تطورُ علم الفلكِ في عصرِ النهضةِ الأُوروبيةِ[1]

حينَ بدأتْ شَمسُ الحضارةِ الإسلاميةِ تَميلُ نحوَ الغُروبِ، بعدَ قُرونٍ من الإبداعِ العِلمي، كانتْ أوروبا تستَعِدُّ لِالتقاطِ شُعلَةِ المَعرِفةِ التي أضاءَها العلماءُ المسلمون. فقدْ تُرجِمَتْ مؤلفاتُهم إلى اللاتينيَّةِ، وانتقلت عبرَ الأندلسِ وصِقليّةَ والمراكزِ العلميةِ في المشرِقِ، لتصبحَ أساساً متيناً يَبني عليهِ عُلماءُ أوروبا نهضتَهُم. وفي الوقتِ الذي كانت فيهِ النماذجُ الفلكيةُ الإسلاميةُ – بما تَحمِلُهُ من تَصحيحاتٍ وإضافاتٍ على بطليموسَ – تنتشرُ في الجامِعاتِ الأوروبيةِ، ظهرَ جيلٌ جديدٌ من العلماءِ الغربيينَ الذينَ تَجرَّؤوا على إعادةِ النظرِ في المَوروثِ القَديمِ.

وقد شهدَ عِلمُ الفلكِ في أوروبا بين القرنينِ الخامِسَ عشرَ والسابِعَ عشرَ الميلاديينِ تحوُّلًا جذرياً، مَثَّلَ نُقطَةً فاصِلَةً بين الفكرِ الفلسفي القديمِ والعلمِ التجريبيِّ الحديثِ القائمِ على الملاحظةِ الدقيقةِ والرياضياتِ. وقد كان ذلك العصرُ بمثابَةِ الجِسرِ الذي عبرَ منهُ الإنسانُ مِنْ تصوراتِ الكونِ المَوروثَةِ إلى الفَهمِ العِلمي المَبني على البُرهانِ، فاتِحاً الطريقَ أمامَ ولادةِ ما نعرفُهُ اليومَ بـ "الفيزياءِ الفلكيةِ."

في السطورِ القادمةِ، نستعرضُ بإيجازٍ أَهمَّ أَعلامِ تلكَ الحِقبَةِ، الذينَ شكَّلتْ أَفكارُهُم واكتشافاتُهُم ملامحَ الفلكِ الحديثِ، ورسَّخوا أُسُسَ الثورةِ العِلميةِ التي غيرتْ وجهَ العالَمِ.

---

[1] كتاب "**العلوم الإسلامية وقيام النهضة الأوروبية**" تأليف الدكتور جورج صليبا.
https://www.goodreads.com/book/show/11322740

نيكولاس كوبرنيكوس (Nicolaus Copernicus) (1542-1473)

يُعَدُّ العالِمُ البولندي **نيكولاس كوبرنيكوس** من أبرزِ أعلامِ عصرِ النهضةِ، إذ وضعَ نموذجَ **مركزيةِ الشمس** بدلاً من مركزيةِ الأرض، مُعتبراً أنَّ جميعَ الكواكبِ، بما فيها الأرض، تدورُ حولَ الشمسِ في مداراتٍ دائرية. ومن الملفِت أنه لم يَنشر عملَه حول دوران الأجرام السماويّة إلّا في سنةِ وفاتِه، تفادياً للصِّدامِ مع الكنيسةِ الأُوربية، التي كانت تُعارضُ مثلَ هذه الأفكارِ العلمية الحديثة آنذاك.

تيخو براهي (Tycho Brahe) (1601-1546)

تيخو بْراهي عالمُ فلك دنماركي وأحدُ أعظمِ المراقبين الفلكيين في عصرِه. أنشأ مرصداً شهيراً كان يعتبرُ الأدقَ في أوروبا في القرن السادس عشرَ. كرّس براهي حياتَه لجمعِ بياناتٍ فائقةِ الدقة عن مواقعِ النجومِ والكواكبِ قبلَ اختراعِ التلسكوبِ، فخلّف سجلاً رَصْدياً مذهلاً لا نظيرَ لهُ في زمانِه.

