د. هشام غصيب

دراسات في تاريخيّة العلم

دار التنوير العلمي

دراسات في تاريخية العلم

509.019
هشا هشام غصيب
دراسات في تاريخية العلم/ هشام غصيب. عمّان: دار التنوير العلمي للنشر والتوزيع؛ بيروت: المؤسسة العربية للدراسات والنشر، 1993.
(116) صفحة.
ر.إ.: (1993/8/929)
1. العلوم البحتة – تاريخ أ. العنوان
(تمت الفهرسة بمعرفة المكتبة الوطنية)

رقم الإيداع لدى مديرية المكتبات والوثائق الوطنية: 1993/8/929.
رقم الإجازة المتسلسل: 1993/8/627.

الطبعة الأولى

1993

د. هشام غصيب

دراسات في تاريخيّة العلم

دار التنوير العلمي

المؤسسة العربية للدراسات والنشر

حقوق الطبع محفوظة

دار التنوير العلمي للنشر والتوزيع

ص. ب (4237) المحطة،
عمّان – 11131 – الأردن.
هاتف: 899619 (9626) ++
فاكس: 899619 (9626) ++

المؤسسة العربية للدراسات والنشر

المركز الرئيسي:
بيروت، ساقية الجزيرة، بناية برج الكارلتون، ص.ب: ٥٤٦٠-١١
العنوان البرقي: موكيالي، هـ ١/٨٧٩٠٠
تلكس: LE/DIRKAY ٤٠٠٦٧

التوزيع في الأردن:
دار الفارس للنشر والتوزيع: عمّان
ص.ب: ٩١٥٧، هاتف: ٦٥٤٣٢

المحتويات

أهداف الكتاب 9

□ (1) مقومات الإبداع العلمي 11

معنى الإبداع العلمي 13

يوهانس كبلر 14

ماكس بلانك 17

الأساس الاجتماعي التاريخي للإبداع العلمي 18

محددات الإبداع العلمي 21

الإبداع العلمي في الحضارتين الإغريقية والرومانية 22

الإبداع العلمي في الحضارة الأوروبية الحديثة 24

الإبداع العلمي في الوطن العربي 25

□ (2) تاريخية الفكر العلمي 29

الفكر العلمي 31

أبعاد الممارسة العلمية ومحدداتها 32

تطور الفكر العلمي 37

نسق تطور الفكر العلمي 39

العلم والفكر 40
الثورات العلمية 43
□ (3) المغزى التاريخي للثورة العلمية الكبرى 45
قطبا العلم 48
بليز باسكال 49
لانهايتا باسكال 49
المنطويات العلمية لمحنة باسكال 54
جذور الفلسفة الطبيعية والمشروع الأفلاطوني 56
المشروع الأفلاطوني لوصف الأجرام السماوية وحركاتها 61
يودكسوس وكاليبوس وهيراقليدس 63
نظام أرسطو 65
كروية الأرض 66
قياس أرسطو 68
قياس إراتستنيس 69
قياس البيروني 71
مركزية الأرض 72
لاتجانس الكون 72
استحالة الخلاء 74

كروية الكون 75
المحرك غير المتحرك 76
ابولونيوس وهيباركوس 78
كلوديوس بطلميوس 78
تعليقات حول نظام بطلميوس 82
علم الهيئة العربي 84
كوزمولوجيا الفارابي 86
الطريق إلى كوبرنيكوس 87
المغزى الاجتماعي الفكري للثورة العلمية الكبرى 88
□ **(4) الكون المتسع: مقدمة في الكوزمولوجي** 93
اللانهاية 95
موضوع الكوزمولوجي 96
اللحظات الحاسمة في تاريخ الكوزمولوجي 98
الظاهرات الكونية 101
معضلة أولبرز 103
المراجع الرئيسية 109

أهداف الكتاب

وضعت هذه الدراسات في صورة محاضرات توخياً لتحقيق الأهداف الآتية:

(أ) التعريف بالعلم بوصفه ظاهرة حضارية تاريخية، أي بوصفه إنتاجاً اجتماعياً ثقافياً يتطور تاريخياً.

(ب) التعريف بتاريخية العلم من حيث ارهاصاته ونشأته وتطوره وانعكاساتها على طبيعة المعرفة والحقيقة العلمية.

(ج) التعريف بالشروط الاجتماعية التاريخية لنشوء العلم وتطوره.

(د) التعريف بالعلم بوصفه ثورة فكرية ثقافية، أي بالأثر الثوري الذي تركه ويتركه العلم على وعي الأفراد والجماعات البشرية وامكانات نمو قوى الإنتاج.

(هـ) إلقاء الضوء على اللحظات الحاسمة في تاريخ علوم الطبيعة، ومن ثم اعطاء فكرة عامة عن نسق تطور هذه العلوم وخط تطورها الرئيسي.

(و) تعميق الوعي بأهمية العلم في حياتنا، وتعميق إدراك البعد التاريخي للعقل البشري وخصوصية الحضارة الحديثة، وزعزعة التصورات القبْلية التي تعوق انخراطنا في العصر الحديث.

(1)

مقومات الإبداع العلمي

معنى الإبداع العلمي

ماذا نعني بالإبداع؟ إننا نعني إنتاج (أو اكتشاف) الجديد، أي تخطي المألوف السائد. لكن، هل كل جديد يعد ابداعاً؟ ينبغي أن نفرق بين الإبداع والبدع.

هناك شرطان لكون الجديد ابداعاً علمياً: (أ) أن يكون الجديد معرفة جديدة أو أن يصب في معرفة جديدة؛ (ب) أن لا يكتفي بتخطي المألوف، وإنما أن يغير المألوف في اتجاه توسيعه وانضاج عناصره وحل مشكلاته وتناقضاته وتغيير بناه.

مقومات العقلية الإبداعية (الشروط الإدراكية العامة للمبدع)

(أ) الارتكاز إلى سلطة العقل العلمي في بعديه المنطقي والتجريبي في

الحكم على المألوف، لا إلى سلطة السلف وبديهية المألوف (نبذ التعصب والالتزام بالتعددية).

(ب) توافر حد أدنى من روح التحدي التي تسعى دوماً إلى اختبار المألوف والتساؤل بصدده ونقده نقداً موضوعياً يأبى الانصياع إلى الأحكام غير المدروسة وغير المختبرة.

(ج) إدراك مادية موضوع الإبداع إدراكاً منهجياً، أي إدراك:(i) استقلالية الموضوع عن أي ذات أو منطق بحت؛ (ii) أن هناك قوانين موضوعية تحكم أحداثه وتطوره؛ (iii) أن ظاهره ليس مماثلاً لباطنه.

(د) الإلمام العميق بما تم إنتاجه من معرفة بصدد الموضوع، أي الإلمام العميق بالموضوع من حيث واقعه وتراثه وجذور هذا التراث، والانخراط في العشيرة العلمية السائدة.

(هـ) الالتزام الوجداني العميق بقضايا المعرفة.

(و) استملاك أدوات استنطاق الموضوع وأدوات إنتاج المعرفة به، النظرية والعملية.

ولنر كيف تتبدى هذه الشروط في عملاقين من عمالقة العلم الحديث: كپلر وبلانك.

يوهانس كپلر (1571- 1630م)

– مكتشف القوانين الثلاثة التي تحمل اسمه، والتي تصف حركات الكواكب حول الشمس وعلاقاتها ببعضها [(1) أن مدارات الكواكب حول الشمس إهليلجية، (2) أن الكوكب يمسح مساحات متساوية في

أزمان متساوية، (3) أن مربع الزمن الدوري للكوكب يتناسب طردياً مع مكعب متوسط بعده عن الشمس]. كما كان له أثر كبير في نشوء علم الضوء الحديث.

– كان ملماً بأحدث الرصدات الفلكية في عصره، وكان على اتصال مع اثنين من أشهر الراصدين آنذاك: ميستلن وتيكو براهه.

– كان ملماً إلماماً عميقاً بالنظريات الفلكية السائدة في عصره، وبخاصة: نظرية بطلميوس، ونظرية كوپرنيكوس، ونظرية تيكو.

– كان ملتزماً التزاماً يكاد يكون عاطفياً وجمالياً بنظرية كوپرنيكوس.

– كان على اتصال وثيق مع جهابذة عصره من الفلكيين، وفي مقدمتهم: غاليليو وتيكو وميستلن.

– كان ممتلكاً لأدوات البحث الرئيسية السائدة في عصره، وفي مقدمتها: الأساليب الرياضية المتنوعة والنماذج الميتافيزيقية الإغريقية المتنوعة. إذ كان كبير رياضيي الإمبراطورية الرومانية المقدسة Imperial Mathematicus.

– لم يكن سجين الآيديولوجيات الدينية السائدة، بمعنى أن تفكيره لم يكن محكوماً للمعتقدات المؤسسية (الرسمية) السائدة، وإنما كان يتمتع باستقلالية ذاتية كبيرة وبتوتر شديد كان يدفعه باستمرار إلى البحث والاختبار. فمع أنّه كان محسوباً على الكنيسة البروتستانتية الألمانية، إلا أنّه كان على علاقة جيدة مع الكنيسة الكاثوليكية وكان يعارض كنيسته في كثير من الآراء والتفسيرات.

– تصوره للذات الإلهية مثلاً كان يختلف عن التصورات الدينية الشائعة وكان أقرب إلى التصورات الأفلاطونية والفيثاغورية (الإغريقية). لقد تصور الله على أنّه رياضي متفوق خلق الكون وفق أنموذج رياضي وعلى أساس الأنساق الهندسية.

– لكنه لم يتعصب تعصباً مطلقاً لأي أفكار مسبقة، مهماً كانت تستهويه، فقد كان ملتزماً بحرية الفكر والتعددية الفكرية. فإلى جانب نزعاته الأفلاطونية والفيثاغورية القوية، كان يملك نزعة مادية إمبريقية قوية شكلت في تزاوجها مع النزعة الفيثاغورية العصب الرئيسي في إبداعه العلمي والدافع الرئيسي له.

