمالَه في القرن الثالث قبل الميلاد، وأن المخطوطات التي كانت موجودةً في هذا الطِّرْس قد نُسخت قبل نحو ألف سنة بأيدي نُسَّاخٍ في القسطنطينية، ثم أُخذت لتُحفَظ في دير مار سابا في فلسطين قبل أن تُجْلَبَ إلى المِيتوخِيُون في أوائل القرن التاسع عشر. كان القسيسُ يَعرف مار سابا جيدًا، لأنه نَزَلَ هناك عدَّةَ مراتٍ في أثناء سنوات إقامته في بيت المقدس. ثم أخبرتُه

عن إعادة اكتشاف المخطوطات في القرن المنصرم، واستعادةِ نصوصِها الأساسية في مختبرات البحث في الولايات المتحدة. هَزَّ القسيسُ برأسِهِ متعجِّبًا لدى استماعه إلى قصتي، وقال لا شكَّ في أنَّ عنايةَ الله هي التي حفظتْ هذه الروائع من مخطوطات العلوم القديمة. أومأتُ برأسي موافَقةً له على رأيه، ورُحتُ أفكِّر في أرخميدس نفسِه، مستذكِرًا الكلمات التي افتتح بها رسالتَه في المنهج:

> من أرخميدس إلى إيراتوسثينيز، تحية وبعد:
> فقد بعثتُ إليك في مناسبةٍ سابقةٍ بعضَ النظريات التي وضعتُها، لمجرِّد البيان ودعوتك لاكتشاف البراهين، التي لم أُفصح عنها حتى هذه اللحظة. أما بيان النظريات التي أرسلتُها فهي كما يلي[419].

وها قد حَصَلنا اليوم على براهين نظريات أرخميدس، التي فُقِدت مدةً تزيد على ألفَيْ سنة، اكتُشفتْ في طِرْسٍ وَصَلَ زمانَ أرخميدس بزماننا عبر حِقَبٍ متداخلة من العصور الوسطى البيزنطية والإسلامية واللاتينية.

تهانينا، يا أرخميدس؛ نحن بانتظار الصفحة التالية من مخطوطتك.

(419) Heath, The Works of *Archimedes*, Supplement on The Method of *Archimedes*, p. 12.

حَرَّان: الطريق إلى بغداد

في الأسبوع الأول من حزيران/يونيو 2006، أضافت جامعةُ البوسفور مؤتمرًا، برعايةٍ مشتركةٍ مع جامعة حَرَّان، التي أُنشئت سنة 1993 في مدينة أُورفا، الواقعة في جنوب شرق تركيا. وعلى بُعد عشرين ميلاً من أُورفا جنوبًا بشرق تقع مدينةُ حَرَّان العتيقة، التي كانت في منتصف القرن الثامن ـ ولمدةٍ وجيزة ـ حاضرةَ الإمبراطورية الإسلامية الشرقية في عهد مروان الثاني، آخرِ الخلفاء الأمويين (الذي حَكَمَ ما بين عامَيْ 744 و750). وهناك أُشيدت في إبَّان الخلافة العباسية مدرسةٌ إسلاميةٌ مرموقةٌ للدراسات العليا؛ تلك المدرسة هي التي صارت تُعرَف فيما بعدُ باسم جامعة حرَّان الحديثة.

تقع أُورفا على الطرف الشَّمالي من السهل الفسيح فيما بين النهرين، وينطق سكانهُا بالعربية، إضافةً إلى التركية والكردية، وأثارةٍ من السُّريانية يستعملها أفرادُ الأقلِّية المسيحية هناك. والعربية هي لغةُ جميع القرويِّين في حرَّان، مع أنهم في الوقت الحاضر يتحدَّثون بالتركية أيضًا. ويَمرُّ الطريقُ الرئيسيُّ جنوبًا من أُورفا مرورًا بِحَرَّانَ، ثم عبر سورية والعراق وصولاً إلى بغداد، مقتفيًا الطريقَ الذي كانت تسلكه القوافلُ قديمًا ما بين وسط الأناضول وملتقى نَهرَيْ دجلةَ والفرات.

وتُعرَف أُورفا بأنها مدينة "أُور الكلدانية" التي ذُكِرت في الكتاب المقدَّس، والتي أعاد الإسكندر الكبير بناءَها وسمَّاها إيديسًا، على اسم المدينة المجاورة لعاصمته في مقدونيا. وقد أصبحت إيديسًا مشهورةً بصبغتها الدينية والعلمية

في إبَّان القرون الأولى من العهد البيزنطي، وكان لها دورٌ مهمٌّ في انتشار الديانة المسيحية، وكذلك في استمرار العلوم اليونانية القديمة ونقلها.

خضعت إيديسَّا في إبَّان الحقبة الوسيطية، على التوالي، لحكم البيزنطيين، والفرس الساسانيِّين، والأكراد المروانيِّين، والعرب الأيوبيِّين، والأرمن، والصليبيِّين، والأتراك السلاجقة. فقد استولت الحملةُ الصليبيةُ الأولى بقيادة بولدوين الأول (من بولون) على إيديسَّا من الأرمن سنة 1098. ثم أصبحت المدينةُ حاضرةً لإقليم إيديسَّا، أوَّلِ الولايات الصليبية في الشرق الأوسط، لم يُكتَب لها البقاءُ أكثر من نصف قرن، إذ سقطت عشيةَ عيد الميلاد من عام 1144 في أيدي الأتراك السلاجقة، الذين أعملوا السيفَ في رقاب رجالها المسيحيين، وباعوا نساءَها وأطفالَها عبيدًا في أسواق النخاسة. وقد كان لسقوط إيديسَّا وقعٌ عميقٌ في الغرب، وهذا ما حَمَلَ البابا يوجينيوس الثالث على إطلاق الحملة الصليبية الثانية. وفي رسالةٍ وجَّهها البابا إلى لويس السابع ملك فرنسا في الأول من كانون الأول/ديسمبر 1145، كَتَبَ واصفًا إيديسَّا بأنها "المدينة التي ... حَكَمَها المسيحيون، وانفردت - دون غيرها - بعبادة الله، في وقتٍ موغلٍ في القِدَم كان فيه الشرقُ كلُّه تحت سلطان الوثنيِّين."[420]

والوثنيون الذين أشار إليهم يوجينيوس هم الصابئة، الذين اتَّخذوا لأنفسهم دينًا روحانيًّا ظهرت أصولُه في بلاد ما بين النهرين القديمة، فعبدوا كائناتٍ اعتقدوا أنها الوسائط بين البشر وذاتٍ عليا مفترَضة، وأنها توجِّه حركةَ الأجرام السماوية. وهكذا أقام الصابئةُ معابدَ للشمس والقمر والكواكب الخمسة، عُثِرَ على أحدها في أثناء أعمال تنقيبٍ عن الآثار في موضعٍ يُدعى سوماتار هارابيسي، يقع على بُعد نحو خمسةٍ وثلاثين ميلاً إلى الجنوب الشرقي من أُورفا.

لم تنجح الحملةُ الصليبيةُ الثانية في استعادة إيديسَّا، فانتقلت المدينةُ إلى العرب الأيوبيِّين، ثم إلى الأتراك السلاجقة، ثم المغول، فالمماليك، وأخيرًا إلى الأتراك العثمانيِّين، الذين سيطروا عليها في سنة 1637، وعُرِفت في ظلِّ الحُكم

(420) Segal, Edessa, p. iii.

الإسلامي باسم أُرفا [أو الرُّها]، مع أن الأقلِّية المسيحية الموجودة فيها ظلَّت تسمِّيها إيديسَّا.

عُقِدَ المؤتمرُ [الذي تقدَّم ذِكره في مطلع الفصل] في أسبوعه الأول في حرم جامعة البوسفور بإستانبول، والتأمَ في أسبوعه الثاني في حرم جامعة حرَّان بأُورفا. وعند ختام المؤتمر قضينا يومًا في حرَّان، التي كنتُ زرتُها أولَ مرةٍ قبل عشرين عامًا. ووجدتُ أن أطلالَ المدينة الإسلامية التي كانت قائمةً على أصولها في العصور الوسطى قد آلَ جزءٌ منها إلى قريةٍ بُنيت مساكنُها من الآجُرِّ والطين، وقد سُقِفَ كلٌّ منها بقبابٍ عديدةٍ تجعلها تبدو كأنها خلايا نحلٍ عملاقة. ولم أَرَ هناك من مظاهر العالَم الحديث سوى هوائيات أجهزة التلفزة وأطباق استقبال البثِّ الفضائي على أسطح تلك المنازل، التي ربما تكون أقدم المنازل في تركيا.

وفي أثناء وجودنا في أُورفا قدَّمتُ بحثًا تناولتُ فيه انتقالَ الثقافة اليونانية إلى الإسلام، والدَّوْر المهم الذي اضطلعتْ به جامعةُ إيديسَّا المسيحيةُ في مراحله الأولى. ذلك أن مؤلَّفاتٍ من أمَّهات الثقافة الإغريقية تُرجمت من اليونانية إلى الآرامية في جامعة إيديسَّا قبل إغلاقها في سنة 489، فانتقلَ على إثر ذلك عددٌ من العلماء النسطوريِّين إلى المدرسة الطبِّية في جنديسابور. وكانت جنديسابور قد استقبلت أيضًا مجموعةً من العلماء الإغريق عقبَ إغلاق الأكاديمية الأفلاطونية في أثينا سنة 529، كان من بينهم إيزيدوروس المِليتوسي، الذي عاد فيما بعدُ إلى القسطنطينية للإسهام في بناء كنيسة هاغيا صوفيا الكبرى. وقد قام العلماءُ النسطوريُّون والإغريق في جنديسابور بوضع الأسس لإرساء الثقافة اليونانية في مدرستها الطبِّية، التي انتقل أعضاءُ هيئتها التدريسية لاحقًا إلى بيت الحكمة ببغداد، ونهضوا بترجمة تلك الأعمال إلى العربية. وكم أدهشني أن أعلم أن انتقال الثقافة هذا قد شملَ عالِمًا في الطبيعيات من مِليتوس، من حيث قدَّم أوائلُ فلاسفة الطبيعيات أفكارَهم في القرن السادس قبل الميلاد، مستهلِّين بذلك انطلاقةَ العلوم في رحلتها الطويلة، التي نَقَلَتها عبر العالَم الإسلامي، لتصل بها في خاتمة المطاف إلى أوروبا الغربية، ومن ثَمَّ لتنشرها في شتى أرجاء العالَم.

وقد أسهمَ بقسطٍ كبيرٍ مما أُنجِز في بيت الحكمة ثابتُ بن قرَّة الحرَّاني، واحدٌ من أعظم علماء العالَم الإسلامي في العصور الوسطى. وقد مضت الإشارةُ إلى أنه كان صابئًا يجيد اللغة السُّريانية، ويمتهن الصِّرافةَ في حرَّان، قبل أن يتنبَّه إلى إمكاناته شخصٌ من بني موسى. فانتقل إلى بغداد ليعمل مترجمًا في بيت الحكمة. وهناك ترجمَ من اليونانية والسُّريانية إلى العربية أعمالَ أرسطو وأرخميدس وأُقليدس وأبولونيوس وهيرو وبطليموس ونيكوماخوس وأبقراط وجالينوس. وكان لمؤلَّفات ابن قرَّةَ الشخصيةِ في الهندسة وعلوم الطبيعة والفلك والطب، التي تُرجمت من العربية إلى اللاتينية، أثرٌ بالغٌ في تطوُّر العلوم الأوروبية. بل إن روجر بيكون ذهبَ إلى وصفه بأنه "الفيلسوف الأول بين المسيحيِّين كافة؛ أغنى أعمالَ بطليموس بإضافاتٍ تناولت جوانب عدَّة."[421] على أن ابن قرَّة لم يكن مسيحيًّا، ولم يعتنق الإسلام قطُّ، بل بقي حتى آخر حياته صابئًا، وهذا ـ كما يرى بيكون ـ حريٌّ بأن يجعله وثنيًّا، يعبد الأجرامَ السماوية.

أخذَ صابئةُ إيديسَّا وحرَّانَ معارفَهم الفلكيةَ من مصادرَ تعود أصولُها إلى بلاد ما بين النهرين القديمة، وتؤلِّف جزءًا من موروثهم نفسِه الذي أخذوا عنه دينَهم. والظاهر أنهم ـ شأنَ المسيحيِّين في جنوب شرقي الأناضول ومنطقة ما بين النهرين ـ اكتسبوا معرفةَ الثقافة الإغريقية من المدارس الفلسفية الإسكندرية في أواخر الأزمنة القديمة. ولم يقتصر ذلك على اكتساب العلوم العقلانية والفلسفة، بل اشتملَ أيضًا على العلوم الباطنية الخفيَّة، كالتنجيم والخيمياء والسِّحر وسواها من العلوم السرِّية المنيعة (الهرميزية)، نسبةً إلى هيرميز المثلَّث العظمة الأسطوري.

وكان ثابتُ بن قرَّةَ مطَّلعًا على خفايا جميع تلك المأثورات، فأصابَ المعارفَ الفلكيةَ التقليدية لبلاد ما بين النهرين، والعلومَ العقلانية والباطنية إرثًا عن الإسكندرية الهلينيَّة، ثم نَقَلَها إلى العالَم الإسلامي في بغدادَ من طريق

(421) Thorndike, *HMES*, vol. 1, p. 661.