وعلى الرغمِ من أنهُ لم يؤمن بنظريةِ كوبرنيكوس حولَ مركزية الشمسِ، وفضّل نموذجاً وسطاً يجمعُ بين مركزيةِ الأرضِ والكواكبِ الأخرى التي تدورُ حول الشمسِ، إلا أن إرثَهُ العلمي كان حاسماً. فقد استخدمَ تلميذُه الألماني يوهانس كبلر تلكَ البياناتِ الدقيقة ليصوغَ منها قوانينَه الشهيرة في حركةِ الكواكبِ، مثبتاً بذلك صحةَ نموذجِ كوبرنيكوس وممهّداً الطريقَ لثورةٍ كوبرنيكية كاملةٍ في علم الفلكِ.

جاليليو جاليلي (Galileo Galilei) (1642–1564)

يُعدّ جاليليو جاليلي أولَ من استخدم التلسكوبَ لرصدِ السماءِ بطريقةٍ علميةٍ منهجيةٍ، ففتح بذلك عصراً جديداً في تاريخِ الفلكِ. فقد وجّه تلسكوبَه نحو القمرِ، فرصدَ الجبالَ والفوهاتِ على سطحِه، مما دحضَ الفكرةَ القديمةَ عن كمالِ الأجرامِ السماويةِ. كما تتبّع أطوارَ كوكبِ الزهرةِ، واكتشفَ أربعةً من أقمارِ المشتري التي عُرفت لاحقاً باسمه (الأقمارُ الجاليليةُ).

وقد شكّلت هذه الاكتشافاتُ أدلةً قويةً ضد نظريةِ مركزيةِ الأرضِ السائدةِ آنذاك، وأيّدت نموذجَ كوبرنيكوس القائلَ بمركزيةِ الشمسِ. إلا أن موقفَه الصريحَ في الدفاعِ عن هذه الفكرةِ وضعه في صدامٍ مباشرٍ مع الكنيسةِ الأوروبيةِ، التي كانت ترى في هذه الآراءِ في حينِهِ تهديداً لعقائدِها، فخضع جاليليو للمحاكمةِ وأُجبر على التراجعِ العلني، رغم أن أفكارَه ظلّت حجرَ الأساسِ في الثورةِ العلميةِ الحديثةِ.

يوهانس كبلر (Johannes Kepler) (1630-1571)

كانَ يوهانس كبلر فلكياً وعالم رياضياتٍ ألمانياً بارزاً، عُرفَ بإسهاماتهِ الثوريةِ في علمِ الفلكِ التي غيَّرتْ فهْمَنا لحركةِ الكواكبِ. وقد تمكنَ، بالاستنادِ إلى الملاحظاتِ الدقيقةِ التي قامَ بها معلمُه، تيخو براهي، من صياغةِ قوانينِه الثلاثةِ الشهيرةِ لحركةِ الكواكبِ والتي تنصُّ على أنَّ الكواكبَ لا تدورُ في مداراتٍ دائريةٍ حولَ الشمسِ، بل في مداراتٍ بيضاويةٍ (إهليلجيةٍ) تقعُ الشمسُ في إحدى بؤرتيها، وأنَّ سرعةَ الكوكبِ تتغيرُ خلالَ مدارِه، وأنَّ هناكَ علاقةً رياضيةً ثابتةً بين طولِ السنةِ الكوكبيةِ وطولِ محورِ دورانِه الرئيسيِّ.

لقدْ كانت هذه القوانينُ بمثابةِ تحولٍ كبيرٍ في علمِ الفلكِ، ووضعت الأساسَ لأعمالِ إسحاق نيوتن في صياغةِ قانونِ الجاذبيةِ العامِّ. كما ساهمَ كبلر في مجالاتٍ أخرى كالبصرياتِ والرياضياتِ، مما يجعلُه أحدَ أهمِّ العلماءِ في تاريخِ الثورةِ العلميةِ.

