الفصل

6

غاليليو في التاريخ

لطالما تنقلت أحوال علم الفيزياء في القرن السابع عشر، فقد كانت في بداية القرن بأيدي فلاسفة الجامعات، وباتت في نهايته مع تجارب المجتمعات العلمية. بينما كان علماء الرياضيات يهدون اكتشافاتهم للبلاط الراعي لهم. وكان لغاليليو دورا هاما في تلك الفترة الانتقالية. فقد أزاح علم الفيزياء من تحت وطأة التقاليد الميتة، بينما أخذ موضوع دراسة الحركة بعيدا عن أيدي الفلسفة ووضعها في مجال الرياضيات.

بدأ غاليليو حياته العملية من غير ضجة كعالم رياضيات منزوٍ في جامعة بيزا. نشر زميله الفيلسوف فرانشيسكو بيوناميتشي Fransesco Buonamici تحليلا حول كل الاحتمالات المنطقية لأسباب الحركة وذلك في مجلد

كبير لأكثر من 1000 صفحة. كان كتاب مع الحركة On Motion، والذي نشر عام 1591 هو المرجع الفيزيائي الأخير. بينما احتلت «الحركة» وعلى وجه المقارنة ما لا يزيد عن 130 صفحة في كتاب غاليليو العلمين الحديثين Two New Sciences وذلك عام 1638.

لم تكن مكانة غاليليو بالعالية في الجامعة لتسمح له بنقض الفلاسفة بنجاح. استخدم عام 1610 اكتشافاته المرصدية ليكون عضوا في بلاط كوزيمو الثاني في فلورنس. أطلق اسم عائلة المديسي على أقمار المشتري، وأهدى الكثير من كتبه لكبار الدوقة. فقد كان البلاط الأرستقراطي يقدر الروائيات أكثر مما تقدره الجامعات. فزين غاليليو البلاط التوسكاني وتلاه في منظرات علمية. ومع أن الأمراء لم ينمو تلك المنظرات، إلا أن أعضاء البلاط أمثال غاليليو كانوا ينتقون المواضيع التي تبهج أسيادهم.

أصبح بعدها أوربان الثامن Urban VIII سيدا لغاليليو، رفعه أولا ثم طرحه. حذرت تقلباته علماء آخرين من التقرب من الأسياد الأمراء. وتطور السعي نحو النجاح العلمي من إرضاء الأمراء إلى نتائج تجارب غير منتظمة.

أنشئت جمعيتان علميتان أساسيتان في القرن السابع عشر، فقد حصل مروجو التجارب الفلسفية الجديدة على مرسوم من الملك تشارلز الثاني Charles II للجمعية الملكية في لندن Royal Society of London. ومع أنهم

قبلوا نبلاء غير علميين كأعضاء فيها، إلا أن العلماء كانوا يرون أنفسهم كأعضاء فيها أكثر منهم كعلماء للسادة النبلاء. وكان غالبية هؤلاء العلماء من الهواة الفيزيائيين. وكانوا ينشرون ما يرونه حقائق علمية حسب تجاربهم العلمية في نشرة دورية اسمها المعاملات الفلسفية للجمعية العلمية Philosophical Transactions of the Royal Society والتي بدأت بالظهور مع بداية عام 1664. وحلت تلك النشرات تدريجيا مكان الرسائل الخاصة كطريقة أساسية لإعلان المكتشفات العلمية الحديثة.

أما في فرنسا، فقد موَّل لويس السادس عشر Louis XIV أكاديمية العلوم Academy of Sciences بأن تبنى معاشات 15 عضوا فيها. ومع أن الحكومة الفرنسية كانت تأخذ رأي هؤلاء الأكاديميين بين الحين والآخر، إلا أنهم اعتبروا أنفسهم ككيان له قوانينه الخاصة. وكانوا ينشرون اكتشافاتهم العلمية في منشورات دورية كذلك.

فتحول التركيز في القرن السابع عشر على العلوم من التقاليد الجامعية إلى الرعاية الملكية ومن ثم إلى جمعيات علمية مستقلة. كان غاليليو حلقة رئيسة باعتباره عالم رياضيات وفيلسوف تابع للبلاط.