ترجماته ومؤلَّفاته. ويجدر بالذِّكر أن المرجعَ الموسوعيَّ المسمَّى *MASI* (اختصارًا) [انظر الفصل 16] يورد 80 مخطوطةً باقيةً من مخطوطات ابن قرَّة؛ منها 30 في علم الفلك، و29 في الرياضيّات، و4 في التاريخ، و3 في الميكانيك، و3 في الجغرافيا الوصفية، و2 في الفلسفة، و2 في الطب، و2 في علم المعادن، و2 في الموسيقا، و1 في علم الطبيعة، و1 في علم الحيوان، و1 في الروحانيات. وكان لرسائله في الفلك والرياضيّات بالغُ الأثر في العلوم العربية والعلوم الأوروبية الوسيطية على حدٍّ سواء. ومع ذلك فقد ثبتَ عدم صحة نظريَّته في التذبذب.

تتناول مصنَّفاتُ ابن قرَّة التاريخية الأربعة الباقية جميعُها موضوعاتٍ تتَّصل بالصابئة: تاريخهم ومعتقدهم الديني وأعرافهم وتقاليدهم. ويَعرض في أحدها، وهو مخطوطةٌ سريانيةٌ بعنوان *Book of Confirmation of the Faith of Heathens* (كتابٌ في توكيد ديانة الوثنيِّين)، زَعْمَه أن الصابئةَ هم وَرَثَةُ الحضارة الوثنية القديمة التي بثَّت المدنيَّة في أرجاء العالَم.

> نحن وَرَثَةُ الوثنية وأبناؤها؛ تلك التي انتشرت في أمصار الأرض. وسعيدٌ مَن يَحمل ـ في سبيلها ـ عبأه على كاهله بلا سأم. مَن الذي بَثَّ المدنيَّة في العالَم وشادَ مدائنَه سوى أعيان الوثنية وملوكها؟ مَن بنى الموانيَ وشقَّ القنوات؟ الوثنيون الأمجاد هم الذين صنعوا كلَّ ذلك؛ هم الذين عرفوا فنَّ علاج النفوس ومداواة الأجساد، وملؤوا الدنيا مدنيَّةً وحضارةً وحكمة، وتلك هي أعظم الخيرات. ولولاهم لكان العالَم فارغًا كئيبًا، غارقًا في الفقر[422].

أما في جانب الروحانيات، فثمة مصنَّفٌ وحيدٌ باقٍ هو "كتاب الحِيَل"، لا يتوفَّر إلا بترجماتٍ لاتينيةٍ من العصور الوسطى، إحداها بعنوان *De Prestigious*

(422) Rozenfeld and Ihsanoglu, MASI, p. 56.

(في السِّحر) وأخرى بعنوان *De Imagininbus* (في الصُّوَر والأخيلة). وتصف موسوعةُ *MASI* هذا المؤلَّفَ بأنه "كتابٌ يبحث في صنع أيقوناتٍ معدنيةٍ وشمعيةٍ وصلصالية لبشرٍ وحيواناتٍ ومُدنٍ ودولٍ لأغراضٍ سحريةٍ تتصل بالتنجيم."[423] وتشير بحوثٌ أُجريت حديثًا إلى أن أحد أحفاد ثابت بن قرَّة، الذي عملَ في بغداد في منتصف القرن العاشر، علَّمَ طلَّابَه فنونَ سِحْرِ الطِّلَّسْمات التي يُعتَقَد أنه أخذها بدوره عن ثابت. ويُذكَر أن اثنين من طلاب أحفاد ثابت كانا حفيدَيْ عَلَمٍ من أعلام الطبِّ في الأندلس هو الحرَّاني، الذي عملَ في بلاط الأمير عبد الرحمن الثاني (حَكَمَ بين عامَيْ 822 و852) في قرطبة. وعن طريق هؤلاء وصلت أعمالُ ثابت في العلوم الباطنية إلى إسبانيا، ومن ثَمَّ إلى الغرب المسيحي.

ولطالما تساءل طلَّابي مستغربين كيف يصنِّف ثابتُ بن قرَّة كتابًا في سحر الطِّلَسْمات، وَصَفَتْه إحدى الطالبات بأنه من ضروب السِّحر الأسود والعِرافة. وقد بيَّنتُ لها أن العلماء منذ عهود قدماء المصريِّين والبابليِّين والإغريق كانوا منخرطين في ممارسة التنجيم والخيمياء والكهانة والسِّحر والشعوذة. وكان ثابت يعمل في بغداد في الزمن الذي أُلِّفت فيه حكاياتُ ألف ليلة وليلة، عندما كان العصرُ الذهبيُّ لخلافة هارون الرشيد ما يزال غضًّا في الذاكرة. وكان [ثابت] أشهرَ علماء زمانه، معروفًا بسعة علمه بالسِّحر، إضافةً إلى الرياضيّات. ولعلَّه كان يمثِّل صورةً للمغربي الشرير ـ العالِم "بالشعوذة والرُّقى والضرب بالرَّمل والخيمياء والتنجيم والتبخير"[424] ـ الذي دلَّ علاء الدين على مصباحه السِّحري.

وينتمي ثابت إلى سلسلةٍ طويلةٍ من العلماء ـ السَّحرة، تمتد من فيثاغورس إلى نيوتن؛ إذ يسود الاعتقادُ لدى العامة أن مَنْ يَبلغ درجةَ إدراك كنه الطبيعة يكتسب سلطانًا عليها. ويلاحَظ أن معظمَ المؤرِّخين المُحْدَثين لا يركِّزون إلا على الجانب العقلاني لنواحي التطوُّر التي أفضت إلى الثورة العلمية، ويُغْفِلون ما دعاه

(423) Rozenfeld and Ihsanoglu, MASI, p. 55.

(424) *Thousand Nights and One Night*, vol. 3, p. 382.

أفلاطون "محور الضرورة الذي تدور عليه جميعُ الأفلاك"[425]، في إشارةٍ إلى الكرات السماوية التي كانت تحمل الأجرامَ فيما مضى في تناسقٍ سماويٍّ بديع.

هذا وقد علمتُ منذ بضع سنواتٍ أن عقيدةَ الصابئة ما زالت موجودةً حتى اليوم في المنطقة الواقعة عبر الحدود من حرَّان إلى سورية وإلى العراق كذلك، وأنَّ حرَّانَ وغيرَها من القرى ذاتِ المساكن الشبيهة بخلايا النحل إلى الجنوب منها في سورية تقطنها جماعاتٌ من العرب البداوى شبه المترحِّلة، تسيم قطعانَ أنعامها في سهل الجلَّاب، وهو الامتداد الأقصى شَمالاً لصحراء ما بين النهرين الفسيحة. وحتى عقدَيْن انصرما عندما قَدِمْتُ إلى حرَّانَ زائرًا أولَ مرة، لم يكن قد طرأ على أسلوب حياة القرويِّين هناك تغيُّرٌ يُذكَر منذ العهود التوراتية، مع أن بدو الصحراء بدؤوا تدريجيًّا بالتخلِّي عن الترحال أسلوبًا لحياتهم، وصاروا يُؤْثرون الاستقرارَ مدةً من الزمن على الأطراف الشَّمالية من سهول ما بين النهرين، ثم ينتقلون إلى منطقةٍ أخرى. ولعلَّهم في ترحالهم هذا كانوا يحاكون ما فعلتْه قبلُ عائلةُ إبراهيم عليه السلام عندما مرَّت بهذا الطريق قبل نحو ثلاثة آلاف سنةٍ خلت. فقد جاء في "سِفْر التكوين" [أول أسفار العهد القديم] خبرُ خروج إبراهيمَ من حرَّان امتثالاً لأمر الربِّ يَهْوَه [إله بني إسرائيل]:

> قال يَهْوَه لإبراهيم: "اتركْ أرضكَ وبيتَ أبيك، ويَمِّمْ شَطْرَ الأرض التي أُرشِدك إليها. وسأجعل منك أمَّةً عظيمة؛ سأباركك حتى يطبِّق اسمُك الآفاقَ ويكونَ للناس بركة..." وهكذا توجَّه إبراهيمُ إلى حيثُ أمره يَهْوَه، وصَحِبَه لوط. كان إبراهيم قد بلغ الخامسةَ والسبعين من عمره عندما خرج من حرَّان، ومعه زوجُه سارَّة وابن أخيه لوط، وأملاكهم كلّها وقومهم في حرَّان، قاصدين أرضَ كنعان التي وصلوها.

وعلى بُعد عشرين ميلاً إلى الجنوب من حرَّان يتابع الطريقُ الرئيسيُّ

(425) Plato, *Republic* X, 617c.

امتدادَه عبر الحدود إلى داخل سورية، حيث يوجد أكثر من عشرِ قرًى يقطنها عربٌ يحملون معتقدات الصابئة القديمة. ويمتد الطريقُ جنوبًا نحوًا من خمسين ميلاً أخرى إلى مدينة الرقّة، وهي مفترق طُرُقٍ قديم على الضفة اليسرى من نهر الفرات.

أُعيد بناء الرقة في سنة 771 على يد الخليفة المنصور. وفي السنوات الأخيرة من القرن الثامن بنى هارونُ الرشيد قصرًا في الجهة الشَّمالية منها سمَّاه قصر السلام، غدا منذ ذلك الوقت المقرَّ المفضَّل لإقامته، وأصبحت الرقّة هي الحاضرة الثانية للخلافة العباسية بعد بغداد.

وأنشأ عالِمُ الفلك البَتَّاني من حرَّان (وهو معاصرٌ لثابت بن قرَّة وأصغر منه سِنًّا) في الرقّة مرصدًا فلكيًّا في الرُّبع الأخير من القرن التاسع، ووضعَ جداولَ فلكيةً تُرجمت إلى اللاتينية، واستعملها كوپرنيكوس وتيخو براهِه. يُذكَر أن البتَّاني كان صابئًا أيضًا، غير أنه ـ وخلافًا لابن قرَّة ـ اعتنق الإسلام، ومع هذا بقي معتزًّا بمعتقده القديم؛ يدلُّ على ذلك العنوانُ الذي اختاره لجداوله الفلكية المهمة "زيج الصابئة".

إلى الجنوب من الرقة، وغير بعيدٍ عنها، يقطع الطريقُ القادمُ من أُورفا نهرَ الفرات ويندغم في الطريق الرئيسية الآتية من حلبَ وبغداد. فإذا جاوزتَ نقطةَ الالتقاء تلك رأيتَ الطريقَ الرئيسيةَ تمتد في محاذاة الضفة اليمنى لنهر الفرات، متتبِّعةً مسارَ أقدم طُرُق القوافل في العالَم ـ تلك التي كانت تنقل البضائعَ والنتاج الفكري بين منطقة ما بين النهرين والبحر المتوسط جيئةً وذهابًا، منذ فجر التاريخ المدوَّن، بل قبله. ولا بدَّ أن ثابت بن قرَّة سلكَ ذلك الطريق قاصدًا بغداد، وحاملاً معه كنوزًا من المعارف الفلكية اليونانية التي ترجَمَها إلى العربية في بيت الحكمة.

وصلَ ابنُ قرَّة إلى بغداد في سنة 862 أو نحوها، بعد قرنٍ من إنشائها عاصمةً للدولة العباسية. وبعد ذلك بقرنٍ من الزمان وَصَفَ الجغرافيُّ المقدسي العاصمةَ العباسية أنها بحقٍّ مدينةٌ ليس لها كِفاءٌ بين المدائن ـ مديحٌ استذكرتُه

في حرَّان وأنا أتصوَّر ثابتَ بن قرَّة وقد خرجَ مسافرًا، في طريقه إلى بغداد:

> بغداد ـ في كنف الإسلام ـ مدينةُ الخير والرخاء؛ موطنُ المواهب وأصحاب القرائح، وفيها الرَّونقُ المعْجِب والكياسة. نسيمُها عليلٌ أَرِج، وعلومُها نافذةٌ بعيدةُ الأثر. فيها تجد الصفوةَ من كلِّ شيءٍ حسن. منها يخرج كلُّ مهمٍّ، وإليها ينجذب كلُّ جميل. تهوي إليها الأفئدةُ، وتجتمع عليها المكاره[426].

وقد أعاد هذا إلى الذاكرة أبياتًا للشاعر الخُرَيْمي، يتفجَّع فيها على دمار مدينة بغداد في حربٍ أهليةٍ اندلعت 812-813. على أن لهذه المنْدَبة صدًى موجعًا الآن، وقد أمست المدينةُ ممزَّقةً في نزاعاتٍ داخلية:

فتلك بَغدادُ ما تَبْنِي مِن الذِّ لَّة في دورها عصافِرُها
مَحفوفَةٌ بِالرَّدى مُنَطَّقةٌ بالصُّغْر مَحصورةٌ جَبابِرُها[427]

لكنَّ بغداد عادت فازدهرت لقرونٍ أربعةٍ أخرى، قبل أن يَحلَّ بساحتها الدمارُ من جديد. وفي تلك الأثناء، تابعَ ثابتُ بن قرَّة وخالِفوه في بيت الحكمة ترجماتِهم وبحوثَهم، التي آلت في نهاية المطاف إلى الغرب.

وبعدُ، فتلك هي قصةُ انتقال العلوم اليونانية إلى أوروبا الغربية عن طريق أرض الإسلام، انطلاقًا من مِليتوس، مرورًا بِحَرَّان، وانتهاءً في بغداد. وهاهنا أختتمُ رحلةَ بحثٍ فكريٍّ، طَوَّفتُ فيها مهتديًا بنور مصباح علاء الدين.

(426) Clot, Harun al-Rashid, p. 151.

(427) Kennedy, The Court of the Caliphs, p. 106.