إسحاق نيوتن (Isaac Newton) (1642–1727)

يُعَدُّ العالِمُ الإنجليزيُّ إسحاقُ نيوتنَ من أعظمِ علماءِ الفيزياء والرياضياتِ في التاريخِ، وأحدَ أبرزِ رموزِ الثورةِ العلميةِ.

ويُعتَبَرُ كتابُهُ الشهيرُ "**الأصولُ الرياضياتيةُ للفلسفةِ الطبيعيةِ**" الذي نُشِرَ لأولِ مرةٍ عامَ 1687 من أهمِّ مؤلفاتِ العلومِ الطبيعيةِ على الإطلاقِ، إذ وضعَ فيهِ الأسسَ الكبرى للميكانيكا الكلاسيكيةِ وصاغَ فيهِ قوانينَ الحركةِ الثلاثةَ وقانونَ الجذبِ العامَّ، التي غيَّرَتْ فَهْمَ الإنسانِ للكونِ، وأثبتتْ أنَّ حركةَ الأجسامِ الأرضيةِ وحركةَ الأجرامِ السماويةِ تخضعُ للمبادئِ نفسِها. ومن خلالِ قوانينِه استطاعَ أنْ يشتقَّ قوانينَ كِبْلَرَ لحركةِ الكواكبِ، مؤكِّداً صلاحيةَ نموذجِ مركزيةِ الشمسِ ومبدِّداً آخرَ الشكوكِ حولَهُ.

لمْ يقتصرْ إسهامُ نيوتنَ على الميكانيكا والجاذبيةِ؛ فقد كان رائداً في البصرياتِ، إذ وضعَ نظريةً عن الألوانِ بعدَ تحليلِه الضوءَ الأبيضَ بواسطةِ المنشورِ إلى ألوانِ الطيفِ المرئيِّ. كما صنعَ أولَ تلسكوبٍ عاكسٍ عمليٍّ باستخدامِ المرايا بدلاً من العدساتِ، وقدَّمَ إسهاماتٍ أخرى مثلَ صياغةِ قانونٍ عمليٍّ للتبريدِ، ودراسةِ سرعةِ الصوتِ. وإلى جانبَ ذلكَ، شاركَ مع الفيلسوفِ وعالِمِ الرياضياتِ الألمانيِّ غوتفريد لايبنتزَ في وضعِ أسسِ التفاضلِ والتكاملِ، ممَّا أرسى دعائمَ الرياضياتِ الحديثةِ.

علماءُ عصرِ النَّهضَةِ الأوربيةِ
(من اليمينِ إلى اليسارِ: نيوتِن، جاليليو، كِبلَر، بْراهي، كوبرنيكوس)

نستنتجُ ممَّا تقدَّمَ كيفَ خَطَا عِلمُ الفلكِ نقلةً نوعيةً وفارقةً خلالَ عصرِ النهضةِ الأوروبيةِ، متحرراً من قُيودِ التخميناتِ الفلسفيةِ والتأملاتِ النظريةِ المجرَّدةِ التي هَيمنتْ عليهِ لقرونٍ، ليتحوَّلَ إلى عِلمٍ تجريبيٍّ رصينٍ يستندُ إلى القياساتِ الرياضيةِ الصارمةِ والأرصادِ التلسكوبيةِ الدقيقةِ.

لم يكتَفِ هذا المخاضُ الفكريُّ، الذي قادَهُ روادٌ مثل كوبرنيكوس، وغاليليو، وكبلر، بالإطاحةِ بالنظرياتِ القديمةِ، مثل مركزيةِ الأرضِ فحسب، بل رَفَدَ الفِكرَ العلميَّ العالميَّ بمخزونٍ لا ينضبُ من المعارفِ الكونيةِ والقوانينِ الفيزيائيةِ التي ما زالتْ تُمثِّلُ الحجرَ الأساسَ حتى يومِنا هذا في حسابِ مساراتِ المركباتِ الفضائيةِ وإدارةِ عملياتِ الرصدِ في أرقى مراكزِ البحوثِ والدراساتِ الكونيةِ، كما سنرى في الفصلِ السادسِ والسابعِ من هذا الكتابِ.