– لولا النزعة المادية الإمبريقية لاكتفى بما أبدعه من نماذج أفلاطونية جميلة، ولولا نزعته الفيثاغورية لاكتفى بالرصدات التقريبية ومطابقة هذه على النماذج الفلكية السائدة في عصره.

– تزاوج النزعتين دفعه إلى البحث عن أنساق رياضية عامة في أدق الرصدات المتوافرة في عصره، ومن ثم اكتشاف قوانينه الثلاثة الشهيرة.

– هذه النزعات والالتزامات دفعته أيضاً إلى التمرد على أكثر التحيزات الميتافيزيقية رسوخاً، وهو التحيز المتمثل في اعتبار الحركة الدائرية المنتظمة ضرورة فلسفية للأجرام السماوية. لقد نبذ هذا التحيز وقاده ذلك إلى اكتشاف القوانين السليمة لحركات الأجرام السماوية، ومن ثم إلى إحداث الثورة الفلكية الكبرى.

– عناصر الإبداع العلمي كلها تتجلى بوضوح في عمل كبلر.

ماكس بلانك (1858- 1947م)

– صاحب نظرية الكنتم Quantum Theory، التي أحدثت شرخاً في البناء النظري الكلاسيكي المقام على قاعدة ميكانيكا نيوتن، شرخاً أدى إلى ثورة عارمة في الفيزياء.

– عندما وضع بلانك نظريته الجديدة الثورية كان يعد قطباً من أقطاب العلم الكلاسيكي في عصره في العالم كله.

– لم يكن بلانك غاوي ثورات ولم يكن متمرداً في طبعه، وإنما كان ذا مزاج محافظ.

– كان ملماً إلماماً عميقاً بالنظرية الكلاسيكية، وبفضل ذلك كان يكن احتراماً كبيراً لهذه النظرية. إذ كان مدركاً للنجاحات الكبرى التي أحرزتها هذه النظرية وللإمكانات الكبيرة التي كانت تحتويها في باطنها ولتناسقها المنطقي البديع، برغم بعض الثغرات والشروخ فيها هنا وهناك.

– كانت النظرية الكلاسيكية تتألف رقنها من ثلاثة مكونات رئيسية هي: الميكانيكا، والثيرموديناميكا، والكهرمغناطيسية، وكانت المحاولات جارية للتوفيق بينها توفيقاً كاملاً وسد بعض الثغرات التي ظهرت في محاولة تطبيقها على بعضها.

– حاول بلانك أن يطور الثيرموديناميكا بما يؤهله لتطبيقها على الكهرمغناطيسية، وبصورة خاصة فقد عني بثيرموديناميكا الأطياف الضوئية المنبعثة من المواد الصلبة.

– قادت المحاولات المتكررة آنذاك لتطبيق الثيرموديناميكا الكلاسيكية

على الكهرمغناطيسية إلى مشكلات نظرية عويصة عرفت بالكارثة فوق البنفسجية.

– كان بلانك متمكناً بصورة استثنائية من أساليب النظرية الكلاسيكية وأفانينها الرياضية والفكرية.

– قاده إلمامه العميق بهذه النظرية إلى إدراك أن حل الكارثة فوق البنفسجية لا يمكن أن يتم ضمن إطار النظرية الكلاسيكية. ولولا هذا الإلمام والتزامه بهذه النظرية لما أدرك ذلك.

– لكنه كان ملتزماً أيضاً بالروح العلمي النقدي الذي يرفض سلطة السلف وأي شكل من أشكال التقديس، والذي يسعى باستمرار إلى اختبار الأفكار.

– قاده ذلك كله إلى وضع الفرضية الكنتمية التي قالت بأن الضوء يتم امتصاصه وبثه من الذرات على صورة كنتمات Quanta أو حزم غير متصلة، وهي فكرة ثورية تناقض النظرية الكلاسيكية في الصميم. وأدت هذه الفكرة في الربع الأول من القرن العشرين إلى تقويض أركان الصرح الكلاسيكي برمته.

الأساس الاجتماعي التاريخي للإبداع العلمي

إنّ مثال كپلر بالذات يبرز بشكل واضح بعض الشروط الاجتماعية التاريخية الأساسية للإبداع العلمي.

صحيح أن الإبداع العلمي هو فردي في مظهره، إلا أنّه يستلزم توافر شروط اجتماعية حضارية معينة، كما إنه يعبر عن قوى ورؤى اجتماعية

معينة، ويتم عبر شبكة كثيفة من العلاقات والمؤسسات الاجتماعية التي لها تجلياتها وتعبيراتها العديدة، ومنها الإبداع العلمي.

في حال مثال كپلر، فإنّ هذه الشروط هي:

(أ) وجود جماعة علمية فعالة (أو أنماط معينة من المثقفين) كان يسودها حد أدنى من التجانس الثقافي واللغة المشتركة والتراث المشترك والهواجس والرؤى المشتركة، وتمتد في عملها عبر مجموعة من المؤسسات كالجامعات والمراصد المدعومة من الدولة ومن طبقات رئيسية في المجتمع (كالصناع والتجار).

(ب) كان تحت تصرف كپلر تراث عالمي من الفكر والمعرفة زاخر بالأدوات الفكرية والرياضية والرصدية المتطورة التي ساهمت شعوب وحضارات عديدة في صنعها، وفي مقدمتها الإغريق والعرب. وقد استوعبت أوروبا هذا التراث بفضل انفتاحها المنظم على العالم وسيطرتها المتعاظمة على خطوط التجارة العالمية، وهذا بدوره عبر عن تعاظم قوة البرجوازية الأوروبية وتزايد حاجاتها. وقد مكنت استقلالية هذه الطبقات الصاعدة بالإضافة إلى الثورة التجارية في أوروبا، مكنت المجتمعات الأوروبية من بناء الأطر والمؤسسات القادرة على استيعاب فيض المعرفة المتدفق إليها وعلى هضمه وإعادة انتاجه.

(ج) كان كپلر تعبيراً عن روح الحرية والتحدي الوثاب والرغبة الجامحة في الاستكشاف التي اتسمت بها الطبقات الصاعدة في أوروبا آنذاك، تلك الروح الدافقة التي تبدت علمياً في ما أبداه كوبرنيكوس من مثابرة عنيدة في بناء أنموذج رياضي مفصل للكون معارض في جوهره للميكانيكا الأرسطية السائدة في عصره، وفي إقدام برونو على بناء تصور لانهائي

للكون على أساس المادية الذرية، وفي إقدام غاليليو على استعمال التلسكوب في سبر أغوار الكون لأول مرة في التاريخ أداة لهدم التصور الأرسطي البطلمي للكون إلى غير رجعة، وفي النقد الشامل الذي وجهه فرانسيس بيكون إلى كل وجه من وجوه الفكر القديم، وفي مقدمته المنطق الأرسطي، وفي شروع ديكارت في تفسير كل مظهر من مظاهر العالم المادي بدلالة حركات الدقائق الذرية وتصادماتها، وفي شروع هوبز في تفسير كل مظهر من مظاهر العالم الإنساني بدلالة هذه الحركات.

الخلاصة (1): إن الثورة التجارية والصعود السريع والمطرد للبرجوازية الأوروبية الطامحة للسيطرة عالمياً شكلا الأرضية الضرورية لإبداع كبلر العلمي، وإبداع غيره من علماء عصره.

الخلاصة (2): إن مسألة الإبداع العلمي ليست مسألة عبقريات فردية تقع خارج إطار التفسير العقلاني، ولا هي مسألة وحي يهبط على المبدعين من عبقر أو من عالم مثالي يقع خارج إطاري المكان والزمان، وإنما هي مسألة سيرورة مادية اجتماعية تنبع من شروط مادية حضارية تاريخية.

محددات الإبداع العلمي

ما السر في ولادة العلم الحديث في مطلع الحقبة الحديثة؟ لماذا اتخذت الفلسفة الطبيعية الشكل الذي اتخذته في الحضارات القديمة؟ لماذا كانت الفلسفة الطبيعية تزدهر في بعض الفترات وتضمر في الأخرى؟ لماذا تختلف الفلسفة الطبيعية في الشكل والمضمون والوتيرة من حضارة إلى أخرى؟

في ضوء تحليلنا لكبلر ولغيره من منتجي العلم في الحضارات المختلفة، وفي ضوء اكتشافنا العلاقة التي تربط الإبداع العلمي مع طبيعة القوى الاجتماعية السائدة والصاعدة وحاجاتها وقدراتها، فإنه يمكن وضع المحددات الآتية لعملية الإبداع العلمي (المحددات التي تحدد وجود الإبداع العلمي وازدهاره وتطوره)، وهي محددات مترابطة عضوياً مع بعضها:

(1) نمط الإنتاج السائد، أي الكيفية التي يتم بها تنظيم العمل من أجل إنتاج الأساسيات المادية للحياة الاجتماعية وتبادلها وتصريف الفائض. أما البنى الأساسية التي يتشكل منها نمط الإنتاج فهي علاقات الإنتاج (بين المنتجين ومنظمي الإنتاج والمعتاشين على إنتاج غيرهم)، أي علاقات الملكية من جهة، وقوى الإنتاج، أي الفاعليات المنتجة، من جهة أخرى.

(2) طبيعة القوى الاجتماعية الرئيسية السائدة من حيث أنماط وعيها ومبدأ وجودها وآفاقها وطموحاتها وقدراتها وحاجاتها التاريخية.

(3) علاقات القوة السائدة في المجتمع ودرجة نضج التشكيلة الاجتماعية المعنية.

(4) التركيبة السياسية وبنية اتخاذ القرار فيها.

(5) طبيعة الآيديولوجيات السائدة في المجتمع، ومن ثم الطرائق التي يتم بها توجيه الإعلام والتربية والتعليم والثقافة في المجتمع.

(6) وضع المجتمع المعني في النظام العالمي لتقسيم العمل، أي علاقة هذا المجتمع مع محيطه الاجتماعي.

الإبداع العلمي في الحضارتين الإغريقية والرومانية

مميزات الحضارة الإغريقية

– شهدت هذه الحضارة الثورتين الفلسفية والهندسية، أي مولد الفلسفة والهندسة الرياضية، على يدي طاليس.

– شهدت أول نظام ديمقراطي مديني في التاريخ.