كلمة شكر

أودُّ أن أتقدَّم بشكري الجزيل وتقديري العميق للقائمين على مكتبة معهد البحوث الأمريكي في تركيا، ومكتبة جامعة بوغازيتشي في إستانبول، على ما أسدوه إليَّ من خدماتٍ كريمة. وأخصُّ بالشكر الدكتور أنطوني غرينوود مدير معهد البحوث الأمريكي، والأستاذ طه پارلا مدير مكتبة جامعة البوسفور، ومساعِدته هاتيس أون. كذلك أشكر محرِّرة الكتاب آن كلوس، التي لم تدَّخر وسعًا في تهذيبه وإخراج المخطوطة في شكلها النهائي.

فهرس الأعلام والأماكن
(عربي - إنكليزي)

	أ
أ. پاپادوپولوس - كيرأميوس	A. Papadopoulos-Kerameus
أباطرة ساسان	Sassanian emperors
أَبْتيوس لِيتا	Abuteus Levita
أبرام روبرتسون	Abram Robertson
أبراهام بن عزرا	Abraham Ibn Ezra
أبراهام بن عزرا	Avenezra
أبراهام جوديوس	Abraham Judaeus
أبقا خان	Abaqa Khan
أبقراط	Hippocrates
ابن أبي أُصَيْبِعة	Ibn Usaybi'a
ابن البنّاء	Ibn al-Banna
ابن البيطار	Ibn al-Baytar
ابن الجزّار	Ibn al-Jazzar
ابن الزرقالة	Ibn al-Zarqali
ابن السَّمْح	Ibn al-Samh
ابن الشاطر	Ibn al-Shatir
ابن الصفّار	Ibn al-Saffar
ابن القُفّ	Ibn al-Quff
ابن القِفْطِيّ	Ibn al-Qifti
ابن النديم	Ibn-al-Nadim
ابن النفيس	Ibn al-Nafis
ابن الهيثم	Alhazen
ابن باجّه	Ibn Bajja
ابن تيفلويت	Ibn Tifilwit
ابن حزم	Avempace
ابن حزم	Ibn Hazm
ابن خِلّكان	Ibn Khallikan
ابن رُشْد	Averroës
ابن رُشْد	Averroist
ابن رُشْد	Ibn Rushd
ابن زُهْر	Avenzoar
ابن زُهْر	Ibn Zuhr
ابن سينا	Avicenna
ابن سينا	Ibn Sina
ابن طُفَيْل	Abubacer
ابن طُفَيْل	Ibn Tufayl
ابن قُتيبة	Ibn-Qutayb
ابن معاذ الجيَّاني	Ibn Mu'adh al-Jayyani
ابن ميمون	Maimonides
أبو القاسم الزهراوي	Abu'l Qasim al-Zahrawi
أبو حامد الغزالي	Abu Hamid al-Ghazali
أبو ريحان البيروني	Abu Rayhan al-Biruni
أپولونيوس	Apollonius
إپيفانيوس (من سلاميس)	Epiphanius (of Salamis)
أبيقور	Epicurus
أتالوس	Attalos
أثينيوس	Athenaeus
أجاكس	Ajax
أدريانوس أفريكانوس	Adrianus Africanus
الإدريسي	Al-Idrisi
أدفار الإسكندري	Adfar of Alexandria
إدموند هالي	Edmund Halley
أديلارد الباثني	Adelard of Bath
آراتوس السُولي	Aratus of Soli
أراس (مدينة)	Arras
أرخميدس	Archimedes
الأردن	Jordan
آرْسِتُري (مدينة)	Arcetri
أرسطو	Aristotle
أرسطوفانيز	Aristophanes
آرسينوي	Arsinoë
أرَغون	Aragon
إرملاند (مقاطعة)	Ermland
أرْنست	Ernest
إريثرا (مدينة)	Erythrae

Anaxagoras	أناكساغورس
Anaximander	أناكْسِيمَنْدَر
Anaximenes	أناكسيمينيز
Antikythera	أنتيكيثيرا (جزيرة)
Anthemius of Tralles	أنثيميوس الترالِيزي
Anjou	أنجو (مقاطعة)
Andrew Wiles	أندرو وايلز
Andronicus II	أندرونيكوس الثاني
Andronicus III	أندرونيكوس الثالث
Andrea Alpago	أندريا الباجو
Andreas Osiander	أندرياس أوسياندر
Al-Andalus	الأندلس
Andalusia	الاندلس
Anselm	أنْسلم
Antioch	أنطاكية
Antoninus Pius	أنطونيوس پيوس
Otto von Guericke	أوتُّو فون غيريك
Ur	أُور (مدينة)
Orange	أورانج (مدينة)
Urban VIII	أورْبان الثامن
Urban IV	أورْبان الرابع
Urfa	أورفا (مدينة)
Oropus	أوروپوس (دولة مدينية)
Ostilio Ricci	أوسْتيليو ريتشي
Augsburg	أوغْسْبورغ (مدينة)
Augustus	أوغسطوس (قيصر)
Augustine	أوغسطين
Ovid	أوڤيد
Octavian	أوكتايان
Olaus Roemer	أولاوس رومر
Ulm	أُولْم (مدينة)
E. J. Dijksterhuis	إي.چي. ديچكسترهويس
Iamblichus	أيامبليكوس
Iberia	أيبيريا (شبه جزيرة)
Etienne Tempier	إيتْيِن تامْپييه
Aetius	إيتيوس
Edessa	إيديسَّا (مدينة)
Aydōn Adōvar	إيدين أديار
Eratosthenes of Cyrene	إيراتوسثينيز القوريني
Erasmus Reinhold	إيرازموس راينهولد
Isabella	إيزابيلاّ
Isidore of Seville	إيزيدور الإشبيلي
Isidorus of Miletus	إيزيدوروس المِليتوسي
Evangelista Torricelli	إيڤانجيليستا توريشَلّي
Ephebe of Antikythera	إيفيب (من انتيكيثيرا)
Aelius Festus Aphthonius	إيليوس فيستوس
Aristarchus	أريستارخوس
Aristeas Judaeus	أريستياس جوديوس
Eric Ambler	إريك آمبْلر
Moorish Spain	إسبانيا الإسلامية
Istanbul	إستانبول (مدينة)
Ishak Efendi	إسحاق أفندي
Isaac Israeli	إسحاق الإسرائيلي
Isaac Barrow	إسحاق بارو
Isaac Newton	إسحاق نيوتن
the Palaeologus	الأسرة الپاليولوغية
Asclepios	أسكليپيوس (مدينة)
Assos	آسوس
Seville	إشبيلية (مدينة)
Aghlabid	الاغالبة
Agios Giorgios	أغيوس جيورجيوس
Aphrodite	أفروديت
Ephesus	إفسس (مدينة)
Plato	أفلاطون
Plato of Tivoli	أفلاطون التيولي
Plotinus	أفلوطين
Avignon	آڤينيون (مدينة)
Euclid	أُقْليدُس
Actium	أكْتِيوم (رأس)
Ekmeleddin Ihsanodlu	أكمل الدين إحسان أوغلو
Albans	ألبانس
Albertus Magnus	ألبرت الكبير
Albert Brudzewski	ألبرت برودزوسكي
Al-Jazari	الجَزَري
Uljaytu	أُلْجَيْتو
Aldus Manutius	آلدوس مانيوتيوس
Ulrich Engelbert	أُلريتش إنْجلبرت
Ulugh Beg	أُلغ بك
Alfonso de Borgia	ألفونسو دي بورجيا
Alexander IV	ألكسندر الرابع
Alexander VI	ألكسندر السادس
Alcuin	ألكوين
Elias Stadiatos	إلياس ستادياتوس
Elizabeth	إليزابيث
Amaseia	أماسيا (مدينة)
Amalfi	أمالفي (مدينة)
Babylonia	إمبراطورية بابل
Empedocles	إمپيدوكليز
Amu Darya	أمو داريا (نهر)
Ammonius	أمونيوس
Anne Guersan	آنّ غِيْرسان
Anazarbus	أنازاربوس (مدينة)

أفثونيوس	
أيونيا	Ionia
ب	
بابل (مدينة)	Babylon
پاپوس الإسكندري	Pappus of Alexandria
پادُوَا	Padua
باربارا	Barbara
بارتولوميو زامبيرتي	Bartolomeo Zamberti
بارلام (من كالابريا)	Barlaam (of Calabria)
پارمينيديز	Parmenides
پاريس (مدينة)	Paris
پاسكال	Pascal
بال (مدينة)	Basel
پالِنْزيا	Palenzia
پاليرمو (مدينة)	Palermo
بانجي	Bungey
پانيشيوس الرودُسي	Panaetius of Rhodes
پاولو دال پوزو توسكانلّي	Paolo Dal Pozzo Toscanelli
باڤاريا (ولاية ألمانية)	Bavaria
پاڤيا (مدينة)	Pavia
البَتَّاني	Al-Battani
پترارك	Petrarch
پراغ (مدينة)	Prague
براماغوبتا	Brahmagupta
برشلونة	Barcelona
پِرغا (مدينة)	Perga
برغامو (مدينة)	Bergamo
بُرْغَنْديو البيساني	Burgundio the Pisan
پروسيا	Prussia
بروكسل	Brussels
پروكلوس	Proclus
پروانس (إقليم)	Provence
پُرَيام (ملك طروادة)	Priam
پريني (مدينة)	Priene
بِساريون الطرابزوني	Bessarion of Trebizond
بَسْطَة (مدينة)	Basta
بطرس الأبانُوِيّ	Peter of Abano
بطرس پيرغرينوس	Peter Peregrinus
بطرس دلفينوس	Petrus Delphinus
بطرس دياكونس	Petrus Diaconus
البطروجي	Al-Bitruji
البِطْريق	Al-Bitriq
بطليموس	Ptolemy
بلاد اليونان (القديمة)	Hellas
بلاد فارس	Persia

بَلْتيمور (مدينة)	Baltimore
بلجيكا	Belgium
پلوتارك	Plutarch
بليز پاسكال	Blaise Pascal
پلينيوس الأرشد	Pliny the Elder
پلينيوس الأصغر	Pliny the Younger
بنو موسى	Banu Musa
بوجيا	Bugia
پوجيو براتشيوليني	Poggio Bracciolini
بورج (مقاطعة)	Bourges
بورسا (مدينة)	Bursa
پورفوريوس (الصوريّ)	Porphyry
بوريس أ. روزينفلد	Boris A. Rozenfeld
البوسفور (مضيق)	Bosphorus
پوسيدونيوس	Posidonius
بوكاتشيو	Boccaccio
بولدوين (من بولون)	Baldwin of Boulogne
بولس الثالث	Paul III
بولس الخامس	Paul V
پولندا	Poland
بولون (مدينة)	Boulogne
بولونيا (مدينة في إيطاليا)	Bologna
پومپي	Pompey
پونتوس (إقليم)	Pontus
بونيفيس الثامن	Boniface VIII
بوويثيوس	Boethius
پي دو دُوم (جبل)	Puy de Dôme
پيپين القصير (الملك)	Pepin the Short
بيت الحكمة	Byat al-Hikma
بيت لحم (مدينة)	Bethlehem
بيجايا	Bejaïa
پيرج	Perge
پيرغاموم	Pergamum
پيريكليز	Pericles
پيزا (مدينة)	Pisa
بيزنطة	Byzantium
پيسان	Pisan
بيلارماين	Bellarmine
پيلوپونيز (شبه جزيرة)	Peloponnesus
پيوس الحادي عشر	Pius XI
پيير غاسندي	Pierre Gassendi
پيير فيرما	Pierre Fermat
ت	
ت. ل. هِيْث	T. L. Heath
تارازونا (مدينة)	Tarazona
تبريز (مدينة)	Tabriz

تراقيا	Thracia
ترانسأكسيانا (منطقة)	Transoxiana
تِرْتُلْيان (القرطاجي)	Tertullian
تركيا	Turkey
تساليا (منطقة)	Thessaly
تُشِسْتر (مدينة)	Chester
تشوسر	Chaucer
تقي الدين الرشيد	Takiyuddin al-Rashid
توبينغن (مدينة)	Tübingen
توت	Thoth
تُور (مدينة)	Tours
تورون (مدينة)	Torun
توسكانا (منطقة)	Tuscany
تولوز (مدينة)	Toulouse
توما الأكويني	Thomas Aquinas
توماس برادوردين	Thomas Bradwardine
توماس بلنديل	Thomas Blundeville
توماس ديجس	Thomas Digges
توماس هاريوت	Thomas Harriot
تيخو براهِه	Tycho Brahe
تيدمان غيس	Tiedemann Giese
تيسيبيوس	Ctesebius
التيفاشي	Al-Tifashi
تيمورلنك	Tamerlane
تيموكاريس	Timocharis
تييوس (مدينة)	Teos

ث

ثابتُ بن قُرَّة	Thabit ibn Qurra
ثوسيديديز	Thucydides
ثياتيتوس	Theaetetus
ثيسالونيكا (مدينة)	Thessalonica
ثيميستوكليز	Themistocles
ثيودور الطرسوسي	Theodore of Tarsus
ثيودور پاليولوغوس	Theodore Palaeologus
ثيودور ميتوشيتس	Theodore Metochites
ثيودوريك	Theodoric
ثيودوسيوس الأول	Theodosius I
ثيودوسيوس الباثيني	Theodosius of Bithynia
ثيودوسيوس الثاني	Theodosius II
ثيوفراستوس	Theophrastus
ثيوفيلوس	Theophilus
ثيون الإسكندري	Theon of Alexandria