تسارعت خطى البحوث العلمية حتى إبان أيام غاليليو، وكان ليوهانيس كيبلر Johannes Kepler الكثير في هذا المجال. وقد عمل كيبلر معظم حياته للإمبراطور الروماني في براغ، فكان كغاليليو، عالم رياضيات تابع للبلاط.

كان أكبر إنجاز حققه كيبلر في تحديد مدار كوكب المريخ بدقة. اتبع فيه نظام كوبرنيكوس للكواكب، فوجد أن مدار المريخ بيضاويا، وتكون فيه الشمس على أحد أطراف الشكل البيضاوي، وسمّى كتابه هذا عن مدار المريخ باسم علم الأرصاد الجديد The New Astronomy أو الفيزياء الفلكية Celestial Physics، بيد أن الفيزياء التي استخدمها هي أقرب لأريستوتل منها لغاليليو. وعلى كل حال فإن اهتمام كيبلر بأسباب حركة الكواكب سببت ابتداء نموذجاً ظهر ونضج في أعمال إسحاق نيوتن Isaac Newton.

وكما أن كيبلر لم يعر انتباهه لفيزياء غاليليو، فكذلك غاليليو لم يعر انتباهه لأرصاد كيبلر. فمع صداقتهما وإعجابهما ببعض، إلا أنهما كانا من طينتين مختلفتين. كانت فلسفة كيبلر تدور حول تجانس عالمي في السماء، بينما ركز غاليليو على قوانين محددة عن الحركة في الأرض، لكنهما اتفقا على رفض أفكار أريستوتل حول التمييز المطلق ما بين الأرض والسماء.

ترجمت منشورة غاليليو مناظرة Dialogue عام 1635 إلى اللاتينية ونشرت بكميات كبيرة. ووصلت ثلاثمئة نسخة منها لباريس من مطبعة في ستراسبورغ Strasbourg، وقرأها مجموعة من علماء الرياضيات في باريس باهتمام شديد. وكان يتوسط تلك المجموعة راهب كاثوليكي اسمه ماران ميرسين Marin Mersenne، ويدعى أحيانا

بمركز بريد أوروبة العلمي. كتب ميرسين رسائل عدة، وطرح أسئلة كثيرة وبحث النتائج مع كثير ممن كان يراسلهم.

أعجب ميرسين بأعمال غاليليو كثيرا، فأمر بطبع رسالة غاليليو الأولى حول الميكانيكا لأول مرة عام 1634 - بترجمة فرنسية. وفي نفس العام، لخص ميرسين في كتاب آخر أول يومين من أيام مناظرة غاليليو. لم تمتد الذراع الطويلة لتصل باريس.