– لكنها عجزت عن: (أ) تحقيق الثورة العلمية، أي اتباع المنهجية العلمية التجريبية في دراسة الطبيعة؛ (ب) عن بناء قاعدة تكنولوجية متطورة ونامية.

– يكمن سر ذلك في نمط الإنتاج المسيطر في الحضارة الإغريقية، وهو نمط الإنتاج العبودي.

– يتميز هذا النمط في أن العبد فيه هو أداة الإنتاج الرئيسية.

– نتائج هذا الوضع: (أ) تدني الإنتاجية لانعدام الحقوق والمسؤولية، (ب) غياب الحافز لتطوير أدوات الإنتاج، (ج) كون الغزو والعدوان هو الآلية الأساسية لإنتاج الأداة الرئيسية للإنتاج، ومن ثم ازدهار التكنولوجيا العسكرية على حساب التكنولوجيا الإنتاجية، (د) تدني التكنولوجيا بصورة

عامة، (هـ) الإعلاء من قيمة النشاطات الذهنية النظرية على حساب العمل اليدوي والتقاني، بل وتجريد هذا الأخير من كل قيمة اجتماعية (وهذا هو أحد الأسباب الرئيسية لازدهار الفلسفة من دون العلم)، (و) الطابع الترفي لتصريف الفائض الاقتصادي.

– هذا يفسر غياب المؤسسات العلمية الفعالة، لكنه لا يفسر تميز أيونيا وأثينا عن غيرها من المناطق الإغريقية والرومانية في مجالي الفلسفة والرياضيات.

– الذي يفسر ذلك هو تفوق أيونيا وأثينا على صعيدي التجارة العالمية والسياسية. فقد كانتا مركزين عالميين رئيسيين للتجارة بحكم موقعهما الجغرافي وتطورهما التاريخي، الأمر الذي أدى إلى نشوء طبقات تجارية فعالة فيهما وإلى تكون فائض اقتصادي كبير نسبياً. كذلك، فقد ساد فيهما (في أثينا بخاصة) جو ديموقراطي أصيل عكس توازناً معينا بين الطبقات الحرة، الأمر الذي لم يتحقق في المدن الإغريقية الأخرى. فكان أن ساد جو من الحرية الفكرية والتنافس الفكري شكل أساساً للثورة الفلسفية الإغريقية.

– كانت هزيمة أثينا الديموقراطية على يدي إسبرطا الأوليغارشية إيذاناً بانحسار الإبداع الفلسفي في بلاد اليونان.

– في روما أدت السيطرة المحكمة لطبقة الملاك الكبار والفصل المطلق بين العمل والملكية إلى جمود الفكر في شتى أشكاله وتدهوره الفظيع.

– في الإسكندرية، أدى ارتكاز الطبقة الحاكمة الإغريقية إلى المجتمع المصري القديم العريق والغني بتكنولوجيته وزراعته المتطورة نسبياً إلى ازدهار جزئي للعلوم الرصدية.

الإبداع العلمي في الحضارة الأوروبية الحديثة

– النمط السائد في هذه الحضارة هو نمط الإنتاج الرأسمالي.

– شهد في مطلعه الثورة العلمية الكبرى، التي تم بموجبها مولد المنهجية العلمية في حقل الطبيعة، وتطور العلم بتطوره.

– أساس هذا النمط هو تجريد المنتج من وسائل الإنتاج كلها وتركيز هذه الوسائل في أيدي أقلية من البشر على صورة ملكية خاصة أو شبه خاصة. وتكون النواتج النهائية في هذا النمط هي السلع التي يتم إنتاجها وتبادلها من أجل تحقيق الأرباح وتراكم الرأسمال. من ثم فإن هذا النمط يفترض تمركز رؤوس الأموال في أيدي أقلية في المجتمع من جهة ووجود عمالة حرة (أي غير مملوكة سوى من صاحبها) من جهة أخرى.

– إنّ الطبيعة التنافسية لهذا النمط وسعيه إلى زيادة ربحية رأس المال يحتمان عليه أن يسعى إلى زيادة إنتاجية ساعة العمل بتطوير أساليب تنظيم العمل وأدوات الإنتاج. وبغير ذلك فإنّه ينهار ويندثر.

– بذلك، فإنّ التطور السريع والمستمر للتكنولوجيا هو شرط أساسي من شروط استمرار هذا النمط. لكن مثل هذا التطور يستلزم تطوراً بوتيرة أسرع في إنتاج المعرفة. ومن هنا جاءت ضرورة العلم لهذا النمط، ولهذا السبب تم مولد العلم على صورة تيار اجتماعي كاسح في مطلع الحقبة الرأسمالية من تاريخ البشرية، وشهدت هذه الحقبة أسرع وتيرة لتطور المعرفة في التاريخ.

– كذلك، يمتاز هذا النمط في أن الفائض الاقتصادي لا يبدد ولا يهدر جله في الاستهلاك المباشر لأعضاء الطبقات المالكة، وإنما يسخر بفضل

الطبيعة التنافسية المحمومة لهذا النمط في تجديد أدوات الإنتاج وشروطه وفي تنمية الإبداع ودفعه إلى الأمام.

– تنشأ التركيبتان السياسية والآيديولوجية بحيث تؤمن شروط مثل هذا النمو (مؤسسات البحث والتدريب) وتتحكم فيها وفيه.

– أخذ ينزع هذا النمط مؤخراً بفعل أزمته إلى نوع من الهدر المدمر للبيئة وإلى الإنتاج المتزايد لأدوات القتل والدمار.

الإبداع العلمي في الوطن العربي

– نمط الإنتاج السائد في الحضارة العربية الإسلامية هو الإقطاع الدولاني Statist Feudalism أو الآسيوي.

– أساس هذا النمط هو امتلاك طبقة تربطها عصبية معينة القوة العسكرية والآيديولوجية وتسخير هذه القوة في شفط الفائض الاقتصادي من المنتجين (الفلاحين بصورة أساسية) على قاعدة الدور الذي تؤديه هذه الطبقة في تنظيم الإنتاج الزراعي والحرفي وفي تأمين التجارة.

– مصادر الفائض: (1) الزراعة، (2) التجارة، (3) النهب المباشر عبر الغزو والعدوان.

– مراحل نمو هذا النمط: (1) مرحلة توحيد العرب حول الخلافة الإسلامية (الدولة الإسلامية)، (2) مرحلة الفتوحات (ومن ذلك نبع توكيد الأمويين للعصبية العربية)، (3) مرحلة الاستغلال المنظم.

– المرحلة الثالثة هي المرحلة التي شهدت تطور الفكر والمعرفة في الحضارة العربية الإسلامية. إذ إن تنظيم الزراعة والحرف والتجارة استلزم تطوير الممارسات العلمية العملية ضمن إطار الآيديولوجيا السائدة.

– غذى هذا التطور نشوء برجوازيات "وطنية" هنا وهناك. ولكن هذه البرجوازيات لم تصل إلى المستوى الذي يمكنها من الاستقلال والهيمنة. لذلك أخفق المجتمع العربي في تحقيق الرأسمالية والثورة العلمية، وإن كان قاب قوسين أو أدنى منهما.

– ساهم العرب مساهمة أساسية في تطوير المنهج التجريبي لأن الحرفي لم يكن منبوذاً عندهم كما كان عليه الحال في الحضارة الإغريقية. لكن الالتحام الجدلي بين التنظير والتجريب لم يتحقق في الحضارة العربية الإسلامية إلا فيما ندر (بصورة خاصة، الحسن بن الهيثم). وبتعبير آخر، فمع أن العرب ابتكروا كثيراً من عناصر المنهج التجريبي وطرائقه، إلا أن التجربة ظلت في واد والنظرية في واد آخر في أغلب الأحيان، حيث إن هدف التجربة والرصد لم يكن معرفياً نظرياً، وإنما كان عملياً نفعياً، كما إن ارتكاز النظرية إلى الميتافيزيقا المثالية حال دون علميتها، أي قابليتها لأن تترجم إلى إجراءات تجريبية.

– لذلك عجز التيار العلمي الذي تجسد في الحسن بن الهيثم عن كسر هيمنة الميتافيزيقا المثالية، ومن ثم عجزت حضارتنا عن تحقيق الثورة العلمية الكبرى، رغم أنّها كانت قاب قوسين أو أدنى من تحقيقها في وقت من الأوقات. والجدير بالذكر أن التيار العلمي في الحضارة العربية الإسلامية لم يصفّ بالقوة، وإنما ضمر وذبل حتى تلاشى وذلك بفعل عوامل تاريخية عديدة ومتشابكة. ومن ضمن هذه العوامل تصفية التيارات الفلسفية التي

كان من الممكن أن تشكل أرضية صالحة لنمو التيار العلمي، وفي مقدمتها الرشدية.

– أما نمط الإنتاج السائد في الوطن العربي اليوم، فهو الرأسمالية التابعة، التي تشكلت بفعل الغزو الاستعماري وتغلغل العلاقات الرأسمالية الوافدة من الخارج في المجتمع العربي. وهي لا تفهم إلا بعلاقتها مع النظام الرأسمالي العالمي، وبخاصة مع المراكز الرأسمالية. والمسألة الحاسمة هنا هي موقع المجتمع العربي في التقسيم العالمي للعمل.

– بعض خصائص الرأسمالية التابعة: (1) انعدام الترابط العضوي بين القطاعات الاقتصادية المختلفة، (2) شروط إعادة إنتاج القطاعات الرئيسية تقع خارج المجتمع المعني، (3) قوى الإنتاج تكون ملجومة في كثير من القطاعات، (4) الآيديولوجيا ما قبل الرأسمالية تظل تؤدي دوراً مهماً في حياة المجتمعات التابعة، (5) جزء كبير من الفائض الاقتصادي يحول إما للهدر على أيدي البرجوازيات التابعة وإما للنهب على أيدي المراكز الرأسمالية.

(2)

تاريخية الفكر العلمي

تحدثنا في الفصل الأول عن أسس تاريخية الفكر العلمي ومقوماتها. أما الآن فسنتحدث عن عناصر هذه التاريخية ومكوناتها.