ج

جابر بن أفلح	Jabir ibn Aflah
جابر بن حيان	Jabir ibn-Hayyan
جالينوس	Galen
جامايكا (دولة)	Jamaica
جان النارية	Jeanne of Navarre
جان بوريدان	Jean Buridan
جان دي ميون	Jean de Meun
جايلز الروميّ	Giles of Rome
جرجس بن بُختيشوع	Gurgis ibn-Buhtisu
جَمْشيد الكاشي	Jamshid al-Kashi
جنديسابور (مدينة)	Jundishapur
جنكيز خان	Genghis Khan
جَنَوا (مدينة)	Genoa
جورج أكروپوليتس	George Acropolites
جورج پاكيمرز	George Pachymeres
جورج تراپيزونتيوس	George Trapezuntios
جورج جِميستوس پليثون	George Gemistus Plethon
جورج دونر	George Donner
جورج فالاً	George Valla
جورج كريسوكوكيس	George Chrysokokkes
جوردانوس السكسوني	Jordanus Saxony
جوردانوس نيموراريوس	Jordanus Nemorarius
الجُوزجاني	Al-Juzjani
جوزيف توريلّي	Joseph Torelli
جون (من دمبلتون)	John of Dumbleton
جون (من غُموثْدن)	John of Gmunden
جون (من ليغنرز)	John of Ligneres
جون الپاليرمي	John of Palermo
جون الثامن	John VIII
جون الثاني كومنينوس	John II Comnenus
جون بن داود	John ibn David
جون پيكام	John Pecham
جون دَنّ	John Donne
جون دِي	John Dee
جون فيلد	John Feild
جون فيلوپونوس	John Philoponus
جون لودِن	John Lowden
جون لودڤيغ هايبِرْغ	John Ludwig Heiberg
جونز هوبْكينْز	Johns Hopkins
جوهان شونَر	Johann Sch
جوهان مولر	Johann Müller
جوهان ويدمانشتات	Johann Widmanstadt
جوهانز أفلاسيوس	Johannes Afflacius
جوهانز بتريوس	Johannes Petreius
جوهانز دي ساكروبوسكو	Johannes de Sacrobosco

Desiderius	ديسيديريوس
Dicaearchus	ديكايرخوس
Delos	ديلوس (جزيرة)
Democritus	ديموقريطس
Dimitri Gutas	ديميتري غوتاس
Dimitrios I of Macedonia	ديميتريوس الأول المقدوني
Dimitrios of Phaleron	ديميتريوس الفاليروني
Demetrius Cydones	ديميتريوس سيدونيز
Diogenes of Babylon	ديوجينيز البابلي
Diogenes Laertius	ديوجينيز لايرتيوس
Diophantus of Alexandria	ديوفانتوس الإسكندري
Dionysus	ديونيسوس

ر

Al-Razi	الرازي
Rhazes	الرازي
Ravenna	راينا
Rheticus	رتيكوس
Al-Raqqa	الرقة (مدينة)
Robert of Chester	روبرت (من تُشِسْتر)
Robert of Torigni	روبرت التوريجنيّ
Robert Boyle	روبرت بُويْل
Robert Recorde	روبرت ريكورد
Robert Grosseteste	روبرت غْروسْتِسْتي
Robert Kilwardby	روبرت كيلواردباي
Robert Hook	روبرت هوك
Roger of Hereford	روجر الهرفورديّ
Roger Bacon	روجر بيكون
Roderick	رودريك
Rhodes	رودُس (جزيرة)
Rudolph II	رودولف الثاني
Rostock	روستوك (مدينة)
Romanus Morienus	رومانوس مورينوس
Romulus Augustus	روميولوس أوغسطس
Ripoli	ريپول
Richard of Wallingford	ريتشارد (من ولينغفورد)
Richard de Fournival	ريتشارد دي فورنيال
Richard Swineshead	ريتشارد سوينسهيد
Regensburg	ريجنسبرغ
Reggio	ريجيو (مدينة)
Rheims	ريمس (مدينة)
Raymond	ريموند
René Descartes	رينيه ديكارت
Johannes Regiomontanus	جوهانز رغيوم ونتانوس
Johannes Kepler	جوهانز كِپْلر
Gerard of Brussels	جيرارد (من بروكسل)
Gerard of Cremona	جيرارد الكريموني
Gerbert d'Aurillac	جيربر دوريياك
Jerome	جيروم
James I	جيمس الأول
James of Cremona	جيمس الكريموني
James of Venice	جيمس الڤينيسيّ
Georg Peurbach	جيورج پورباك
Georg Joachim van Lauchen (Rheticus)	جيورج جواشيم ڤان لاوشن (رتيكوس)
Giordano Bruno	جيوردانو برونو

ح

Habash al-Hasib	حَبَش الحاسب
Al-Hajjaj ibn Matar	الحجّاجُ بن مطر
Harran	حَرّان (مدينة)
Al-Harizi	الحريزي
Hasday ibn Shaprut	حَسْداي بن شَبْروط
Hüseyin Rifki Tamani	حسين رِفقي تَماني
Aleppo	حلب (مدينة)
Hunayn ibn-Ishaq	حُنَيْنُ بن إسحاق

خ

Al-Khazini	الخازني
Khuraymi	الخُرَيْمي
Chalcedon	خَلْقيدونيا (مدينة)
Al-Khwarizmi	الخوارزمي

د

Dante	دانتي
Danzig	دانزيغ (مدينة)
Daniel of Morley	دانيال المورلي
Tigris	دجلة (نهر)
Dardanelles	الدَّردنيل (مضيق)
Damascius	دَماسكيوس
Dumbleton	دمبلتون (مدينة)
Domenicus Gundissalinus	دومِنيكوس غنديساليوس
Domenico Maria da Vovara	دومينيكو م اريا النواري
Dietrich of Freiburg	دِيتْرِخ (من فرايبورغ)
Derek De Solla Price	ديريك دي سولا پرايس
Dioscorides Pedanius	ديسقوريدس پيدانيوس

ز	
Zacharias Janssen	زكريا يانسين
Xerxes	زيركْسِيز (أحشورش الأول)
Zenodotus of Ephesus	زينودوتوس (من إفسس)
Xenophanes	زينوفانيز
Xenocrates	زينوقراط
zeus	زيوس
س	
Shapur	سابور
Sagredo	ساغْرِدو
Savasorda	ساڤاسوردا
Suffolk	سافوك (مدينة)
Sacrobosco	ساكروبوسكو
Salviati	سالڤياتي
Thessalonica	سالونيك (مدينة)
Salerno	ساليرنو (مدينة)
Samos	ساموس (جزيرة)
Santa Marôa	سانتا ماريا
Sanjar ibn Malikshah	سانجار بن ملكشاه
Cueta	سبتة (مدينة)
Spenser	سْپِنْسِر
Spinoza	سپينوزا
Strabo	سترابو
Straton	ستراتون
Stephen of Antioch	ستيڤن الأنطاكي
Steven Runciman	ستيڤن رنسيمان
Saragossa	سَرَقُسْطَة (مدينة)
Severus Sebokht	سِيروس سيبوخت
Socrates	سقراط
Saxony	سكسونيا (منطقة)
Salamis	سلاميس (مدينة)
Sultan Selim III	السلطان سليم الثالث
Sultan Abdul Mecit	السلطان عبد المجيد
Salamanca	سَلَمَنْكا (مدينة)
Seleucus of Babylonian	سَلُوقُس البابلي
Süleyman the Magnificent	سليمان القانوني
Samarkand	سمرقند (مدينة)
Mongol Samarkand	سمرقند المُغْلية
Smyrna	سْمِيرنا (إزمير حاليًا)
Sinjar desert	سنجار (صحراء)
Sumatar Harabesi	سوماتار هارابيسي
Suidas	سُويداس
Sigismondo de' Conti	سيجيسموندو دي كونتي
Sir Henry Wooton	السير هنري وُوتون
Serapis	سيراپيس
Serapeum	سيراپيوم (معبد)
Syracuse	سيراقوسة (مدينة)
Sergius of Reshaina	سيرجيوس الريشيني
Cyril	سيريل (قدِّيس)
Cyzicus	سيزيكوس (مدينة)
Sygerus	سيغروس
Segovia	سيغوڤيا
Sylvester II	سيلڤستر الثاني
Simplicio	سيمْبْليسيو
Simplicius of Cilicia	سيمپليسيوس الكيليكي
Simon Stevin	سيمون ستين
Symi	سيمي (جزيرة)
Seine	السين (نهر)
Seneca	سينيكا
Syene	سِيين
Siena	سِيينا (مدينة في إيطاليا)
ش	
Charles Martel	شارل مارتل
Shaharzad, Scheherazade	شهرزاد
Cicero	شيشرون
ص	
Sabeans	الصابئة
Sicily	صِقِلِّية (مدينة)
Saladin	صلاح الدين
Samuel ibn Tibbon	صموئيل بن تِبُّون
Azophi	الصوفي
ط	
Thales	طاليس
Trebizond	طرابزون (مدينة)
Tarsus	طرسوس (مدينة)
Troy	طروادة (مدينة)
Toledo	طليطلة (مدينة)
Aladdin al-Mansur	علاء الدين المنصور
Ali al-Qushji	علي القوشجي
Umar al-Khayyami	عمر الخيَّام
غ	
Gabriel Naude	غابرييل ناوُد
Gadeira	غاديرا (مدينة)
Guarino of Verona	غارينو اليروني
Gallipoli	غاليبولي (مدينة)
Gallipus Mixtarabe	غاليپوس ميكسترابي
Galileo Galilei	غاليليو غاليليه

غْدانْسك	Gdansk
غْراز (بلدة)	Graz
غرانثام (مدينة)	Grantham
غريغوريوس التاسع	Gregory IX
غريغوريوس الثالث عشر	Gregory XIII
غريغوريوس الخامس عشر	Gregory XV
غريغوريوس كونياديز	Gregory Choniades
الغزالي	Algazel
غليون الثاني	Gelon II
غْموندن (مدينة)	Gmunden
غوتْفريد ڤيلْهِلْم لايْبنِتْز	Gottfried Wilhelm Leibniz
غينياديوس	Gennadius
غَيوس سولپيسيوس غالوس	Gaius Sulpicius Gallus
غِيُّوم دي لوريس	Guillaume de Lorris

ف

الفارابي	Al-Farabi
فارْس (مقاطعة)	Fars
ڤارميا (مقاطعة)	Varmia
فاس (مدينة)	Fez
فاطميّ (فاطميُّون)	Fatimid(s)
فاليرون (مدينة)	Phaleron
اندرماست	Vandermast
فاوستوس	Faustus
ايل دِرْ شْتادْت (مدينة)	Weil der Stadt
الفرات (نهر)	Euphrates
فِرَّارة (مدينة)	Ferrara
فرانسوا ڤِيُّون	François Villon
فرانسيس بيكون	Francis Bacon
فرانسيسكو بوناميتشي	Francesco Buonamici
فرانسيسكو فيلِلْفو	Francesco Filelfo
فرانسيسكو نيكولِيني	Francesco Niccolini
فرانكونيا (دوقية)	Franconia
فراونبرغ (مدينة)	Frauenburg
فرايبورغ (مدينة)	Freiburg
فرديناند الثاني	Ferdinand II
الفرغاني	Al-Farghani
فريدريك الثالث	Frederick III
فريدريك الثاني	Frederick II
فلورنسا (مدينة)	Florence
فليكس پلاتر	Felix Plater
ورتَمْبَرْغ (منطقة)	Württemberg
فوسيا (مدينة)	Phocaea
ڤولتير	Voltaire
ڤيتاليانوس	Vitalianus

ڤيتربو (بلدة)	Viterbo
ڤيتروڤيوس پوليو	Vitruvius pollio
ڤيتشانتزا (مدينة)	Vicenza
فيثاغورس	Pythagoras
ڤيرجل	Virgil
ڤيرونا	Verona
يستا (مَعْبَد)	Vesta
ڤيستولا (نهر)	Vistula
فيكتور الثالث	Victor III
فيلادِلفوس	Philadelphus
ڤيلَبْرورْد سْنيل	Willebrord Snell
فيلو (البيزنطي)	Philo
فيلوپاتور	Philopator
فيلولاوس (الكروتوني)	Philolaus
فيليب الثالث	Philip III
فيليب الرابع	Philip IV
فيليب الطرابلسي	Philip of Tripoli
ڤينْسِنْزو ڤيڤياني	Vincenzo Viviani
ڤينكولي (مدينة)	Vincoli
ڤينيسيا/البندقية (مدينة)	Venice
ڤيينَّا	Vienna

ق

قادس (مدينة)	Cadiz
قاضي زاده الرومي	Qadi Zada al-Rumi
القديس أوغُسْطين	Saint Augustine
القديس بنيديكت	Saint Benedict
القديس بِيْد	Saint Bede
القديس ساساس	St. Savas
القديس سايور	St. Savior
قَرْطاجة	Carthage
قرطبة (مدينة)	Cordoba
القرن الذهبي (خليج)	Golden Horn
قُسْطَا بن لوقا	Qusta ibn Luqa
قسطنطين الإفريقي	Constantine of African
قسطنطين الكبير	Constantine the Great
قسطنطين تيشِنْدورْف	Constantine Tischendorf
القسطنطينية (مدينة)	Constantinople
قَشْتالة (منطقة)	Castile
قطب الدين الشيرازي	Qutb al-Din al-Shirazi
قَطَلونيا	Catalonia
القَلَصَادِي	Al-Qalasadi
قلعة بِناتْكي (منطقة)	Benatky Castle
قلعة واندسبورغ (منطقة)	Wandsburg Castle
قنديلي (مدينة)	Kandilli
قورينة (مدينة)	Cyrene