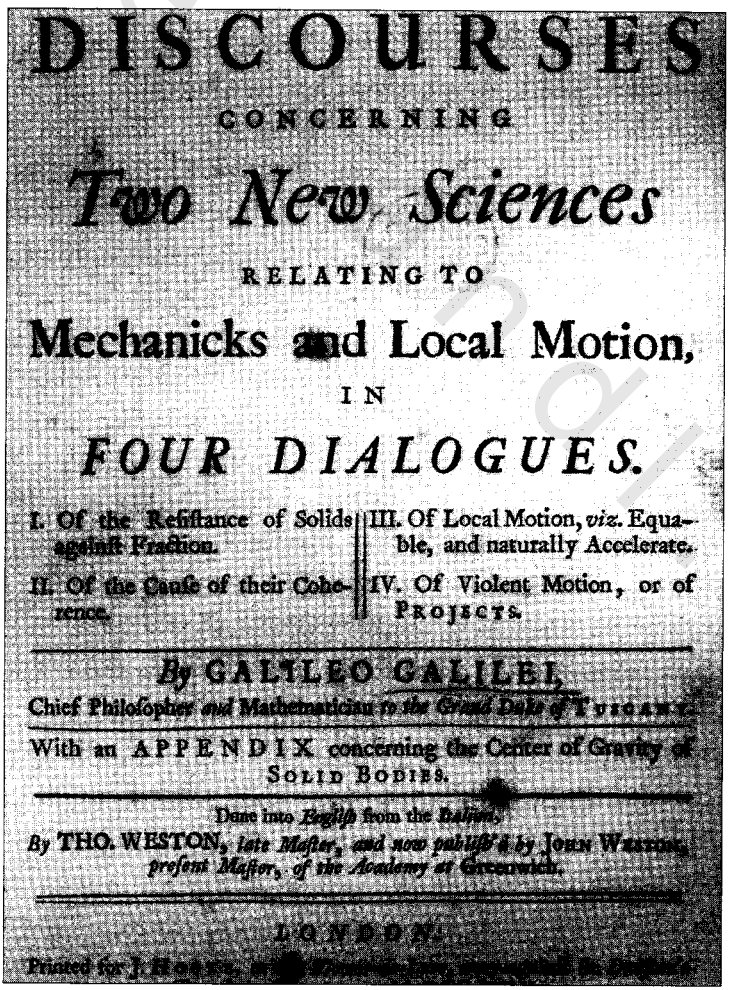
اطلع ميرسين على مخطوطة غاليليو العلوم الحديثة في أواخر أيام خريف عام 1636 ونشر ملخصا موجزا لها بعد عدة شهور، أي قبل سنة من صدور كتاب غاليليو. ثم نشر ميرسين في شهر أيلول (سبتمبر) من عام 1638، كتيبا أوجز فيه كامل كتاب العلوم الحديثة، فبهذا ساعد ميرسين على نشر أفكار غاليليو في أوروبة.

كان ريني ديسكارت Rene Descartes من أهم مراسلي ميرسين. يعرف اليوم ديسكارت بأعماله الرياضية والفلسفية. وقد خالف غاليليو بأن تبنّى علم الجبر وطوّره باستحداث الهندسة التحليلية. وقد أخرج هذا الأسلوب الرياضي غاليليو من دائرة العلماء.

كان ديسكارت ينتقد أريستوتل كثيرا مثلما كان غاليليو ينتقده، وقد أصدر عملا فلسفيا ليحل محل أريستوتل، والذي استخدم كثيرا في فرنسا وإنجلترا لما يقارب قرنا من الزمان. كان ديسكارت مبدعا ولكن من نمط غير ما

كان عليه غاليليو، إذ حاول أريستوتل أن يأتي بفلسفة تفسر كل شيء. أثَّر عمله، وبعد وفاة غاليليو، على كل من ولد بعد عام 1600 لاثنين أو ثلاثة أجيال بعده. استقر معظم ورثة علمه في شمال غرب أوروبة.

تحولت القوة الاقتصادية أثناء القرن السادس عشر من البحر المتوسط إلى شواطئ الأطلنطي، فغزتها الدول


DISCOURSES
CONCERNING
Two New Sciences
RELATING TO
Mechanicks and Local Motion,
IN
FOUR DIALOGUES.
I. Of the Reſiſtance of Solids againſt Fraction.
II. Of the Cauſe of their Coherence.
III. Of Local Motion, viz. Equable, and naturally Accelerate.
IV. Of Violent Motion, or of Projects.
By GALILEO GALILEI,
Chief Philoſopher and Mathematician to the Grand Duke of Tuscany.
With an APPENDIX concerning the Center of Gravity of Solid Bodies.
Done into English from the Italian.
By THO. WESTON, late Maſter, and now publiſh'd by JOHN WARNER, preſent Maſter, of the Academy at Greenwich.
LONDON:
Printed for J. Hooke

الصفحة الأولى لترجمة إنجليزية صدرت عام 1730 لكتاب العالمان الجديدان Two New Sciences. كانت أفكار غاليليو قد انتشرت في أنحاء أوروبة في ذلك الحين.

المستعمرة لغناها بالذهب والتوابل والفراء. كان لأسبانيا فترة بسيطة من الهيمنة إلا أنها سرعان ما تراجعت لتعطي المجال لدول مثل فرنسا وإنجلترا وهولندا للتصدر والريادة. ساهمت تلك القوى الاقتصادية الجديدة في خلق جو في تلك الدول مشجعة الابتكارات سواء كانت علمية أو خلافه.