الفكر العلمي

– العلم ليس مجموعة من الأجهزة والاختراعات العجيبة.

– إنه ليس مجرد مجموعة من الطلاسم المعطاة مسبقاً.

– إنه ليس مجموعة من المعلومات الثابتة والخالدة التي تتسرب من خارج المجتمع البشري إلى عقول النخبة.

– إنه ليس ممارسة ذهنية محضاً يمارسها نفر من الموهوبين والعباقرة في أبراجهم العاجية خارج إطار المؤسسات والتيارات الاجتماعية المتلاطمة.

– إنه فكر بشري، فكر ينتجه البشر.

– إنه إنتاج فكري اجتماعي له خصوصيته من حيث علاقته بكل من موضوعه والذات المنتجة له.

– إنّ إمكانيته مكتوبة في بنية الدماغ البشري.

– من ثم، فهو ليس حكراً على عرق بعينه. فجميع الأعراق ساهمت في بنائه، وإن كانت الثورة العلمية الكبرى قد اندلعت في أوروبا الغربية.

– إنّ العلم هو سيرورة اجتماعية معقدة تستلزم توافر جملة من الظروف المادية والاجتماعية المتطورة.

– إنّه ممارسة اجتماعية مؤسسية متطورة تمارسها فئات اجتماعية متخصصة ومدربة، وذلك ضمن أطر مؤسسية تضمن وجودها وتمولها قوى اجتماعية معينة تلبية لحاجات اجماعية معينة.

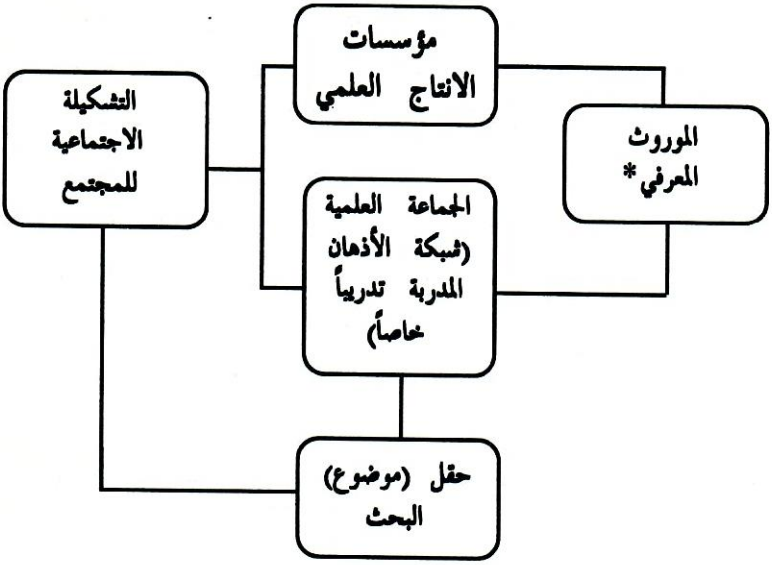
– إنّ الذات المحركة للانتاج العلمي ليست الفرد العبقري في حد ذاته وبمعزل عن حركة المجتمع، وإنما هي الجماعات العلمية المتشكلة تاريخياً والفاعلة ضمن أطر مؤسسية لتقسيم العمل مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بعملية الإنتاج المادي (القاعدة الاقتصادية).

أبعاد الممارسة العلمية ومحدداتها

– العلم فكر، لكنه نمط مميز من الفكر ينتج بطريقة مميزة.

– كيف يتميز الفكر العلمي بوصفه ممارسة فكرية؟

– نقترح الأنموذج الآتي لإنتاج المعرفة العلمية:



* الموروث المعرفي: هو شبكة مشروطة تاريخياً من البنى المفاهيمية النظرية المختبرة أو القابلة للاختبار العلمي، أي المدعمة تجريبياً ورصدياً، ومن الأساليب والطرائق النظرية والتجريبية. وهو جسد من الأفكار فيه قدر من اللاتجانس (أي إنه ليس مجرد صرح منطقي متجانس)، لكنه ليس كومة من الأفكار. إنه نظام مفتوح من الأفكار تنخره التوترات والتناقضات وتحيط فيه هالة من المشروعات والمعضلات والإمكانات تمتد إلى اللانهاية. وهو في جوهره عضوية متنامية.

– وتتم عملية الإنتاج العلمي كالآتي: (1) تقوم قوى أساسية في التشكيلة الاجتماعية بإنتاج مؤسسات الإنتاج العلمي والجماعة العلمية وبتجديدهما. (2) تؤدي الجماعة العلمية وظيفتين مترابطتين جدلياً ضمن إطار مؤسسات الإنتاج العلمي وباستعمال الموروث المعرفي: وظيفة عملية، حيث تستعمل الجماعة العلمية الموروث المعرفي لاستخراج المعلومات تحت ظروف معينة منتقاة أو منتجة في حقل البحث، ولاختبار مدى مطابقة جوانب من الموروث المعرفي للواقع، أي مدى صحته؛ وظيفة نظرية، حيث تستعمل الجماعة العلمية المعلومات المستخرجة والمعارف والخبرات المستقاة من التشكيلات الاجتماعية وجانباً من الموروث المعرفي لوضع النماذج والفرضيات والمفهومات الجديدة وحل تناقضات هذا الموروث ومشكلاته النظرية والعملية وحل مشكلات الحياة. (3) يترجم الموروث المعرفي المتنامي باستمرار إلى بنى وممارسات تساهم في تغيير التشكيلة الاجتماعية. (4) لا يتم اتصال التشكيلة الاجتماعية مع حقل البحث فقط عبر الجماعة العلمية، وإنما يتم بطرق أخرى أيضاً. (5) تتسم هذه الدورة الإنتاجية في أنها مستمرة ومتصلة ومتسعة.

– وعلى أساس هذا الأنموذج العام، تبرز الأسئلة الآتية، التي بتحديد الإجابات عنها تتحدد خصوصية الإنتاج العلمي: (1) كيف تستخرج المادة الخام العلمية أي المعلومات والانطباعات والبيانات الأولية؟ (2) كيف تطوع الجماعة العلمية الموروث المعرفي بأدواته وطرائقه ومفهوماته ونماذجه من جهة والمادة الخام من جهة أخرى في استخلاص المعرفة العلمية، أي في معرفة القوانين وميكانيزمات إنتاج الظاهرات؟ أي، ماهي مقومات المنهجية العلمية؟ أي، كيف تسخر الجماعة العلمية طرائق الاستنتاج والتخمين والمخيال العلمي والاستقراء في إنتاج المعرفة العلمية؟ (3) ما هي علاقة المنتج العلمي مع موضوعه؟ (4) ما هي علاقة الممارسة العلمية مع التشكيلة

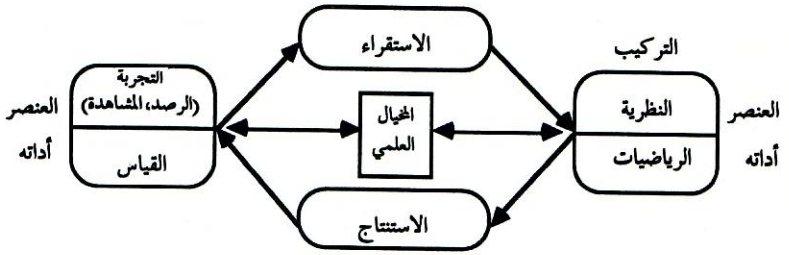
الاجتماعية التي تنبت فيها؟ أي، كيف ترتبط هذه الممارسة مع غيرها من الممارسات الاجتماعية؟ ماهي العلاقة الجدلية التبادلية بين هذه وتلك؟ (5) ما هو نسق تطور العلم؟ ما بنية الموروث العلمي وما نسق تطورها؟ بصورة خاصة، ما هي العلاقة التي تربط العلم بالآيديولوجيات (الذات الاجتماعية، الوعي الاجتماعي)؟

– **السؤال الأول**: الانطباعات والملاحظات المتراكمة والنابعة من الخبرة العامة للانسان (من نشاطاته الحرفية والزراعية والملاحية ورحلاته وتعامله مع الكائنات الحية وما إلى ذلك) + رصداته وقياساته وتجاربه ومشاهداته العلمية. مع تقدم العلم، تتقدم الثانية على حساب الأولى.

– **السؤال الثاني**: هذا السؤال يتعلق بعناصر المنهجية العلمية وبنيتها ومنطوياتها ونتائجها. فالمنهجية العلمية تفترض تصوراً معيناً لماهية الطبيعة وعلاقتها بالذات ولطبيعة علاقاتها وترابطاتها ولنوعية وجودها ولمبادئها العامة والضرورية (كمبدأ السببية). فهذه الشروط هي التي تجعل من التحام التجربة مع النظرية والدور الضروري الذي تؤديه التجربة في إنتاج المعرفة أساساً للمنهجية العلمية. فالأخيرة تفترض أن الطبيعة نظام مستقل قائم في ذاته، وأن هذا النظام يتشكل من نظم مادية متنوعة ومتمايزة عن بعضها لكن متفاعلة معاً عبر بعضها، وأن هناك علاقات وميكانيزمات داخلية في هذه الأنظمة تنتج الظواهر والتغيرات، وأن هناك قوانين ميلية مترابطة معاً ومتنوعة العمومية تحكم هذه العلاقات والميكانيزمات، ومن ثم الظواهر، وأن الفروق المقدارية تحكمها اختلافات نوعية. ومن ذلك تنبع سمات معينة للنظرية العلمية ينبغي أن تتحلى بها النظرية حتى تكون علمية، وفي مقدمة تلك أن تكون النظرية قابلة للاختبار، أي تكون قابلة لأن تترجم إلى تجارب ومشاهدات منتقاة محددة الشروط. بذلك فإنّ التجربة هي في جوهرها

عملية تصنيع لنماذج مادية تناظر نماذج نظرية معينة. كذلك، فإن النظرية العلمية ينبغي أن تتحلى ببنية استنتاجية تمكن الباحث من اشتقاق نماذج مطابقة لجوانب منتقاة من الواقع.