ك

Katherina	كاثرينا
Cardinal Bellarmine	الكاردينال بيلارماين
Cardinal Cesarini	الكاردينال سيساريني
Carl B. Boyer	كارل ب. بوير
Carlos V	كارلوس الخامس
Carneades of Cyrene	كارنييديز القوريني
Kariye Camii	كاري كامي (كنيسة)
Cassiodorus	كاسيودورُس
Kashan	كاشان (مدينة)
Cashel	كاشل
Calabria	كالابْريا (إقليم بإيطاليا)
Chalcedon	كالسيدون (مدينة)
Chalcidius	كالسيديوس
Calvin	كالفِن
Callipus of Cyzicus	كاليبوس السيزيكي
Callipolis	كاليبوليس (مدينة)
Callisto III	كاليستو الثالث
California	كاليفورنيا (ولاية)
Callimachus of Cyrene	كاليماكوس القوريني
Campanus of Novara	كامپانوس النواري
Cantacuzenos	كانتاكوزينوس
Canterbury	كانْتَرْبَري
Catania	كَتانيا (مدينة)
Cracow	كراكاو (مدينة)
Al-Kirmani	الكرماني
Crete	كْريت/إقريطش (جزيرة)
Critolaos of Phaselis	كريتوليوس الفاسيليسي
Christopher Columbus	كريستوفر كولومبوس
Christopher Marlow	كريستوفر مارلو
Christian IV	كريستيان الرابع
Christian Huygens	كريستيان هايْجِنْز
Clazomenae	كلازومينا (مدينة)
Chaldean	كلدانيّ
Culm	كَلْم (مدينة)
Claudius	كلوديوس
Clement of Alexandria	كليمَنْت الإسكندري
Clement IV	كليمَنْت الرابع
Clement VII	كليمَنْت السابع
Cleanthes of Assos	كلينثيز الأسوسي
Cleopatra VII	كليوپاترا السابعة
Kamal al-Din al-Farisi	كمال الدين الفارسي
Al-Kindi	الكِنْدي
Copernicus	كوپرنيكوس
Copenhagen	كوپنهاغن (مدينة)
Chora	كورا (مدينة)
Corinth	كورِنْث (مدينة)
Cosimo de' Medici	كوزيمو دي مِديتشي
Chosroes I	كوسرويز الأول
Colophon	كولوفون (مدينة)
Cologne	كولون (مدينة)
Commandino	كوماندينو
Companus	كومپانوس
Comum (Como)	كومو (مدينة)
Commodus	كومودوس
Konigsberg	كونيسبرغ (مدينة)
Cilicia	كيليكيا (منطقة)
Cues	كيوز (قرية)
Chios	كيوس (مدينة)

ل

Ladislaus V	لاديسلاوس الخامس
Lascarid	لاسكريد
Lampsacus	لامپساكوس
Lombard	لُمبارد (شَعْب)
Lemberg	لِمْبرغ (مدينة)
Lincoln	لِنْكولن
Lincolnshire	لنكولنشير (مقاطعة)
Lupitus of Barcelona	لوپيتوس البرشلوني
Lutheran	لوثريّ
Lothair	لوثير
Lucera	لوسرا (مدينة)
Lucas Watzenrode	لوقا واتزنرود
Lucasian	لوكاسيان (مدينة)
Lucretius	لوكريشيوس
Longomontanus	لونغومونتانوس
Louis VII	لويس السابع
Leipzig	لَيْپتزيغ (مدينة)
Lebedus	ليبيدوس (مدينة)
Leyden	لَيْدَن (مدينة)
Lesbos	ليزبوس (جزيرة)
Lisieux	ليزيا (مدينة)
Levi ben Gerson	ليڤي بن جيرسون
Lynn Thorndike	لِيْن ثورندايك
Linz	لينْتْس (مدينة)
Leo the Mathematician	لِيو الرياضيّاتي
Leucippus	ليوسيپوس
Lucius Verus	ليوسيوس ڤيروس
Le	ليون
Lion	ليون (مدينة)
Lion Port	ليون پورت (مرفأ)
Leonardo Bruni	ليوناردو بروني
Leonardo Fibonacci	ليوناردو فيبوناتشي

Mas'ud al-Qadharuni	مسعود القدهاروني
Al-Masudi	المسعودي
Mustafa Nazif	مصطفى نظيف
Strait of Gibraltar	مضيق جبل طارق
Mephistophilis	مَفيسْتوفيليس
Muqaddasi	المقدسي
Bodleian Library	مكتبة بودليان
Maximos Planudes	مَكْسيموس پلانيودز
Milton	مِلْتون
King Sigismund	الملك سيجيسموند
Queen Marie of Barbant	الملكة ماري (من برابانت)
Miletus	مِليتوس (مدينة)
Al-Mansur	المنصور
Al-Mahdi	المهديّ
Moselle	موزيل (نهر)
Moses	موسى
Moses of Bergamo	موسى البرغامويّ
Musa ibn-Shakir	موسى بن شاكر
Moldavia	مولدايا (منطقة تاريخية)
Monte Cassino	مونتي كاسِّينو
Monte Cassino	مونتي كاسِّينو (مدينة)
Michael VIII Palaeologus	ميخائيل الثامن پاليولوغوس
Merton	ميرتون (معهد)
Mistra	ميسترا (مدينة)
Michael Wright	ميكائيل رايت
Michael Servetus	ميكائيل سرڤيتوس
Michael Scot	ميكائيل سكوت
Michael Maestlin	ميكائيل مايستلين
Menlo Park	ميْنْلو پارك (مدينة)
Myus	ميوس (مدينة)

ن

Naples	ناپولي
Al-Nasir II	الناصر الثاني
Nigel Wilson	نايْجِل ويلسون
Navarre	ناار (مقاطعة)
Nasir al-Din al-Tusi	نصير الدين الطوسي
Austria	النِّمسا
Nawbaht	نُوبَخْتُ
Nuremberg	نورمبورغ (مدينة)
Norman	نورمَنْدي (مملكة)
Naucratis	نوكراتيس (مدينة)

م

Mu'ayyad al-Din al-'Urdi	مؤيد الدين العُرْضي (الدمشقي)
Mash'allah	ما شاء الله
Mattheus	ماتيوس
Matthias de Miechow	ماثياس الميكاويّ
Matthias Corvinus	ماثياس كورينوس
Mar Saba	مار سابا
Marcello Malpighi	مارتشيلُّو مَلْپيجي
Martin V	مارتن الخامس
Martin Luther	مارتن لوثر
Marciana	مارسيانا (مكتبة)
Marcellus	مارسيلوس
Marsilio Ficino	مارسيليو فيسينو
Marshall Clagett	مارشال كلاغيت
Martianus Capella	مارشيانوس كاپيلا
Mark Antony	مارك أنطوني
Marco Polo	ماركو پولو
Marcus Aurelius	ماركوس أوريليوس
Marie Louis Sirieix	ماري لويس سيرييكس
Maryland	ماريلَنْد (ولاية)
Master Theodorus	ماستر ثيودورس
Magdeburg	ماغْدَبورغ (مدينة)
Maffeo	مافيو
Macrobius	ماكروبيوس
Al-Ma'mun	المأمون
Mantua	مانتوا (مدينة)
Manuel II Comnenus	مانيويل الثاني كومنينوس
Manuel of Trebizond	مانيويل الطرابزونلي
Manuel Chrysoloras	مانيويل كريسولوراس
Matthew of Ferrara	متّى الفرّاريّ
Al-Majriti	المَجْريطي
Al-Majusi	المجوسي
Mehmet II	محمد الثاني (السلطان)
Atlantic	المحيط الأطلسي
Muhyi al-Din al-Maghribi	محيي الدين المغربي
Murat III	مراد الثالث (السلطان)
Maragha	مَراغة (مدينة)
Merv	مَرْو (مدينة)
Marwan II	مروان الثاني
Almeria	المَرِيَّة

Novara	نوارا (مدينة)
Cnidus	نيدوس (مدينة قديمة)
Nero	نيرون
Nysa	نيسا (مدينة)
Nicetas	نيستاس
Nisibis	نيسيبيس (مدينة)
Nicephorus Blemmydes	نيسيفورس بليميديز
Nicephorus Gregoras	نيسيفورس غريغورس
Nicaea	نِيْقِيَة (مدينة)
Niklas Koppernigk	نيكلاس كوپرنيك
Nicloe Oresme	نيكول أوريسمه
Nicholas of Cusa	نيكولاس (من كوزا)
Nicholas V	نيكولاس الخامس
Nicholas IV	نيكولاس الرابع
Nicholas Sch	نيكولاس شونْبِرغ
Nicholas Copernicus	نيكولاس كوپرنيكوس
Nichomachus	نيكوماخوس
Nicomachus of Gerasa	نيكوماخوس الغيراسي
Nicomedia	نيكوميديا (مدينة)
Mnemosyne	نيموسيني

هـ

Hadrian	هادْريان
Haghia Sophia	هاغيا صوفيا (كنيسة)
Hamburg	هامبورغ (مدينة)
Hypatia	هايپاشيا
Hyperides	هايْپريديز
Havelberg	هالبرغ (مدينة)
Hereford	هرفورد (مقاطعة)
Herculean	هِرَقليّ
Heraclides Ponticus	هِرَقْليديز پونتيكوس
Heraclitus	هِرَقليطس
Hermannus	هرمانوس
Hroswith	هُروسوذ
Hveen	هڤين (مدينة)
Hellenistic	هِلِّينِيّ
Henry Oldenburg	هنري أولدنبرغ
Henry Billingsley	هنري بِلنغْسلي
Henricus Aristippus	هِنْريكوس أريستيپوس
Horatio Grassi, Father	هوراشيو غراسي، الأب
Hugo sanctallensis	هوغو سانكتَلينْسِس
Hulagu Khan	هولاغو خان
Homer	هوميروس
Honorius II	هونوريوس الثاني
Honorius IV	هونوريوس الرابع
Hipparchus	هيپارخوس
Hippo	هيپو (مدينة)
Herman of Dalmatia	هيرمان الدلماسي
Hermann of Carinthia	هيرمان الكارنثي
Hermeias	هيرمياس
Hermes	هيرميز
Hermes Trismegistus	هيرميز تريسميجيستوس
Hero of Alexandria	هيرو الإسكندري
Herodotus	هيرودوتس
Hieron II's Syracuse	هيرون السيراقوسي الثاني
Hesiod	هيسيود
Hecataeus	هيكاتيوس
Heilsberg	هيلزبرغ (مدينة)

و

Warsaw	وارسو (عاصمة پولندا)
Wallachia	وَلاكيا (منطقة تاريخية)
Woolsthorpe	وولزثورب (مدينة)
Witelo	وِيْتِلو
Wittenberg	ويتنبرغ (مدينة)
William I	ويليام الأول
William of St. Cloud	ويليام الكلاوديّ
William of Malmesbury	ويليام الملمزبري
William of Moerbeke	ويليام الميربيكي
William Gilbert	ويليام جيلبرت
William Cecil Dampier	ويليام سيسيل دامپيير
William Harvey	ويليام هارڤي
William Heytesbury	ويليام هيتسبري

ي

Eutocius of Ascalon	يوتوسيوس الأسكالوني
Eugene the Emir	يوجين الأمير
Eugenius III	يوجينيوس الثالث
Eugenius IV	يوجينيوس الرابع
Yuhannah Ibn Masawayh	يوحنا بن ماسويه
Eudoxus	يودوكسس
York	يورك (مدينة)
Justinian I	يوستنيانوس الأول
Euphranor	يوفرانور
Caesar	يوليوس قيصر
Euergetes	يويرجيتيز
Yale	ييل (جامعة)

فهرس الأعلام والأماكن
(إنكليزي - عربي)

A

A. Papadopoulos-Kerameus	أ. پاپادوپولوس - كيراميوس
Abaqa Khan	أبقا خان
Abraham Ibn Ezra	أبراهام بن عزرا
Abraham Judaeus	أبراهام جوديوس
Abram Robertson	أبرام روبرتسون
Abu Hamid al-Ghazali	أبو حامد الغزالي
Abu Rayhan al-Biruni	أبو ريحان البيروني
Abu'l Qasim al-Zahrawi	أبو القاسم الزهراوي
Abubacer	ابن طُفَيْل
Abuteus Levita	أبُتيوس لِڤيتا
Actium	آكْتيوم (رأس)
Adelard of Bath	أديلارد الباثني
Adfar of Alexandria	أدفار الإسكندري
Adrianus Africanus	أدريانوس أفريكانوس
Aelius Festus Aphthonius	إيليوس فيستوس أفثونيوس
Aetius	إيتيوس
Aghlabid	الأغالبة
Agios Giorgios	أغيوس جيورجيوس
Ajax	أجاكس
Aladdin al-Mansur	علاء الدين المنصور
Al-Andalus	الأندلس
Albans	ألبانس
Al-Battani	البَتَّاني
Albert Brudzewski	ألبرت برودزوسكي
Albertus Magnus	ألبرت الكبير
Al-Bitriq	البِطْريق
Al-Bitruji	البطروجي
Alcuin	الكوين
Aldus Manutius	آلدوس مانيوتيوس
Aleppo	حلب (مدينة)
Alexander IV	ألكسندر الرابع
Alexander VI	ألكسندر السادس
Al-Farabi	الفارابي
Al-Farghani	الفرغاني
Alfonso de Borgia	ألفونسو دي بورجيا
Algazel	الغزالي
Al-Hajjaj ibn Matar	الحجَّاجُ بن مطر
Al-Harizi	الحريزي
Alhazen	ابن الهيثم
Ali al-Qushji	علي القوشجي
Al-Idrisi	الإدريسي
Al-Jazari	الجَزَري
Al-Juzjani	الجُوزجاني
Al-Khazini	الخازني
Al-Khwarizmi	الخوارزمي
Al-Kindi	الكِنْدي
Al-Kirmani	الكرماني
Al-Ma'mun	المأمون
Al-Mahdi	المهديّ
Al-Majriti	المَجْرِيطي
Al-Majusi	المجوسي
Al-Mansur	المنصور
Al-Masudi	المسعودي
Almeria	الْمَرِيَّة
Al-Nasir II	الناصر الثاني
Al-Qalasadi	القَلَصَادِي
Al-Raqqa	الرقة (مدينة)
Al-Razi	الرازي
Al-Tifashi	التيفاشي
Amalfi	أمالفي (مدينة)
Amaseia	أماسيا (مدينة)
Ammonius	أمونيوس
Amu Darya	أمو داريا (نهر)
Anaxagoras	أناكساغورس
Anaximander	أناكْسِيْمَنْدَر
Anaximenes	أناكسيمينيز