كما كان لاتهام غاليليو عام 1633 أثرا على الحركة العلمية في إيطاليا، فقد قيَّد حكم الكنيسة العلماء وأجبرهم على الطاعة. ومع كون فرنسا دولة كاثوليكية إلا أن الفرنسيين بدوا وكأن لهم كنيستهم الخاصة بهم، بينما كانت إنجلترا وهولندا دولتان بروتستانتيتان.

تأثر الهولندي كريستيان هيغنز بميرسين، ودرس حركة الأجسام واستخدم أساليب الجبر ليصل لمعادلة صحيحة ومتكاملة عن حركة البندول. كما بنى هيجنز مراصد معدلة استطاعت رصد حلقات المريخ التي فشلت بها مراصد غاليليو. أصبح هيجنز بعد عام 1666 عضوا أساسيا في الأكاديمية الفرنسية للعلوم French Academy of Sciences.

كان اسحاق نيوتن دون منازع نجم علماء القرن السابع عشر. ولد نيوتن في الريف الإنجليزي عام 1643، والتحق بجامعة كامبريدج Cambridge University في الستينيات من ذاك القرن. انغمس فور اكتشافه للرياضيات في تطوير منهج ديسكارت للهندسة التحليلية. وقرأ كذلك منشورة غاليليو المناظرة بالإنجليزية.

بدأ نيوتن بإيجاد طرقا لشرح الكميات المتغايرة وذلك باستخدام سبل الهندسة لديسكارت. وبات في عام 1665 يطوِّر رياضيات التفاضل والتكامل ذات القواعد لتفسير نسب التغيير في الكميات. وطبق نيوتن عام 1666 هذه الأسس في تسارع القمر نحو الأرض وكذلك في سقوط التفاحة على سطح الأرض. واعتقد عندئذ أن سبب هذا التسارع هو قوة منبعثة من الأرض. استنتج نيوتن أن تلك القوى تتضاءل مع بُعد المسافة، وأنها تتضاءل سلبا مع مربع المسافة. أي أن هذه القوة تكون بمقدار 1/25 فيما لو تضاعفت المسافة لـ 5 مرات، من علم الفلك، كان نيوتن يعلم أن بعد القمر عن الأرض تساوي تقريبا 60 مرة لقطر الأرض. لذا ونظريا تكون قوة تسارع من القمر 1/3600 من تلك للتفاحة. ولكن عندما طبَّق نيوتن الأرقام لديه بما في ذلك قيمة تسارع التفاحة التي استنتجها من المناظرة، وصل إلى نتيجة 1/4300. فوضع تلك النتيجة على جنب إذ أنها بعيدة جدا من توقعاته النظرية. وصل بعد عشرين عاما وباستخدام بيانات أفضل إلى رقم 1/3600.

كما توصل نيوتن وفي ذات الحقبة لقاعدة البندول، مستقلا بذلك عن هيجنز. أصبح نيوتن عام 1669 أستاذ الرياضيات في جامعة كامبريدج وعمل خلال 15 عاما في مجالات البصريات والحركة. صمم أول لمرصد عاكس الذي سبب تطورات هائلة في المراقبة والمشاهدة مقارنة بمراصد غاليليو وهيجنز.

انتقل نيوتن من خلال دراسته للحركة إلى الحركة في الفضاء الخارجي. وطبق تطويراته الرياضية لقواعد غاليليو على مدارات كيبلر البيضاوية. وبقليل من التمعن وجد أن مدارات الكواكب والشمس البيضاوية تنتج عن قوى ما بينها وبين الشمس - مع تغاير القوى سلبا مع مربع المسافة ما بين الشمس والكوكب.

لو أن القوى ما بين الشمس والكوكب، وتلك ما بين التفاحة والأرض، لو أنها كانت تتبع نفس القاعدة، فهل يمكنهما أن يكونا ذات القوة نفسها؟ قرر نيوتن أنها كذلك، وجاء بفكرة قوة الجذب الكونية.