إنّ العنصرين الأساسيين للمنهجية العلمية هما النظرية والتجربة. لكن جوهر المنهجية العلمية لا يكمن فيهما في حد ذاتهما، وإنما في العلاقة الجدلية (الضرورية والتبادلية) بينهما والتي تدخل جوهرياً في تشكيلهما. ونعني بالعلاقة الجدلية هنا أن العنصر ينتفي بانتفاء العنصر الآخر ويجسده على صعيد آخر، وأنه باستمرار يتحول إلى الآخر، وأنه مماثل له ومناقض له في آن. فالتجربة العلمية لا تكون علمية إذا لم تكن بنيتها الاستنتاجية تسمح لها بأن تترجم إلى شبكة من الإجراءات العملية (التجريبية) الهادفة. ويمكن تمثيل بنية المنهجية العلمية في الشكل الآتي:



من الملاحظ أن هناك ثلاثة أبعاد للعلاقة الجدلية بين النظرية والتجربة:

(1) الاستقراء: وهو فعل نظري موجه صوب مخرجات التجربة والمشاهدة، يسخر أدوات نظرية معينة لاستخراج مفهومات وتعميمات وأحكام من هذه المخرجات. لكن هذه لا تتحول إلى معرفة، أو بالأحرى لا تكتمل عملية تحولها إلى معرفة، إلا بعد أن تدغم استنتاجياً في صلب النظرية العلمية.

(2) الاستنتاج: وهو العملية التي يتم بها إنتاج مدخلات التجربة والاختبار النظري (المنطقي) للأحكام العلمية.

(3) المخيال العلمي: وهو الملكة التخيلية المنضبطة التي يمارسها منتجو الفكر العلمي في جميع ممارساتهم العلمية (من استقراء واستنتاج وتركيب). وهي المسؤولة عن إنتاج مضمون هذه الممارسات والعمليات من نماذج وأوضاع مثالية. إنها ملكة التجريد التخيلي أو العياني.

(4) التركيب: وهي العملية الرئيسية في الممارسة النظرية، والتي يتم بها التعامل مع مخرجات عمليتي الاستقراء والاستنتاج. وتتضمن دمج عناصر الموروث المعرفي مع بعضها ومع مخرجات عملية الاستقراء في نظم جديدة تحل تناقضات هذا الموروث ومشكلاته. ولعل التركيب الجدلي الذي نفذه نيوتن والآخر الذي نفذه آينشتاين هما أسطع مثالين على هذه العملية. ولعل المنطق الذي يحكم هذه العملية هو المنطق الجدلي، مثلما أن المنطق الذي يحكم عملية الاستنتاج هو المنطق الصوري (أو الرياضي).

– **السؤال الثالث:** المنتج العلمي هو صورة ذهنية إجرائية لجانب من الواقع المادي؛ صورة غير مكتملة أبداً. ويمكن تشبيه هذه العملية بعملية تحميض فلمي مستمرة. هذا على الأقل هو جوهر النظرة الواقعية إلى العلم. لكن هناك رؤى أخرى تشكل في مجموعها أساس ما يسمى فلسفة العلم.

– **السؤال الرابع:** وقد عالجنا ذلك ببعض التفصيل في الفصل الأول.

السؤال الخامس: تطور الفكر العلمي

– علام ينطوي تطور الفكر العلمي؟

– إنّ مفهوم التطور غير مفهوم النمو. فلئن كان النمو يفيد التراكم المقداري، فإن التطور يفيد أيضاً التغير النوعي الهيكلي.

– يعني ذلك أنه ليس ثمة مطلقات ولا هياكل وبنى أزلية في العلم.

– لكن العلم يسعى إلى الكشف عن الحقائق والتعبير عنها وعن آلياتها بالمفهومات والصور التي تعكسها.

– كيف نوفق بين هذين العنصرين؟

– نوفق بينهما بالقول: إن الحقائق العلمية العامة (القوانين والمبادىء والنظريات) أو الصور البنيوية العامة للموضوع هي حقائق أو صور نسبية، بمعنى مشروطة ومحدودة، أي ذات حدود تفقد صحتها بعدها.

– كان الظن السائد قبل مطلع القرن العشرين أن القواعد والمبادىء الأساسية للفيزياء النيوتونية أزلية وأبدية وأنها أساس للعالم المادي على كل المستويات. لكنه تبين في مطلع القرن أنها ليست كذلك، وأنها مطابقة لبعض مستويات الوجود المادي، وليس لجميع المستويات. وحاول بعض فلاسفة القرنين الثامن عشر والتاسع عشر أن يبنوا صروحاً فلسفية بأكملها على أساس الاعتقاد بأزلية مبادىء الفيزياء الكلاسيكية وأبديتها (الماديون الميكانيكيون وكانط).

– الحقيقة المطلقة هي مفهوم مثالي ولا ينطبق على الواقع. أما المفهوم المادي المطلوب فهو الحقيقة النسبية. فالحقيقة الفعلية نسبية بطبعها، بمعنى أن صحتها لا تتحدد إلا بتحديد حدودها.والخلاصة أنه ليس هناك أسس ميتافيزيقية للوجود المادي، وإنما هناك أسس مادية غير مطلقة.

السؤال الخامس: نسق تطور الفكر العلمي

– إننا نفترض أن لتطور الفكر العلمي نسقاً خاصاً يميزه عن غيره من الممارساتالإنسانية.

– معنى ذلك أن للعلم استقلالية نسبية عن القاعدة الاجتماعية والممارسات الاجتماعية الأخرى. إن له خصوصية معينة.

– إنّ مضمون العلم لا يفهم بدلالة غيره أو بدلالة جوهر متنام يشكل العلم لحظة من لحظاته، وإنما يفهم بذاته.

– من ثم، فإنّ العلم لا يكتسب نسق تاريخيته من غيره وإنما من ذاته.

– ولا يجوز اختزال العلم إلى بنى خارجه، كالبنية الاقتصادية والبنية الآيديولوجية.

– إنه مشروط بالمجتمع وقواه وبناه من حيث الوجود، لا من حيث الماهية. فالموضوع هو الذي يحدد ماهيته. ولولا ذلك لفقد العلم بعده الموضوعي وكونه معرفة مطابقة لموضوعه.

– إنّ تحرر منهجيته ومضمونه من قيود القاعدة الاجتماعية وقواها هو شرط جوهري من شروط ولادته.

– لكن، لما كان العلم فكراً، فإنه يرتبط بهذه القاعدة وقواها عن طريق الآيديولوجيات السائدة. من ثم، فإن تحرره من هذه يتم عن طريق تحرره من تلك.

– إنّ علاقة العلم مع الآيديولوجيا هي العلاقة الأساسية التي تحدد نسق تطور الفكر العلمي وخصوصيته.

السؤال السادس: علاقة العلم بالآيديولوجيا (العلم والفكر)

– تعريف الآيديولوجيا

(أ) من منظور الوعي الاجتماعي:تتكون التشكيلة الاجتماعية من مجموعة من الفئات الاجتماعية والعلاقات الموضوعية المتشعبة القائمة بينها. ولكل فئة اجتماعية وعيها الاجتماعي الذي يتشكل تاريخياً على قاعدة موقع الفئة المعنية ودورها في التشكيلة الاجتماعية. إنّ الآيديولوجيا هي شبكة المرتكزات المستترة والظاهرة للفكر والممارسة والشعور؛ إنها شبكة المعتقدات وآليات الفكر والممارسة والأحابيل التي ترتكز إليها الفئة الاجتماعية في التعامل مع نفسها ومحيطها.

(ب) من منظور الصراع الاجتماعي: الآيديولوجيا هي سيرورة اجتماعية ذهنية (فكرية ووجدانية وسلوكية) تنبع من مؤسسات وفئات معينة في المجتمع، وتتضمن إنتاج نظم الفكر والمخاطبة والسلوك الجماعية من أجل تشكيل الوعي والسلوك الاجتماعي (الذات الاجتماعية) وترسيخ معتقدات معينة في الوعي بما ينسجم ودور هذه المؤسسات والفئات في المجتمع وشروط بقاء ما تمثله من قوى اجتماعية (المؤسسات والفئات الدينية والتربوية والإعلامية والثقافية بصورة خاصة).

– هدف العلم هو إنتاج المعرفة بصدد موضوع خارجه. من ثم فهو في النهاية مشروط بالموضوع، بالذات. أما هدف الآيديولوجيا فهو ترسيخ جملة من المعتقدات في أذهان الناس وتشكيل سلوكهم في أنساق بما يحقق أهدافاً اجتماعية معينة. إنها تنبع من مقتضيات اجتماعية، من مقتضيات الذات (بالمعنى الاجتماعي). ومن هنا تنبع إمكانية التناقض بين العلم والآيديولوجيا.

– إنّ ذلك ينعكس على أسلوبي العلم والآيديولوجيا. ففيما يلجأ العلم إلى التشكيك والاختبار المتواصلين لما ينتجه من أفكار حتى يصل إلى أهدافه، فإنّ الآيديولوجيا تلجأ إلى طمس عناصر الإشكال في أفكارها وإلى إخفائها وسترها وتغليفها بهالة من البديهية والقدسية وإقصائها خارج النقاش والتساؤل وإلى ابتكار الأساليب العقلية وغير العقلية لترسيخ التمسك فيها. أما العلم فهو يحاول دوماً إبراز افتراضاته ومحاولة نفيها ودحضها.

– تتسم الآيديولوجيات ما قبل الرأسمالية في أنها تتضمن في صميمها معتقدات آيديولوجية بصدد الطبيعة وتصورات لا تنسجم والمنهجية العلمية.

– ذلك أنّ الآيديولوجيات تنشأ على هذا الأساس، حيث إنّ الإنسان في فجر تاريخه يكون قريباً من الطبيعة وتتحكم الطبيعة في حياته تحكماً شبه كامل (الصياد، الراعي، الفلاح)، بل تكون الطبيعة بمثابة كائن حي يتفاعل معه وكأنه قوة اجتماعية مباشرة.

– وفي هذه الحال، تناط بصناع الآيديولوجيا وحماتها (الكهنة) وظائف "علمية" مثل الرصد والقياس والمراقبة ووضع التفسيرات الأسطورية والميتافيزيقية لأحداث الطبيعة.