Anazarbus	أنازاربوس (مدينة)
Andalusia	الأندلس
Andrea Alpago	أندريا الباجو
Andreas Osiander	أندرياس أوسياندر
Andrew Wiles	أندرو وايلز
Andronicus II	أندرونيكوس الثاني
Andronicus III	أندرونيكوس الثالث
Anjou	آنجو (مقاطعة)
Anne Guersan	آنّ غِيْرسان
Anselm	أنْسلم
Anthemius of Tralles	انثيميوس الترالِيزي
Antikythera	انتيكيثيرا (جزيرة)
Antioch	انطاكية
Antoninus Pius	انطونيوس پيوس
Aphrodite	أفروديت
Apollonius	أپولونيوس
Aragon	آرَغون
Aratus of Soli	آراتوس السُّولي
Arcetri	آرْسِتْري (مدينة)
Archimedes	أرخميدس
Aristarchus	أريستارخوس
Aristeas Judaeus	أريستياس جوديوس
Aristophanes	أرسطوفانيز
Aristotle	أرسطو
Arras	أراس (مدينة)
Arsinoë	آرسينوي
Asclepios	أسكليپيوس (مدينة)
Assos	آسوس
Athenaeus	أثينيوس
Atlantic	المحيط الاطلسي
Attalos	أتالوس
Augsburg	أوغْسْبورغ (مدينة)
Augustine	أوغسطين
Augustus	أوغسطوس (قيصر)
Austria	النِّمسا
Avempace	ابن حزم
Avenezra	أبراهام بن عزرا
Avenzoar	ابن زُهْر
Averroës	ابن رُشْد
Averroist	ابن رُشْد
Avicenna	ابن سينا
Avignon	آينيون (مدينة)
Aydôn Adôvar	إيدين أديار
Azophi	الصوفي

B

Babylon	بابل (مدينة)
Babylonia	إمبراطورية بابل
Baldwin of Boulogne	بولدوين (من بولون)
Baltimore	بَلْتيمور (مدينة)
Banu Musa	بنو موسى
Barbara	باربارا
Barcelona	برشلونة
Barlaam (of Calabria)	بارلام (من كالابريا)
Bartolomeo Zamberti	بارتولوميو زامبيرتي
Basel	بال (مدينة)
Basta	بَسْطَة (مدينة)
Bavaria	باڤاريا مقاطعة ألمانية)
Bejaïa	بيجايا
Belgium	بلجيكا
Bellarmine	بيلارماين
Benatky Castle	قلعة بِناتْكي (منطقة)
Bergamo	برغامو (مدينة)
Bessarion of Trebizond	بِساريون الطرابزونلي
Bethlehem	بيت لحم (مدينة)
Blaise Pascal	بليز پاسكال
Boccaccio	بوكاتشيو
Bodleian Library	مكتبة بودلِيان
Boethius	بوويثيوس
Bologna	بولونيا (مدينة في إيطاليا)
Boniface VIII	بونيفيس الثامن
Boris A. Rozenfeld	بوريس أ. روزينفلد
Bosphorus	البوسفور (مضيق)
Boulogne	بولون (مدينة)
Bourges	بورج (مقاطعة)
Brahmagupta	براماغوبتا
Brussels	بروكسل
Bugia	بوجيا
Bungey	بانجي
Burgundio the Pisan	بُرْغَنْديو الپيساني
Bursa	بورسا (مدينة)
Byat al-Hikma	بيت الحكمة
Byzantium	بيزنطة

C

Cadiz	قادس (مدينة)
Caesar	يوليوس قيصر
Calabria	كالابْريا (إقليم بإيطاليا)
California	كاليفورنيا (ولاية)
Callimachus of Cyrene	كاليماكوس القوريني
Callipolis	كاليپوليس (مدينة)
Callipus of Cyzicus	كاليپوس السيزيكي
Callisto III	كاليستو الثالث

Calvin	كالڤن
Campanus of Novara	كامپانوس النواري
Cantacuzenos	كانتاكوزينوس
Canterbury	كانْتَرْبَري
Cardinal Bellarmine	الكاردينال بيلارماين
Cardinal Cesarini	الكاردينال سيساريني
Carl B. Boyer	كارل ب. بوير
Carlos V	كارلوس الخامس
Carneades of Cyrene	كارنييديز القوريني
Carthage	قَرْطاجة
Cashel	كاشل
Cassiodorus	كاسيودورُس
Castile	قَشْتالة (منطقة)
Catalonia	قَطَلونيا
Catania	كَتانيا (مدينة)
Chalcedon	خَلْقيدونيا (مدينة)
Chalcedon	كالسيدون (مدينة)
Chalcidius	كالسيديوس
Chaldean	كلدانيّ
Charles Martel	شارل مارتل
Chaucer	تشوسر
Chester	تْشِسْتر (مدينة)
Chios	كيوس (مدينة)
Chora	كورا (مدينة)
Chosroes I	كوسرويز الأول
Christian Huygens	كريستيان هايْجِنْز
Christian IV	كريستيان الرابع
Christopher Columbus	كريستوفر كولومبوس
Christopher Marlow	كريستوفر مارلو
Cicero	شيشرون
Cilicia	كيليكيا (منطقة)
Claudius	كلوديوس
Clazomenae	كلازومينا (مدينة)
Cleanthes of Assos	كلينثيز الأسوسي
Clement IV	كليمَنْت الرابع
Clement of Alexandria	كليمَنْت الإسكندري
Clement VII	كليمَنْت السابع
Cleopatra VII	كليوپاترا السابعة
Cnidus	نيدوس (مدينة قديمة)
Cologne	كولون (مدينة)
Colophon	كولوفون (مدينة)
Commandino	كوماندينو
Commodus	كومودوس
Companus	كومپانوس
Comum (Como)	كومو (مدينة)
Constantine of African	قسطنطين الإفريقي
Constantine the Great	قسطنطين الكبير
Constantine Tischendorf	قسطنطين تيشِنْدورُف
Constantinople	القسطنطينية (مدينة)
Copenhagen	كوپنهاغن (مدينة)
Copernicus	كوپرنيكوس
Cordoba	قرطبة (مدينة)
Corinth	كورِنْث (مدينة)
Cosimo de' Medici	كوزيمو دي مِديتشي
Cracow	كراكاو (مدينة)
Crete	كْريت/إقريطش (جزيرة)
Critolaos of Phaselis	كريتوليوس الفاسيليسي
Ctesebius	تيسيبيوس
Cues	كيوز (قرية)
Cueta	سبتة (مدينة)
Culm	كَلْم (مدينة)
Cyrene	قورينة (مدينة)
Cyril	سيريل (قدّيس)
Cyzicus	سيزيكوس (مدينة)

D

Damascius	دَماسكيوس
Daniel of Morley	دانيال المورلي
Dante	دانتي
Danzig	دانزيغ (مدينة)
Dardanelles	الدَّردنيل (مضيق)
Delos	ديلوس (جزيرة)
Demetrius Cydones	ديميتريوس سيدونيز
Democritus	ديموقريطس
Derek De Solla Price	ديريك دي سولا پرايس
Desiderius	ديسيديريوس
Dietrich of Freiburg	دِيتْرِخ (من فرايبورغ)
Dimitri Gutas	ديميتري غوتاس
Dimitrios I of Macedonia	ديميتريوس الأول المقدوني
Dimitrios of Phaleron	ديميتريوس الفاليروني
Dicaearchus	ديكايرخوس
Diogenes Laertius	ديوجينيز لايرتيوس
Diogenes of Babylon	ديوجينيز البابلي
Dionysus	ديونيسوس
Diophantus of Alexandria	ديوفانتوس الإسكندري
Dioscorides Pedanius	ديسقوريدس پيدانيوس
Domenico Maria da Vovara	دومينيكو ماريا النواري
Domenicus Gundissalinus	دومِنيكوس غنديسالينوس
Dumbleton	دمبلتون (مدينة)

E

E. J. Dijksterhuis	إي.چي. ديجكسترهويس

Edessa	إيديسًا (مدينة)
Edmund Halley	إدموند هالي
Ekmeleddin Ihsanodlu	أكمل الدين إحسان أوغلو
Elias Stadiatos	إلياس ستادياتوس
Elizabeth	إليزابيث
Empedocles	إمپيدوكليز
Ephebe of Antikythera	إيفيب (من أنتيكيثيرا)
Ephesus	إفسس (مدينة)
Epicurus	أبيقور
Epiphanius (of Salamis)	إپيفانيوس (من سلاميس)
Erasmus Reinhold	إيرازموس راينهولد
Eratosthenes of Cyrene	إيراتوسثينيز القوريني
Eric Ambler	إريك آمبْلر
Ermland	إرملاند (مقاطعة)
Ernest	أرْنست
Erythrae	إريثرا (مدينة)
Etienne Tempier	إيتْيِن تامْپييه
Euclid	أُقْليدُس
Eudoxus	يودوكسس
Euergetes	يويرجيتيز
Eugene the Emir	يوجين الأمير
Eugenius III	يوجينيوس الثالث
Eugenius IV	يوجينيوس الرابع
Euphranor	يوفرانور
Euphrates	الفرات (نهر)
Eutocius of Ascalon	يوتوسيوس الأسكالوني
Evangelista Torricelli	إيڤانجيليستا توريشَلّي

F

Fars	فارْس (مقاطعة)
Fatimid(s)	فاطميّ (فاطميُّون)
Faustus	فاوستوس
Felix Plater	فليكس پلاتر
Ferdinand II	فرديناند الثاني
Ferrara	فِرَّارة (مدينة)
Fez	فاس (مدينة)
Florence	فلورنسا (مدينة)
Francesco Buonamici	فرانسيسكو بوناميتشي
Francesco Filelfo	فرانسيسكو فيلِلْفو
Francesco Niccolini	فرانسيسكو نيكوليني
Francis Bacon	فرانسيس بيكون
François Villon	فرانسوا ڤِيُون
Franconia	فرانكونيا (دوقية)
Frauenburg	فراونبرغ (مدينة)
Frederick II	فريدريك الثاني
Frederick III	فريدريك الثالث
Freiburg	فرايبورغ (مدينة)

G

Gabriel Naude	غابرييل ناوُد
Gadeira	غاديرا (مدينة)
Gaius Sulpicius Gallus	غَيوس سولپيسيوس غالوس
Galen	جالينوس
Galileo Galilei	غاليليو غاليليه
Gallipoli	غاليبولي (مدينة)
Gallipus Mixtarabe	غالپيوس ميكسترابي
Gdansk	غْدانْسك
Gelon II	غليون الثاني
Genghis Khan	جنكيز خان
Gennadius	غيناديوس
Genoa	جَنَوا (مدينة)
Georg Joachim van Lauchen (Rheticus)	جيورج جواشيم ڤان لاوشن (رتيكوس)
Georg Peurbach	جيورج پورباك
George Acropolites	جورج أكروپوليتس
George Chrysokokkes	جورج كريسوكوكيس
George Donner	جورج دونر
George Gemistus Plethon	جورج جِميستوس پليثون
George Pachymeres	جورج پاكيمرز
George Trapezuntios	جورج تراپيزونتيوس
George Valla	جورج فالاّ
Gerard of Brussels	جيرارد (من بروكسل)
Gerard of Cremona	جيرارد الكريموني
Gerbert d'Aurillac	جيربر دوريياك
Giles of Rome	جايلز الروميّ
Giordano Bruno	جيوردانو برونو
Gmunden	غْموندن (مدينة)
Golden Horn	القرن الذهبي (خليج)
Gottfried Wilhelm Leibniz	غوتْفريد ڤيلْهِلْم لايْبنِتْز
Grantham	غرانثام (مدينة)
Graz	غْراز (بلدة)
Gregory Choniades	غريغوريوس كونياديز
Gregory IX	غريغوريوس التاسع
Gregory XIII	غريغوريوس الثالث عشر
Gregory XV	غريغوريوس الخامس عشر
Guarino of Verona	غارينو اليروني
Guillaume de Lorris	غِيُوم دي لوريس
Gurgis ibn-Buhtisu	جرجس بن بُختيشوع