كان عمل نيوتن متمماً لغاليليو، فقد أوضحت أعمال نيوتن مثلا أن الشهب تتبع مسارات متطاولة وضيقة لأشكال إما أن تكون بيضاوية أو بمنحنيات منتظمة، ولا تخرج تلك المدارات في كلتي الحالتين عن قانونه لقوة الجذب بعكس المربع. كما أشار نيوتن أن ظاهرة المد والجزر في المحيطات تتبع ذات القوى، إذ تنتج عن تفاضل قوى الجذب من القمر والشمس على المياه من زوايا الأرض المختلفة. فلم تكن نظرية غاليليو عن هذا الموضوع صحيحة.

بيد أنه من الواضح أن أعمال غاليليو كوَّنت قاعدة مهمة لخلفائه، فقد تعدت أعماله للاكتشافات المرصدية إلى قياسات تجريبية في صميم الفيزياء. كما نقل بُعد نظر الفيزياء من عالم الفلسفة المتذبذب إلى علم حقيقي.

كان لاسم غاليليو صدى قويا على المشاعر الاجتماعية لمدة 350 عاما أخرى. لقد مثل غاليليو، وفي القرن الأول بعد وفاته، رمز الجهاد لتحرير العلم من قبضات الفلسفة والدين - ضد تقاليد أريستوتل واليسوعيين الكاثوليك.

بدأ ذلك بينما ما زال جسد غاليليو باردا في نعشه. اشتكى الشاعر الإنجليزي جون ميلتون John Milton من رقابة الحكومة، وكتب عام 1644 عن زياراته لدول أوروبية تعاني من طغيان الكنيسة. ذكر ميلتون في نشرته Areopagitica كيف «أنه لما زار إيطاليا وجد الشهير غاليليو هرما وسجينا للفكر الكنسي لأفكاره عن الفلك المخالفة لتلك عند الفرانسسكيين Franncisican والدومينيكيين Dominican».

جعل ميلتون من غاليليو رمزا لكل ضحايا الشرطة الفكرية الدينية لأنه أراد أن يجنّب الكتّاب الإنجليز من هذه المعاملة. استطاع ميلتون، في تلك الأثناء وإبان الحرب الأهلية في إنجلترا، أن يخفف من وطأة الرقابة الشديدة على الأفكار.

كما أقحم كثير من أدباء فرنسا اللامعين أمثال بليز باسكال Blaise Pascal وفولتير Voltaire، أقحموا اسم غاليليو في صراعهم للحرية من الدين والفكر. نشر باسكال حوالي عام 1650 رسالة مفتوحة وجهها لليسوعيين، كتب فيها:

لقد حصلتم دون جدوى على مرسوم من روما ضد غاليليو تهاجمون أفكاره حول حركة الأرض، فسيستغرق الأمر أكثر من ذلك بكثير لتثبتوا أن لا حركة لها. فلو وجد مشاهدات مستمرة تثبت دوران الأرض، لا يمكن إذن لكل سكان المعمورة مجتمعين أن يوقفوا هذه الحركة، أو أن يمنعوا أنفسهم من الدوران معها.

وكتب فولتير بعد مئة عام:

لما زعم أساقفة الكنيسة أن نظرية حركة الأرض كانت مجرد تفاهات واهية، ولما اضطر غاليليو العظيم، وهو بالسبعين من عمره أن يطلب العفو لإحقاق الحقيقة، بدا وكأن هناك أملا ضعيفا للحقيقة أن تلقى القبول على الأرض.

لقد حوَّر هؤلاء الثلاثة وضع غاليليو ليخدم مصالحهم. أظهرها ميلتون وكأنها قضية رقابة، بينما وجه باسكال اللوم لليسوعيين، وهو اتهام يحمل في طياته بعض الصحة. أما فولتير فقد بسّط الأمور لتبدو وكأن الجميع يعلم صحة قول غاليليو. لكن لم تظهر بعد وحتى عام 1633 أية أدلة على حركة الأرض. كان غاليليو على حق، لكن هذا ليس سبب إدانته، فقد أدين لعصيانه.

سادت الأفكار التقليدية في القرنين السابع والثامن عشر، ولم تحتاج الكنيسة لأي دفاع يذكر عن أفعالها إذ كانت قوتها هي المسيطرة. ولم يبدو الاهتمام بأحقية اتهامات الكنيسة وأفعالها في الأعوام ما بين 1616 و 1633 إلا بعد قبول الأفكار الجديدة وانتشارها.