– وعليه، فإن الوعي الاجتماعي الذي تؤطره هذه الآيديولوجيات يكون عاجزاً عن حمل العلم وإفراز المنهجية العلمية. فكما أسلفنا، فإنّ المنهجية العلمية تفترض مادية الطبيعة وموضوعيتها، ومن ثم فإنّ التنظير الرياضي الدقيق والتجريب في التحامهما الجدلي هما الوسيلة المطلوبة لإنتاج المعرفة بصدد الطبيعة.

– وهذا يعني أنّ نشوء العلم بمعناه الحديث في المجتمع يستلزم صعود نمط آخر من الوعي الاجتماعي مؤطر بنمط جديد من الآيديولوجيا لا يتضمن

في بنيته الداخلية معتقدات معينة بصدد الطبيعة، وينطوي على قدر كبير من التعددية الفكرية يسمح بتنامي العلم والتحكم في أثره الفكري في آن، وقادر على حمل تصور مادي موضوعي للطبيعة في صميم بنيته.

– كما رأينا، فإنّ نشوء مثل هذا الوعي وصعوده وتطوره استلزم تطوراً تاريخياً طويلاً، وبخاصة في قوى الإنتاج، وتطوراً فلسفياً معيناً، بالإضافة إلى بناء كثير من العناصر الأساسية التي تدخل في تركيب العلم (طرائق المنطق، الرياضيات، أساليب القياس والرصد والتجريب، وضع النماذج الرياضية وشبه الفيزيائية، وضع النماذج الفلسفية، وتراكم معين للمعلومات والخبرات العملية).

– أما مادية الوعي الجديد، فهي تنشأ بفعل احتياجات الرأسمالية الصاعدة. فالرأسمالية تكون في حاجة إلى علم طبيعي وفي حاجة إلى التعامل مع الطبيعة من أجل استغلالها صناعياً بطريقة لا تنسجم مع التصورات القديمة.

– وتتكون عناصر المنهجية العلمية في بطن الوعي القديم، في بطن الآيديولوجيا.

– عندما ينشأ الوعي الجديد يعمل حاملوه على توحيد العناصر المنتجة في بطن الآيديولوجيا مع عناصر جديدة ضمن إطار التصور الجديد للطبيعة في المنهجية العلمية. بذلك تحرر المنهجية العلمية من إسار الآيديولوجيا والذات ويلد العلم، أي يبدأ بوصفه تياراً اجتماعياً كاسحاً ويتخثر في جملة من المؤسسات المستقلة نسبياً والمرتبطة بصورة أو بأخرى مع عملية الإنتاج.

– والثورة العلمية الكبرى هي عملية ولادة المنهجية العلمية في مجال الطبيعيات من رحم الآيديولوجيا السائدة.

"سوبرثورة" لتمييزه عن الثورات العلمية التي تحدث في مرحلة تاريخ العلم، والتي أسميها الثورات الهيغلية لأنها تظهر نسقاً يذكرنا بالنسق الجدلي الهيغلي.

– السوبرثورة هي ثورة ثقافية تتم بموجبها ولادة علم جديد وتنجم عن صراعات حادة بين قوى اجتماعية رئيسية على النطاق الفكري المعرفي.

– **أمثلة:** الثورة الهندسية في الحقبة الإغريقية، الثورة العلمية الكبرى في القرن السابع عشر (1632 يوم نشر غاليليو "نظاما العالم الجديدان")، الثورة البيولوجية (تطور داروين).

– تتميز السوبرثورة في انعتاق المنهجية العلمية من قيود الآيديولوجيات، ومن ثم اكتساب إنتاج المعرفة استقلالية من حيث الوتيرة والمضمون وخط تطوره الخاص وحياته وديناميته. يعني تنقلب علاقة الهيمنة بين الذات والموضوع (بين الآيديولوجيا والمعرفة) لصالح الأخير.

– تظهر المعرفة الأصيلة في مرحلة ما قبل التاريخ على صورة ارهاصات وطفرات متفرقة. لكنها تتحول إلى تيار اجتماعي كاسح يتخثر في مؤسسات مرتبطة بحياة المجتمع في الثورة العلمية وبعدها.

– بقي أن نعرف طبيعة العلاقة الجديدة بين العلم والآيديولوجيا، وأثر العلم على الثقافة والحياة بعد الثورة العلمية الكبرى، وطبيعة الثورات الهيغلية.

(3)

المغزى التاريخي للثورة العلمية الكبرى

ناقشنا الشروط الذاتية للإبداع العلمي، ومنها انطلقنا إلى الشروط الاجتماعية التاريخية للإبداع العلمي، فاستعرضنا طبيعة الحضارات في ضوء فرضية معينة وضعناها لتفسير نشوء الفلسفة الطبيعية وطبيعتها ووتيرة نموها وفترات ازدهارها وضمورها. وحددنا الإطار الحضاري العام للثورة العلمية الكبرى والأسباب الرئيسية لاندلاعها.

وبعد مناقشة الأسس الاجتماعية التاريخية لنشوء الفلسفة الطبيعية ونموها، ناقشنا طبيعة الإنتاج العلمي بوصفه إنتاجاً معرفياً، فعالجنا طبيعة الفكر العلمي، ثم أبعاد الممارسة العلمية ومحدداتها (نماذج الإنتاج العلمي)، أي الآلية الجوهرية للإنتاج العلمي وخصوصيته. وعليه، فقد حددنا محاور دراسة العلم بوصفه إنتاجاً اجتماعياً. ومن ذلك اشتققنا جانباً أساسياً من جوانب الثورة العلمية الكبرى ومن الفرق بين الفلسفة الطبيعية وعلم الطبيعة، وذلك بتحديد العلاقة بين العلم والآيديولوجيا. وعلى هذا الأساس

وضعنا مخططاً شاملاً لفلسفة العلم، أي حددنا محاور دراسة العلم وهيكليتها.

أما في هذا الفصل، فسنلج باب الثورة العلمية الكبرى عبر معضلة فلسفية معينة هي معضلة لانهايتي باسكال، وسنبين المغزى التاريخي الاجتماعي الفكري للثورة العلمية الكبرى، وسنلقي المزيد من الضوء على تاريخية العلم.

قطبا العلم

ينبع العلم من قلب المجتمع الإنساني (الحضارة الإنسانية)، شأنه شأن غيره من الممارسات والنشاطات الاجتماعية الحضارية. لكنه، على الأقل في مرحلة نضجه، لا يعكس بنى المجتمع في مضمونه، وإنما يعكس بنى الموضوع. إن وجوده مشروط بالمجتمع والذات، لكن ماهيته مشروطة بالموضوع، وإلا لما كان معرفة. فالمعرفة هي صورة لبنى الواقع وآليات ظهوره، وإن كانت تنتج اجتماعياً. ومن هنا تنبع خصوصية العلم، من كونه ذا قطبين: قطب اجتماعي إدراكي مغروس في قلب المجتمع ومشروط به، وقطب مادي موضوعي مغروس في قلب الموضوع. وهناك توتر جدلي بين القطبين.

ما السبيل إلى التوفيق بين القطبين؟ هذه هي قصة الثورة العلمية الكبرى. كيف يمكن أن ينتج وعي اجتماعي تشكل اجتماعياً معرفة أو صورة موضوعية لميكانيزمات ظهور الواقع المادي؟ كيف يمكن لسيرورة إنتاجية تنتجها الذوات الاجتماعية أن تكون مشروطة بالموضوع؟ إن الثورة العلمية الكبرى هي تحقيق هذه الإمكانية.

بليز باسكال (1623 –1662م)

هو رياضي وفيزيائي وفيلسوف. له إسهامات فذة في مجال الرياضيات. أما في الفيزياء، فقد اقترح تجربة شهيرة تتمثل في مقارنة قياس البارومتر في أعلى جبل مع قراءته في أسفل الجبل، وذلك للتحقق من نظرية توريتشيلي القائلة بأننا نعيش في بحر من الهواء الذي يضغط في كل اتجاه. وقد كتب على أثرها كتيباً حول ضغط الموائع المرنة وغير المنضغطة بين فيه أن الضغط في نقطة هو نفسه في جميع الاتجاهات، وفرق فيه بين الوزن والضغط، حيث بين أن الضغط الجوي يظل مؤثراً حتى في داخل الأوعية المغلقة.

– لكن إنجازه لم يقتصر على الرياضيات والفيزياء، وإنما تعداهما إلى الفلسفة واللاهوت. وهو يشكل في ذلك ارهاصاً مهماً للتيارالوجودي.

– أهم أعماله الفلسفية اللاهوتية والذي يمثل عصارة فكره هو كتاب الخواطر Pensees.

لانهايتا باسكال (صورة محدثة لمنطق باسكال)

اللانهاية العظمى

– يدعو باسكال القارىء في مقدمة كتابه المذكور إلى تصور وضعه بصفته كائناً بيولوجياً محدوداً على سطح كرة ضخمة هي الأرض.

– ثم يدعوه أن يتصور حجمه بالنسبة إلى هذه الكرة العملاقة.

– ثم يحثه على أن يوسع خياله ليقارن بين الأرض والمجموعة الشمسية.

– ثم ينطلق به من المجموعة الشمسية إلى مجموعات النجوم.

– ثم إلى مستوى المجرة.

– فكلسترات المجرات.

–فالسوبر كلسترات.

– فالكون المرئي.

– ومن الكون المرئي إلى مجموعات الأكوان المرئية المتسعة باستمرار.

– هذه هي اللانهاية العظمى، الكل الذي يبدو الإنسان صفراً إلى جانبه.

اللانهاية الصغرى

– نبدأ بمقارنة الإنسان بحشرة صغيرة تدب بين أقدامنا، فيبدو عملاقاً بالنسبة إليها.

– فإذا انعمنا النظر في الحشرة، تبين لدينا أنها بدورها تشكل عالماً متشعباً من البنى والأجزاء.

– لكن مزيداً من النظر يظهر لنا أن كلا من هذه الأجزاء يتكون من شبكة معقدة من الأنسجة، التي يشكل كل منها خضماً متشابكاً من الخلايا.