H

Habash al-Hasib	بَش الحاسب
Hadrian	هادْريان
Haghia Sophia	هاغيا صوفيا (كنيسة)
Hamburg	هامبورغ (مدينة)
Harran	حَرَّان (مدينة)
Hasday ibn Shaprut	حَسْداي بن شَبْروط
Havelberg	هالبرغ (مدينة)
Hecataeus	هيكاتيوس
Heilsberg	هيلزبرغ (مدينة)
Hellas	بلاد اليونان (القديمة)
Hellenistic	هِلِّينِيّ
Henricus Aristippus	هِنْريكوس أريستيبوس
Henry Billingsley	هنري بِلنغْسلي
Henry Oldenburg	هنري أولدنبرغ
Heraclides Ponticus	هِرَقْليديز پونتيكوس
Heraclitus	هِرَقليطس
Herculean	هِرَقليّ
Hereford	هرفورد (مقاطعة)
Herman of Dalmatia	هيرمان الدلماسي
Hermann of Carinthia	هيرمان الكارنثي
Hermannus	هرمانوس
Hermeias	ديرمياس
Hermes	هيرميز
Hermes Trismegistus	هيرميز تريسميجيستوس
Hero of Alexandria	هيرو الإسكندري
Herodotus	هيرودوتس
Hesiod	هيسيود
Hieron II's Syracuse	هيرون السيراقوسي الثاني
Hipparchus	هيپارخوس
Hippo	هيپو (مدينة)
Hippocrates	أبقراط
Homer	هوميروس
Honorius II	هونوريوس الثاني
Honorius IV	هونوريوس الرابع
Horatio Grassi, Father	هوراشيو غراسي، الأب
Hroswith	هُروسوذ
Hugo sanctallensis	هوغو سانكتَليبُسِس
Hulagu Khan	هولاغو خان
Hunayn ibn-Ishaq	حُنَيْنُ بن إسحاق
Hüseyin Rifki Tamani	حسين رِفقي تَماني
Hveen	هڤين (مدينة)
Hypatia	هاپياشيا
Hyperides	هايْپريديز

I

Iamblichus	أيامبليكوس
Iberia	أيبيريا (شبه جزيرة)
Ibn al-Banna	ابن البنّاء
Ibn al-Baytar	ابن البيطار
Ibn al-Jazzar	ابن الجزّار
Ibn al-Nafis	ابن النفيس
Ibn al-Qifti	ابن القِفْطِيّ
Ibn al-Quff	ابن القُفّ
Ibn al-Saffar	ابن الصفّار
Ibn al-Samh	ابن السَّمْح
Ibn al-Shatir	ابن الشاطر
Ibn al-Zarqali	ابن الزرقالة
Ibn Bajja	ابن باجّه
Ibn Hazm	ابن حزم
Ibn Khallikan	ابن خِلّكان
Ibn Mu'adh al-Jayyani	ابن معاذ الجيّاني
Ibn Rushd	ابن رُشْد
Ibn Sina	ابن سينا
Ibn Tifilwit	ابن تيفلويت
Ibn Tufayl	ابن طُفَيْل
Ibn Usaybi'a	ابن أبي أُصَيْبِعة
Ibn Zuhr	ابن زُهْر
Ibn-al-Nadim	ابن النديم
Ibn-Qutayb	ابن قُتَيبة
Ionia	أيونيا
Isaac Barrow	إسحاق بارو
Isaac Israeli	إسحاق الإسرائيلي
Isaac Newton	إسحاق نيوتن
Isabella	إيزابيلاّ
Ishak Efendi	إسحاق أفندي
Isidore of Seville	إيزيدور الإشبيلي
Isidorus of Miletus	إيزيدوروس المِليتوسي
Istanbul	إستانبول (مدينة)

J

ibn Aflah	جابر بن أفلح
Jabir ibn-Hayyan	جابر بن حيان
Jamaica	جامايكا (دولة)
James I	جيمس الأول
James of Cremona	جيمس الكريموني
James of Venice	جيمس الڤينيسيّ
Jamshid al-Kashi	جَمْشيد الكاشي
Jean Buridan	جان بوريدان
Jean de Meun	جان دي ميون
Jeanne of Navarre	جان النارية
Jerome	جيروم

Johann Müller	جوهان مولر
Johann Sch	جوهان شوتَر
Johann Widmanstadt	جوهان ويدمانشتات
Johannes Afflacius	جوهانز أفلاسيوس
Johannes de Sacrobosco	جوهانز دي ساكروبوسكو
Johannes Kepler	جوهانز كِپْلر
Johannes Petreius	جوهانز بتريوس
Johannes Regiomontanus	جوهانز رغيو مونتانوس
John Dee	جون دِي
John Donne	جون دَنّ
John Feild	جون فيلد
John ibn David	جون بن داود
John II Comnenus	جون الثاني كومنينوس
John Lowden	جون لودِن
John Ludwig Heiberg	جون لودڤيغ هاييبرْغ
John of Dumbleton	جون (من دمبلتون)
John of Gmunden	جون (من غْموندن)
John of Ligneres	جون (من ليغنرز)
John of Palermo	جون البالرمي
John Pecham	جون پيكام
John Philoponus	جون فيلوپونوس
John VIII	جون الثامن
Johns Hopkins	جونز هوبْكينْز
Jordan	الأردن
Jordanus Nemorarius	جوردانوس نيموراريوس
Jordanus Saxony	جوردانوس السكسوني
Joseph Torelli	جوزيف توريلّي
Jundishapur	جنديسابور (مدينة)
Justinian I	يوستنيانوس الأول

K

Kamal al-Din al-Farisi	كمال الدين الفارسي
Kandilli	قنديلي (مدينة)
Kariye Camii	كاري كامي (كنيسة)
Kashan	كاشان (مدينة)
Katherina	كاثرينا
Khuraymi	الخُرَيْمي
King Sigismund	الملك سيجيسموند
Konigsberg	كونيسبرغ (مدينة)

L

Ladislaus V	لاديسلاوس الخامس
Lampsacus	لامپساكوس
Lascarid	لاسكريد
Lebedus	ليبيدوس (مدينة)
Leipzig	لَيْپتزيغ (مدينة)
Lemberg	لِمْبرغ (مدينة)
Leo the Mathematician	لِيو الرياضيّاتي
Le	ليون
Leonardo Bruni	ليوناردو بروني
Leonardo Fibonacci	ليوناردو فيبوناتشي
Lesbos	ليزبوس (جزيرة)
Leucippus	ليوسيپوس
Levi ben Gerson	ليي بن جيرسون
Leyden	لَيْدَن (مدينة)
Lincoln	لِنْكولن
Lincolnshire	لنكولنشير (مقاطعة)
Linz	لينْتْس (مدينة)
Lion	ليون (مدينة)
Lion Port	ليون پورت (مرفأ)
Lisieux	ليزيا (مدينة)
Lombard	لُمبارد (شَعْب)
Longomontanus	لونغومونتانوس
Lothair	لوثير
Louis VII	لويس السابع
Lucas Watzenrode	لوقا واتزنرود
Lucasian	لوكاسيان (مدينة)
Lucera	لوسرا (مدينة)
Lucius Verus	ليوسيوس ڤيروس
Lucretius	لوكريشيوس
Lupitus of Barcelona	لوپيتوس البرشلوني
Lutheran	لوثريّ
Lynn Thorndike	لِيْن ثورندايك

M

Macrobius	ماكروبيوس
Maffeo	مافيو
Magdeburg	ماغْدَبورغ (مدينة)
Maimonides	ابن ميمون
Mantua	مانتوا (مدينة)
Manuel Chrysoloras	مانيويل كريسولوراس
Manuel II Comnenus	مانيويل الثاني كومنينوس
Manuel of Trebizond	مانيويل الطرابزونلي
Mar Saba	مار سابا
Maragha	مَراغة (مدينة)
Marcello Malpighi	مارتشيلّو مَلْپيجي
Marcellus	مارسيلوس
Marciana	مارسيانا (مكتبة)

Marco Polo	ماركو پولو
Marcus Aurelius	ماركوس أوريليوس
Marie Louis Sirieix	ماري لويس سيرييكس
Mark Antony	مارك أنطوني
Marshall Clagett	مارشال كلاغيت
Marsilio Ficino	مارسيليو فيسينو
Martianus Capella	مارشيانوس كاپيلا
Martin Luther	مارتن لوثر
Martin V	مارتن الخامس
Marwan II	مروان الثاني
Maryland	ماريلَنْد (ولاية)
Mas'ud al-Qadharuni	مسعود القدهاروني
Mash'allah	ما شاء الله
Master Theodorus	ماستر ثيودورس
Mattheus	ماتيوس
Matthew of Ferrara	متّى الفرّاريّ
Matthias Corvinus	ماثياس كورينوس
Matthias de Miechow	ماثياس الميكاويّ
Maximos Planudes	مَكْسيموس پلانيودز
Mehmet II	محمد الثاني (السلطان)
Menlo Park	مينْلو پارك (مدينة)
Mephistophilis	مفيسْتوفيليس
Merton	ميرتون (معهد)
Merv	مَرْو (مدينة)
Michael Maestlin	ميكائيل مايستلين
Michael Scot	ميكائيل سكوت
Michael Servetus	ميكائيل سرڤيتوس
Michael VIII Palaeologus	ميخائيل الثامن پاليولوغوس
Michael Wright	ميكائيل رايت
Miletus	مِليتوس (مدينة)
Milton	مِلْتون
Mistra	ميسترا (مدينة)
Mnemosyne	نيموسيني
Moldavia	مولدايا (منطقة تاريخية)
Mongol Samarkand	سمرقند المُغْلية
Monte Cassino	مونتي كاسّينو (مدينة)
Monte Cassino	مونتي كاسّينو
Moorish Spain	إسبانيا الإسلامية
Moselle	موزيل (نهر)
Moses	موسى
Moses of Bergamo	موسى البرغامويّ
Mu'ayyad al-Din al-'Urdi	مؤيد الدين العُرْضي (الدمشقي)
Muhyi al-Din al-Maghribi	محيي الدين المغربي
Muqaddasi	المقدسي
Murat III	مراد الثالث (السلطان)
Musa ibn-Shakir	موسى بن شاكر
Mustafa Nazif	مصطفى نظيف
Myus	ميوس (مدينة)

N

Naples	ناپولي
Nasir al-Din al-Tusi	نصير الدين الطوسي
Naucratis	نوكراتيس (مدينة)
Navarre	ناار (مقاطعة)
Nawbaht	نُوبَخْتُ
Nero	نيرون
Nicaea	نِيْقِيَة (مدينة)
Nicephorus Blemmydes	نيسيفورس بليميديز
Nicephorus Gregoras	نيسيفورس غريغورس
Nicetas	نيستاس
Nicholas Copernicus	نيكولاس كوپرنيكوس
Nicholas IV	نيكولاس الرابع
Nicholas of Cusa	نيكولاس (من كوزا)
Nicholas V	نيكولاس الخامس
Nicholas Sch	نيكولاس شونْبِرغ
Nichomachus	نيكوماخوس
Nicloe Oresme	نيكول أوريسمه
Nicomachus of Gerasa	نيكوماخوس الغيراسي
Nicomedia	نيكوميديا (مدينة)
Nigel Wilson	نايْجِل ويلسون
Niklas Koppernigk	نيكلاس كوپرنيك
Nisibis	نيسيبيس (مدينة)
Norman	نورمَنْدي (مملكة)
Novara	نوارا (مدينة)
Nuremberg	نورمبورغ (مدينة)
Nysa	نيسا (مدينة)

O

Octavian	أوكتايان
Olaus Roemer	أولاوس رومر
Orange	أورانج (مدينة)
Oropus	أوروپوس (دولة مدينية)
Ostilio Ricci	أُوسْتيليو ريتشي
Otto von Guericke	أوتّو فون غيريك
Ovid	اوڤيد

P

Padua	پادُوَا
Palenzia	پالِنْزيا

Palermo	باليرمو (مدينة)
Panaetius of Rhodes	پانيشيوس الرودُسي
Paolo Dal Pozzo Toscanelli	پاولو دال پوزو توسكانلّي
Pappus of Alexandria	پاپوس الإسكندري
Paris	پاريس (مدينة)
Parmenides	پارمينيديز
Pascal	پاسكال
Paul III	بولس الثالث
Paul V	بولس الخامس
Pavia	پافيا (مدينة)
Peloponnesus	پيلوپونيز (شبه جزيرة)
Pepin the Short	پيپين القصير (الملك)
Perga	پرغا (مدينة)
Pergamum	پيرغاموم
Perge	پيرج
Pericles	پيريكليز
Persia	بلاد فارس
Peter of Abano	بطرس الأبانُوِيّ
Peter Peregrinus	بطرس پيرغرينوس
Petrarch	پترارك
Petrus Delphinus	بطرس دلفينوس
Petrus Diaconus	بطرس دياكونس
Phaleron	فاليرون (مدينة)
Philadelphus	فيلادِلفوس
Philip III	فيليب الثالث
Philip IV	فيليب الرابع
Philip of Tripoli	فيليب الطرابلسي
Philo	فيلو (البيزنطي)
Philolaus	فيلولاوس (الكروتوني)
Philopator	فيلوپاتور
Phocaea	فوسيا (مدينة)
Pierre Fermat	پيير فيرما
Pierre Gassendi	پيير غاسندي
Pisa	پيزا (مدينة)
Pisan	پيسان
Pius XI	پيوس الحادي عشر
Plato	أفلاطون
Plato of Tivoli	أفلاطون التيولي
Pliny the Elder	پلينيوس الأرشد
Pliny the Younger	پلينيوس الأصغر
Plotinus	أفلوطين
Plutarch	پلوتارك
Poggio Bracciolini	پوجيو براتشيوليني
Poland	پولندا
Pompey	پومپي
Pontus	پونتوس (إقليم)
Porphyry	پورفوريوس (الصوريّ)
Posidonius	پوسيدونيوس
Prague	پراغ (مدينة)
Priam	پْرَيام (ملك طروادة)
Priene	پريني (مدينة)
Proclus	پروكلوس
Provence	پروڤانس (إقليم)
Prussia	پروسيا
Ptolemy	بطليموس
Puy de Dôme	پي دو دُوم (جبل)
Pythagoras	فيثاغورس