كذلك فقد تطورت الكنيسة مع الزمن، فسمحت بنشر

المناظرة بعد 111 عاما من منعها من الصدور، لكنهم أضافوا ملاحظة في المقدمة أنه ينبغي التعامل مع حركة الأرض على أنها ما تزال نظرية غير مثبتة. ثم أجازت الكنيسة في العشرينيات من القرن التاسع عشر كتبا تتعامل مع حركة الأرض وكأنها حقيقة. كانت نسخة عام 1835 من فهرس الكتب الممنوعة Index of Prohibited Books أول نسخة منه لا تمنع كتب كوبرنيكوس وكيبلر وغاليليو.

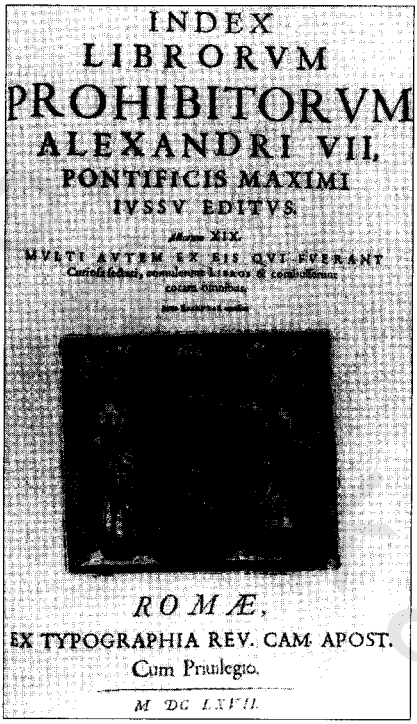
ما يزال صدى محاكمة غاليليو يصدع بآذاننا خلال القرون ليومنا هذا. وما يزال مؤازرو العلم يتهمون الكنيسة الكاثوليكية بارتكابها خطأً فادحا بإدانته. وترى الكنيسة أنها لا تعامل بعدالة لأفعال تمت منذ أمد بعيد.

قرر البابا جون بول الثاني Pope John Paul II عام 1979 تحري الأمر برمته وتسليط الضوء عليه لإزالة كل الشوائب، فصرح في خطابه بمؤتمر علمي أن كنيسته ترى الآن صحة مقولة غاليليو أن لا تعارض بين الدين والعلم في الحقائق. عيَّن البابا عام 1981 هيئة لتجديد موقف الكنيسة من غاليليو في يومنا هذا.

وبعد دراسات عديدة قدمت الهيئة تقريرها عما وجدته، وأفادت أن الحكم على غاليليو لم يكن نهائيا ويمكن تعديله. وفي ضوء المعلومات الجديدة، أعادت الكنيسة النظر في موقفها حول حركة الأرض عما كانت عليه في القرن التاسع عشر.

اعترفت الهيئة بخطأ الكنيسة في القرن السابع عشر بأن

أحالت الحقائق العلمية إلى أمور دينية، علما أنهم أقروا تصرف الكنيسة الصائب حيال ما كان يتوفر لهم من المعلومات ومقارنة بمستوى الحقائق المعروفة في ذاك الحين، إذ لم يكن لهم الخيار بعمل أي شيء خلافا لما أقروه حينئذ. وسبب حكمهم الخاطئ فرض معاناة كبيرة على غاليليو. أنهوا تقريرهم بأنه «يجب مواجهة هذه الأخطاء بصراحة».


INDEX
LIBRORVM
PROHIBITORVM
ALEXANDRI VII.
PONTIFICIS MAXIMI
IVSSV EDITVS.
MVLTI AVTEM EX EIS QVI FVERANT
ROMÆ,
EX TYPOGRAPHIA REV. CAM. APOST.
Cum Priuilegio.
M DC LXVII.

كانت كتب غاليليو ضمن لائحة الممنوعات للكنيسة الكاثوليكية حسب Index Liborum Prohibitorum (فهرس الكتب الممنوعة) وذلك لغاية عام 1835.