– وكل خلية إنما هي خضم من الجزيئات العملاقة.

– ثم إنّ كل جزيء عملاق يتكون من فيض من الذرات المتنوعة.

– وكل ذرة تشكل عالماً من البروتونات والنيوترونات والبيونات والإلكترونات.

– لكننا نكتشف أن كل بروتون ونيوترون يتشكل من حشد من الكواركات والغلوونات.

– فإذا ما غصنا إلى ما دون 10^{-16}سم، جابهنا عالماً جديداً تتوحد فيه القوة الكهرمغناطيسية والقوة النووية الضعيفة، وتعرفنا إلى خضم من الجسيمات الجديدة.

– وإذا ما غصنا إلى ما دون 10^{-19}سم، جابهنا عالماً آخر تتوحد فيه جميع القوى باستثناء الجاذبية، وتعرفنا إلى فيض جديد من الجسيمات.

– وهكذا دواليك حتى نصل إلى 10^{-33}سم حيث يتحول الزمكان Spacetime إلى رغوة من البذور الأولية التي تشكل كل منها أساساً ممكناً لكون جديد.

– هذه هي اللانهاية الصغرى التي تلتقي بصورة أو بأخرى مع اللانهاية العظمى. إنها "العدم" الذي يبدو الإنسان كون أكوان بالنسبة إليه.

والنتيجة...

– إنّ الإنسان كائن وسطي محدود يتأرجح بين اللانهايتين، بين الكل والعدم اللذين يعجز عن إدراكهما.

– إنّ الإنسان تعبير مأساوي عن محدودية هلامية وعن وجود ضائع.

– إنّ اللانهايتين تومئان إلى غموض الوضع الإنساني وعبثيته وبؤس الخبرة الإنسانية.

– فالمشكلة تكمن في أن كل شيء يقع في دائرة خبرة الإنسان يقود إلى فكرة اللانهايتين، تلك الفكرة التي يشعر بها الإنسان لكنه يعجز عن استيعابها وفهمها.

– إنّ كل شيء يفهم ويقاس بالنسبة إلى اللانهايتين؛ فهما إذاً قطبا الوجود. لكنهما يقعان خارج حدود إمكانات العقل الذي يتحرك دوماً صوبهما.

– إنّ كل شيء محدود يرتبط في غيره بالضرورة في سلسلة سببية، ومن ثم يرتبط في اللانهايتين. إذاً، فإن كل شيء يتضمنهما في صميمه ويقوم عليهما. إن اللامحدود هو جوهر المحدود ومكمن وجوده. فالأجسام الجاهرية لا تفهم إلا بدلالة الجزيئات وتفاعلاتها. وهذه بدورها لا تفهم إلا بدلالة الذرات وتفاعلاتها. لكن فهم الأخيرة يرتكز إلى الإلكترونات والفوتونات وأنوية الذرات وتفاعلاتها. وهذه الأخيرة تقودنا إلى البروتونات والنيوترونات والبيونات، فالكواركات والغلوونات، فالمجالات الموحدة، وهلم جرا. فلا نصل إلى قرار.

– إذاً، فإن المحدود يقود إلى اللامحدود، ومن ثم فإن معرفة المحدود وهم. فالمحدود لا يعرف حقاً إلا بدلالة اللامحدود الذي يقع خارج المعرفة الإنسانية اليقينية.

– الإنسان عاجز عن المعرفة الكلية والجهل الكلي كليهما، ومن ثم... هلامية المعرفة والتجربة الإنسانية؛ عبثية العلم والمعرفة.

– جدار لانهائي يفصل الإنسان عن عالمه وواقعه.

– الإنسان كائن وحيد ومعزول أبداً، وليس سعيه إلى المعرفة الأكيدة

والسعادة الحقة سوى وهم أبدي.

– هذه هي النتائج التي توصل إليها باسكال في مقدمة "الخواطر".

ما الحل؟

الحل الباسكالي: العقل ليس طريق الإنسان إلى اليقين والمعرفة الحقة. قد يكون أداة عملية، لكنه ليس أداة للمعرفة اليقينية.

– الطريق الوحيد لحماية الإنسان من وهج اللايقين وهلامية وجوده وخبرته وجنون اللانهايتين هو الإيمان بمصدرهما، بالذات الوحيدة القادرة على استيعابهما، الذات الإلهية. فوجودهما مؤشر أكيد على وجود هذه الذات.

– إنّ الإيمان بالذات الإلهية وبخيرها المطلق هو الضمانة الوحيدة أمام الكائن البشري في مجابهة تحديات محدوديته. فهي الوسيط الوحيد بين الكائن البشري وبين عالمه. فاللانهايتان (المبادىء الأولية والكل) تلتقيان في الله وحده.

– القفزة الإيمانية خارج أطر العقل وحدوده (من العقل إلى الغيب) هي الحل.

– إنّ الطريق إلى العالم يمر عبر الذات الإلهية.

– إنّ حل باسكال يذكرنا إلى حد بعيد بالحلول التي كانت سائدة ما قبل الرأسمالية (الغزالي مثلاً)، لكن المعضلة التي يطرحها وطريقة طرحها جديدتان.

المنطويات العلمية لمحنة باسكال

– ما هو أساس هذا الشعور بلانهائية الوجود؟ ما هي أرضيته؟ ما هي القيمة المعرفية لذلك؟ لماذا لم تبرز هذه الحيرة بصدد الوجود بهذه الصورة وهذه الحدة الوجدانية من قبل؟ إذ لم تكن مشكلة اللانهاية مشكلة حضارية وجدانية من قبل. لماذا برزت في عصر باسكال بالذات؟

– للإجابة عن هذه الأسئلة، علينا تفحص الأداة التي يسخرها باسكال للتوصل إلى فكرة اللانهايتين ومنطوياتها الذهنية والوجدانية والحضارية.

– هذه الأداة هي المخيال (الخيال) البشري المحدد مادياً وتاريخياً.

– كما بين هيوم، فإنّ المخيال البشري ليس مقطوعاً من شجرة، وليس مطلق الحرية يجمح كما يشاء لا يحده حد، وإنما ينبع من الخبرة الإنسانية المشروطة تاريخياً واجتماعياً، من الواقع الاجتماعي الحضاري لأصحاب هذا المخيال. فهو محدد بعناصر هذه الخبرة وامكانات ربطها في بعضها.

– معنى ذلك أنه إذا أردنا معرفة أساس معضلة اللانهايتين وخصوصيتها، ترتب علينا أن ننعم النظر في التربة الحضارية والواقع الاجتماعي اللذين يفترضهما هذا المخيال: ما الجديد في هذه التربة الذي غير من طبيعة هذا المخيال بهذه الصورة الصارخة؟

– إنّ المخيال الباسكالي يفترض أموراً كالآتي: (أ) إقرار الإنسان بمادية الكون، بما يحتويه من كواكب ونجوم وغازات؛ (ب) إمكانية أن تكون المادة موزعة توزيعاً لانهائياً في الكون؛ (ج) إمكانية أن يكون هناك عدة مجموعات شمسية؛ (د) إمكانية ألا تقع النجوم على سطح كرة، وإنما أن تكون موزعة في مكان لانهائي؛ (هـ) كون المسافات بين الكواكب

والأرض والشمس والنجوم يمكن أن تكونِ ضخمة جداً بالنسبة إلى قطر الأرض؛ (و) كون القوانين الأرضية ومادة الأرض لا تختلف من حيث الجوهر عن مثيلتها السماوية.

– لماذا استفزت هذه الافتراضات، التي نتقبلها اليوم بسهولة ونعتبرها بديهية، باسكال إلى هذا الحد؟

– إن هذه الافتراضات لم تكن دوماً هي السائدة، وإنما جاءت كنتيجة لتطورات معينة في القرنين السادس عشر والسابع عشر في نظرة الإنسان إلى الكون، وهي التطورات التي تشكل في مجموعها ما يسمى الثورة العلمية الكبرى.

– معنى ذلك أنّ معضلة باسكال إنما تشكل تعبيراً دقيقاً عن الثورة العلمية الكبرى. إنها تفترض حدوث هذه الثورة وتومىء إليها وإلى حقيقتها وواقعيتها. وهي في النهاية تعبيرعن التوتر الشديد الذي نجم عن لقاء العقل الإنساني مع اللانهاية الفعلية لأول مرة في التاريخ.

– القلق الباسكالي إذاً قلق جديد ناجم عن لقاء عقل " قديم" مع واقع ثوري. وهذا يفسر كون الهاجس الباسكالي حديثاً وكونه شبه منعدم في الفكر الذي كان سائداً ما قبل باسكال.ذلك أن التصورات الكونية التي كانت سائدة ما قبل الثورة العلمية الكبرى لم تكن لتسمح بهذه الانطلاقة المخيالية الصارخة، حيث إنها كانت محدودة في صميمها وفي بنيتها المفاهيميةالأساسية.

– هذا إذاً جانب أساسي من جوانب الفرق النوعي الهائل بين الفلسفة الطبيعية القديمة وبين العلم الحديث، جانب من جوانب الثورة العلمية الكبرى. ولنستعرض هذا الجانب بمقارنة التصور القديم الرئيسي مع التصور لذي قامت على أساسه الثورة العلمية الكبرى.

جذور الفلسفة الطبيعية والمشروع الأفلاطوني

في مطلع الحقبة الإغريقية نشأ في الواقع مشروعان فلسفيان لدراسة الطبيعة:

(أ) المشروع المادي، (ب) المشروع الفيثاغوري الأفلاطوني.

(أ) المشروع المادي: وقد ولد وازدهر في أيونيا ووصل أوجه في ثريس Thrace على ساحل بحر إيجه. لكنه همش بعد حين حتى اندثر في حضارات العصور الوسطى. ولم يتم إحياؤه ويثمر إلا في أوروبا الغربية في مطلع الحقبة الحديثة على يدي بيكون وبرونو وغاليليو وغاسندي وهوبز.

أشهر رموزه:

(1) طاليس الأيوني (624 – 548 ق.م.) وأعظم إنجازاته:

(i) معالجة القضايا الهندسية نظرياً، أي بوصفها نتاجات ضرورية لعدد قليل من المسلمات التجريدية. بذلك يمكن اعتباره أبا علم الهندسة.