Q

Qadi Zada al-Rumi	قاضي زاده الرومي
Queen Marie of Barbant	الملكة ماري (من برابانت)
Qusta ibn Luqa	قُسْطَا بن لوقا
Qutb al-Din al-Shirazi	قطب الدين الشيرازي

R

Ravenna	راينا
Raymond	ريموند
Regensburg	ريجنسبرغ
Reggio	ريجيو (مدينة)
René Descartes	رينيه ديكارت
Rhazes	الرازي
Rheims	ريمس (مدينة)
Rheticus	رتيكوس
Rhodes	رودُس (جزيرة)
Richard de Fournival	ريتشارد دي فورنيال
Richard of Wallingford	ريتشارد (من ولينغفورد)
Richard Swineshead	ريتشارد سوينسهيد
Ripoll	ريپول
Robert Boyle	روبرت بُويْل
Robert Grosseteste	روبرت غُروسْتِسْتي
Robert Hook	روبرت هوك
Robert Kilwardby	روبرت كيلواردباي
Robert of Chester	روبرت (من تْشِسْتر)
Robert of Torigni	روبرت التوريجنيّ
Robert Recorde	روبرت ريكورد
Roderick	رودريك
Roger Bacon	روجر بيكون
Roger of Hereford	روجر الهرفورديّ
Romanus Morienus	رومانوس مورينوس
Romulus Augustus	روميولوس أوغسطس
Rostock	روستوك (مدينة)
Rudolph II	رودولف الثاني

S

Sabeans	الصابئة
Sacrobosco	ساكروبوسكو
Sagredo	ساغْرِدو
Saint Augustine	القديس أوغُسْطين
Saint Bede	القديس بِيْد
Saint Benedict	القديس بنيديكت
Saladin	صلاح الدين
Salamanca	سَلَمَنْكا (مدينة)
Salamis	سلاميس (مدينة)
Salerno	ساليرنو (مدينة)
Salviati	سالفْياتي
Samarkand	سمرقند (مدينة)
Samos	ساموس (جزيرة)
Samuel ibn Tibbon	صموئيل بن تِبُّون
Sanjar ibn Malikshah	سانجار بن ملكشاه
Santa Marōa	سانتا ماريا
Saragossa	سَرَقُسْطَة (مدينة)
Sassanian emperors	أباطرة ساسان
Savasorda	ساڤاسوردا
Saxony	سكسونيا (منطقة)
Segovia	سيغوفْيا
Seine	السين (نهر)
Seleucus of Babylonian	سَلُوقُس البابلي
Seneca	سينيكا
Serapeum	سيراپيوم (معبد)
Serapis	سيراپيس
Sergius of Reshaina	سيرجيوس الريشيني
Severus Sebokht	سِيروس سيبوخت
Seville	إشبيلية (مدينة)
Shaharzad, Scheherazade	شهرزاد
Shapur	سابور
Sicily	صِقِلِّية (مدينة)
Siena	سِيِينا (مدينة في إيطاليا)
Sigismondo de' Conti	سيجيسموندو دي كونتي
Simon Stevin	سيمون ستين
Simplicio	سيمْپْليسيو
Simplicius of Cilicia	سيمپليسيوس الكيليكي
Sinjar desert	سنجار (صحراء)
Sir Henry Wooton	السير هنري وُوتون
Smyrna	سْمِيرنا (إزمير حاليًا)
Socrates	سقراط
Spenser	سْپِنْسِر
Spinoza	سپينوزا
St. Savas	القديس ساڤاس
St. Savior	القديس سايور
Stephen of Antioch	ستيڤن الأنطاكيّ
Steven Runciman	ستين رنسيمان
Strabo	سترابو
Strait of Gibraltar	مضيق جبل طارق
Straton	ستراتون
Suffolk	سافوك (مدينة)
Suidas	سُويداس
Süleyman the Magnificent	سليمان القانوني
Sultan Abdul Mecit	السلطان عبد المجيد
Sultan Selim III	السلطان سليم الثالث
Sumatar Harabesi	سوماتار هارابيسي
Syene	سِيِين
Sygerus	سيغروس
Sylvester II	سيليڤستر الثاني
Symi	سيمي (جزيرة)
Syracuse	سيراقوسة (مدينة)

T

T. L. Heath	ت. ل. هِيْث
Tabriz	تبريز (مدينة)
Takiyuddin al-Rashid	تقي الدين الرشيد
Tamerlane	تيمورلنك
Tarazona	تارازونا (مدينة)
Tarsus	طرسوس (مدينة)
Teos	تييوس (مدينة)
Tertullian	تِرْتُلْيان (القرطاجي)
Thabit ibn Qurra	ثابتُ بن قُرَّة
Thales	طاليس
the Palaeologus	الأسرة الپاليولوغية
Theaetetus	ثياتيتوس
Themistocles	ثيميستوكليز
Theodore Metochites	ثيودور ميتوشيتس
Theodore of Tarsus	ثيودور الطرسوسي
Theodore Palaeologus	ثيودور پاليولوغوس
Theodoric	ثيودوريك
Theodosius I	ثيودوسيوس الأول
Theodosius II	ثيودوسيوس الثاني
Theodosius of Bithynia	ثيودوسيوس البائيني
Theon of Alexandria	ثيون الإسكندري
Theophilus	ثيوفيلوس
Theophrastus	ثيوفراستوس
Thessalonica	سالونيك (مدينة)
Thessalonica	ثيسالونيكا (مدينة)
Thessaly	تساليا (منطقة)
Thomas Aquinas	توما الأكويني
Thomas Blundeville	توماس بلنديل
Thomas Bradwardine	توماس برادوردين

Thomas Digges	توماس ديجس
Thomas Harriot	توماس هاريوت
Thoth	توت
Thracia	تراقيا
Thucydides	ثوسيديديز
Tiedemann Giese	تيدمان غيس
Tigris	دجلة (نهر)
Timocharis	تيموكاريس
Toledo	طليطلة (مدينة)
Torun	تورون (مدينة)
Toulouse	تولوز (مدينة)
Tours	تُور (مدينة)
Transoxiana	ترانسأُكسيانا (منطقة)
Trebizond	طرابزون (مدينة)
Troy	طروادة (مدينة)
Tübingen	توبينغن (مدينة)
Turkey	تركيا
Tuscany	توسكانا (منطقة)
Tycho Brahe	تيخو براهِه

U

Uljaytu	أُلْجَيْتو
Ulm	أُولْم (مدينة)
Ulrich Engelbert	أُلريتش إنْجلبرت
Ulugh Beg	أُلغ بك
Umar al-Khayyami	عمر الخيَّام
Ur	أُور (مدينة)
Urban IV	أوربان الرابع
Urban VIII	أوربان الثامن
Urfa	أورفا (مدينة)

V

Vandermast	ڤاندرماست
Varmia	ڤارميا (مقاطعة)
Venice	ڤينيسيا/البندقية (مدينة)
Verona	ڤيرونا
Vesta	ڤيستا (مَعْبَد)
Vicenza	ڤيتشانتزا (مدينة)
Victor III	ڤيكتور الثالث
Vienna	ڤيينَّا
Vincenzo Viviani	ڤينْسِنْزو ڤيڤياني
Vincoli	ڤينكولي (مدينة)
Virgil	ڤيرجل
Vistula	ڤيستولا (نهر)
Vitalianus	ڤيتاليانوس
Viterbo	ڤيتربو (بلدة)
Vitruvius pollio	ڤيتروبوس پوليو
Voltaire	ڤولتير

W

Wallachia	وَلاكيا (منطقة تاريخية)
Wandsburg Castle	قلعة واندسبورغ (منطقة)
Warsaw	وارسو (عاصمة پولندا)
Weil der Stadt	ڤايل دِرْ شْتادْت (مدينة)
Willebrord Snell	ڤيلَبْرورْد سْنيل
William Cecil Dampier	ويليام سيسيل دامپيير
William Gilbert	ويليام جيلبرت
William Harvey	ويليام هارِڤي
William Heytesbury	ويليام هيتسبري
William I	ويليام الأول
William of Malmesbury	ويليام الملمزبري
William of Moerbeke	ويليام الميربيكي
William of St. Cloud	ويليام الكلاوديّ
Witelo	وِيْتِلو
Wittenberg	ويتنبرغ (مدينة)
Woolsthorpe	وولزْثورب (مدينة)
Württemberg	ورتَمْبَرْغ (منطقة)

X

Xenocrates	زينوقراط
Xenophanes	زينوفانيز
Xerxes	زيركْسِيز (أحشورش الأول)

Y

Yale	ييل (جامعة)
York	يورك (مدينة)
Yuhannah Ibn Masawayh	يوحنا بن ماسويه

Z

Zacharias Janssen	زَكريا يانسين
Zenodotus of Ephesus	زينودوتوس (من إفسس)
zeus	زيوس

مصباح علاء الدين: القصة المثيرة لبواكير الفلسفة والعلوم الإغريقية في القرن السادس قبل الميلاد، وكيف انتشرت، إبان الألفية التالية، في أرجاء العالَم الإغريقي–الروماني، فأنتجت المكتشفاتِ والنظرياتِ العظيمةَ لطاليس وفيثاغورس وأبقراط وأفلاطون وأرسطو وأقليدس وأرخميدس وجالينوس وبطليموس وغيرهم كُثُر. ويبيِّن جون فريلي كيف أنه – في الوقت الذي كانت فيه العصورُ المظلمةُ تلفُّ أوروبا – أخذَ علماء بغداد في العصور الوسطى أنفسَهم بترجمة أعمال أولئك المفكِّرين الإغريق إلى اللغة العربية، وبنَشر أفكارهم ومبادئهم في شتى أنحاء العالَم الإسلامي، من آسيا الوسطى إلى إسبانيا. وبرزت كوكبةٌ من العلماء المسلمين كابن سينا وابن الهيثم وابن رُشد، دوَّنوا شروحَهم وإضافاتِهم على الإرث الفلسفيِّ والعلميِّ الذي آلَ إليهم. ويمضي فريلي ليبيِّن كيف تُرجمت مؤلَّفاتُ علماء المسلمين ومصنَّفاتُهم، بدءًا من القرن الثاني عشر، من العربية إلى اللاتينية، فكان ذلك إيذانًا بنشوء العلم الحديث في فجر عصر النهضة، الذي بَلَغَ أوجَهُ بالثورة العلمية في القرن السابع عشر.

هاهو ذا العِلمُ القديم في كامل بهائه، اعتبارًا من »الاتِّساق السماوي «الفيثاغوري» إلى النظرية الكوكبية الشمسيةِ المركز لكورنيكوس، الذي تمكَّن عام 1543 - مستعينًا بالوسائل الرياضية التي ابتدعها علماءُ الفلك العربُ في العصور الوسطى - من إحياء فكرةٍ قديمةٍ كان قد طرحها الفلكيُّ اليوناني أريستاخوس قبل ذلك بنحو ثمانية عشر قرنًا. وعندما أرسى نيوتن أُسسَ العلم الحديث بناءً على ما توصَّل إليه كورنيكوس وتيخو براهِه وكِلر وغاليليو وأمثالهم، صرَّح قائلاً: «إنني أبني على نتائج عمالقةٍ أفذاذ من العلماء»، يقصد بذلك أسلافَه من قدماء اليونان والعالَمَيْن العربي واللاتيني منذ العصور الوسطى وحتى عصر النهضة.

وكان الخليفة هارون الرشيد واحدًا من أوائل المسلمين الذين كان لهم سَبْقٌ إلى تشجيع ترجمة النصوص اليونانية القديمة إلى اللغة العربية. وكانت بغداد مسرحَ حكايات ألف ليلة وليلة، ومنها «حكاية علاء الدين ومصباحه السحري»، التي طفقت شهرزاد تذكر فيها روائعَ العلم الحديث، وما تَمَخَّض عنه من مخترعاتٍ معجِبة. وفي هذا الكتاب يعود بنا جون فريلي إلى هاتيك الأزمنة، مُميطًا اللثامَ عن فصلٍ مهمٍّ مشرقٍ من تاريخ العلوم تطاولت عليه عصورُ الإهمال والنسيان.

(تابع على الطية الخلفية للغلاف)

مصباح علاء الدين

كيف وصلت العلوم الإغريقية إلى أوروبا عبر العالم الإسلامي

«من شواطئ آسيا الصغرى القديمة، مرورًا بأثينا والإسكندرية، يطوّف فريلي بالقارئ في رحلةٍ شائقةٍ إلى حيث تُرجِمت نفائسُ العالَم الإغريقيِّ القديم من المعارف العلمية إلى اللغة العربية في بغداد والأندلس، ثم شَقَّت طريقَها فيما بعدُ إلى أوروبا عن طريق حركة الترجمة من العربية إلى اللاتينية. وقد سلكَ المؤلِّفُ في رحلته طريقًا جَدَدًا خليقًا بأن يُسلَك، وأضفى على كتابه – كما هو شأنه دائمًا – بُعدًا فريدًا غيرَ معهود، بحكم معرفته العميقة وإحاطته الواسعة بعالَم حوض البحر المتوسط. فكيف إذا اقترنَ هذا بدُرْبةٍ مبكِّرةٍ اكتسبَها بصفته فيزيائيًّا راسخ القدم في ميدانه؟ إن من شأن ذلك أن يجعل هذا العملَ بحق مدخلاً رصينًا أخَّاذًا لتاريخ العلوم ونقْل المعرفة الإنسانية.»

هِيْث لوري، أستاذ الدراسات التركية العثمانية والحديثة في جامعة پرنستون

9 789953 279206