(ii) اعتباره الكون نظاماً متسقاً من العلاقات والبنى Cosmos، لا مجرد طائفة من الأحداث العشوائية التي تحركها قوى أسطورية مزاجية.

(iii) كان أول من قدم تفسيراً مادياً للظواهر والأحداث المادية. إذ حاول تفسيرها باعتبار الماء جوهر المادة، أي حاول تفسيرها بدلالة البسيط المادي، أي اتباع منهج التحليل والتركيب في فهم الظواهر، وهو أساس المنهج العلمي.

(2) أناكسمندر الأيوني Anaximander (610 – 545 ق.م.):

طور نظرية طاليس في جوهر المادة وحاول تقديم تفسيرات أكثر معقولية للظواهر والأحداث. إذ لاحظ صعوبة إرجاع كل ظاهرة مادية إلى الماء، الأمر الذي حداه إلى توكيد وحدة الوجود المادي بإرجاع ظواهره كلها إلى مادة أولية أسماها Apeiron، وهي تعني اللانهائي أو اللامحدود أو اللامحدد أو اللامجرب The Boundless. وهو لامحدد لأنه كل شيء في حالة الكمون. وتنبع المادة في صورها المحسوسة من Apeiron عبر التحديد وإضفاء الصفات والخصائص على Apeiron. والحركة هي المسؤولة عن هذا التحديد، أي عن فصل الأضداد عن بعضها. وهذه الأضداد هي: الحار والبارد من جهة والجاف والرطب من جهة أخرى. وعلى هذا الأساس تبرز أربعة عناصر أساسية من Apeiron: التراب (الجاف) والماء (الرطب) والهواء (البارد) والنار (الحار). بذلك فإن أناكسمندر كان أول من وضع نظرية العناصر الأربعة التي ظلت تشكل أساس التفكير في المادة لمدة ألفي عام. وقد وضع أناكسمندر نظرية في نشوء الكون ارتكازاً إلى هذه النظرية أشار فيها إلى وحدة الكون وتجانس مادته وإلى مادية الأجرام السماوية.

(3) أناكسمينيس الأيوني Anaximenes (584 –528 ق.م.):

وقد أكد على مادية الكون واستقلاله الذاتي. وحاول تفسير الظواهر المادية بإرجاعها إلى الهواء باعتبار الأخير هو المادة الأولية في الكون.

وبتأثير النقد الذي وجهه التيار الثاني إلى فلسفة أيونيا المادية، نمت الأخيرة وازدادت مفاهيمها دقة وعمقاً حتى وصلت أوجها في:

(4) إمبدوقليس الصقلي Empedocles (492 –؟):

عاش في صقلية، موطن التيار الفيثاغوري، الأمر الذي حداه إلى تطوير الفكر المادي في ضوء الانتقادات الفيثاغورية. طور نظرية أناكسمندر في العناصر الأربعة ووضحها وفصل معالمها. واعتبر الأجسام جميعاً مركبة من هذه العناصر. لكنه اعتبر ترابط الأجسام والأشياء ناتجاً عن فعل قوتين: العشق والكراهية.

(5) ديموقريطس Democritus (~420 ق.م.):

عاش في أبديرا في ثريس Thrace، شمالي بحر إيجة. وهو صاحب النظرية الذرية. فلئن اعتقد الأيونيون أن هناك جوهراً واحداً للعالم المادي، ومال بعضهم إلى الاعتقاد بوجود أربعة جواهر مادية، فقد ارتأى ديموقريطس أن هناك عدداً لانهائياً من الجواهر المادية التي تسبح في محيط لانهائي من الخلاء. هذه هي الذرات التي لا تقسم والتي تختلف عن بعضها من حيث الشكل والحجم. ويتشكل كل شيء، بما في ذلك الإنسان والروح، من هذه الذرات. بذلك يكون التيار المادي قد بلغ أوجه في ديموقريطس. بيد أن الذرية الديموقريطية همشت بعد موته وأهملت كلياً لما يقرب من ألفي عام. ولم يتم إحياؤها إلا في القرن السادس عشر على يدي برونو وغاليليو وغاسندي وغيرهم.

(ب) التيار الفيثاغوري الأفلاطوني: وقد ولد وازدهر في أقصى الغرب الإغريقي، في مستعمرات صقلية وجنوبي إيطاليا، وبرز منافساً للتيار الأيوني المادي ونقيضاً له. إذ فيما ركز التيار الأيوني على المادة ومكوناتها، فقد ركز التيار الفيثاغوري على العقل ومكوناته ورموزه، واعتبر سر الوجود كامناً في الأفكار التجريدية، وفي مقدمتها الأرقام والرموز الرياضية.

أشهر رموزه:

(1) فيثاغورس (~ 530 ق.م.): وقد تصور الكون على صورة آلة موسيقية ضخمة واعتبر النسب بين الكواكب مماثلة للنسب في السلم الموسيقي. كما اعتبر المادة مكونة في جوهرها من أرقام وأشكال هندسية.

(2) أفلاطون الأثيني (428 – 347 ق.م.): وقد تبلور على يديه الأسلوب الفلسفي الميتافيزيقي في التفكير في الطبيعة، ذلك الأسلوب الذي شذبه فيما بعد تلميذ أفلاطون، أرسطوطاليس، وطهره من العناصر المغرقة في المثالية، وبنى به أسس الفلسفة الطبيعية التي ظلت مسيطرة حتى القرن السادس عشر الميلادي. وحتى تتبين لنا معالم هذا الأسلوب وطبيعته، فلنر كيف استعمله أفلاطون لبناء تصوره الكوني في محاورته المعروفة الطيماوس Timaeus.

لقد ارتكز أفلاطون إلى مبادىء فلسفية عامة ومنها اشتق تصوره الكوني من دون الاعتماد على أي مبدأ أو قانون تجريبي. إذ إنه استنتج من كون العالم متغيراً أنه مخلوق. لكن المخلوق يفترض بالضرورة خالقاً هو علة المخلوق. وافترض أفلاطون أن الخالق مطلق الطيبة والخير والكمال. ومن هذه الصفات العامة للخالق استنتج: (i) أن الكون منظم كامل التنظيم؛ (ii) أنه مشكل وفق أنموذج إلهي خالد؛ (iii) أن للكون روحاً وعقلاً، بمعنى أن الكون كائن حي ضخم وكامل، حيث إن الشيء العاقل أفضل من الشيء غير العاقل وإن العقل لا يمكن أن يوجد من دون روح أو نفس تحمله؛(iv) أنه لا يوجد أكثر من كون واحد؛ (v) لما كان الكون ممتداً ومرئياً ومحسوساً، فهو يتكون بالضرورة من التراب والنار. وهما يلتحمان معاً عبر الهواء والماء. والذي يجمع هذه العناصر معاً هي روح الود

والتآلف؛ (vi) أن الحيوان الكوني أبدي حيث لا يطاله المرض ولا الفساد ولا الانحلال ولا الهرم؛ (vii) أن الكون كروي لأن الكرة هي الشكل الأمثل القادر على احتواء جميع الأشكال الأخرى. وعلى أية حال، فإن الحيوان الكوني ليس في حاجة إلى أعين لأنه ليس هناك شيء يقع خارجه حتى يراه. وللسبب ذاته فهو ليس في حاجة إلى أنف أو أذن ولا إلى جهاز هضمي أو تناسلي ولا إلى أطراف. فهو مكتف ذاتياً؛ (viii) وعليه، فإن الحركة الوحيدة الممكنة للكون والتي تليق به هي الحركة الدائرية بسرعة منتظمة. فهي الأنسب للعقل؛(ix) أن الكون وحيد، لكنه ليس في حاجة إلى أحد غيره. لذلك فهو يكتفي بأن يحاور ذاته؛ (x) لقد خلق الله الكواكب والنجوم وفق معادلة فيثاغورية على أسس تناسبية موسيقية معينة.

ويمضي أفلاطون على هذا المنوال لمناقشة الزمن والأجرام السماوية وغيرها من الظواهر الطبيعية.

هذا هو أساس المشروع الأفلاطوني المتمثل في اعتبار الحركة السماوية دائرية بالضرورة، ومن ثم في اعتبار حركات الأجرام السماوية خليطاً من الحركات الدائرية المنتظمة.

وقد طور أرسطوطاليس الأسلوب الفلسفي الأفلاطوني وطوعه لبناء تصور كوني محكم ومنسجم مع ذاته، وذلك بعد أن شذب الأسلوب الأفلاطوني وسد ثغراته بجانب من منجزات التيار المادي.

– كان الحافز لبناء تصور شبه مادي للكون المرئي (بالعين المجردة) هو مشكلة الكواكب.

– كيف برزت المشكلة؟

– لاحظ الأقدمون (المصريون والبابليون) أن جل النجوم تدور حركة دائرية منتظمة وبسيطة حول الأرض في فترة معينة تقل قليلاً عن 24 ساعة. لكنهم لاحظوا أيضاً أن هناك خمسة نجوم بالإضافة إلى الشمس والقمر تتحرك حول الأرض حركات معقدة بعض الشيء. فهي، وإن كانت تشارك النجوم الأخرى في حركتها اليومية حول الأرض، إلا أنها تتحرك أيضاً بالنسبة إلى النجوم على مدار عام أو أكثر. ولوحظ أنها تقصر حركتها بالنسبة إلى النجوم على شريط محدود العرض يسمى دائرة البروج Zodiac. ولاحظوا أن حركة الكواكب الخمسة التي كانت معروفة لديهم (عطارد، الزهرة، المريخ، المشتري، زحل) تبدي حركة مفادها الآتي: تتحرك الكواكب، مثلها مثل النجوم والشمس، حركة يومية من الشرق إلى الغرب. ولديها أيضاً، شأنها شأن الشمس والقمر، حركة بطيئة تقاس بالشهور والسنين،في اتجاه الشرق. لكن الغريب في أمر الكواكب أن حركتها البطيئة لا تكون دائماً في اتجاه الشرق. إذ إنها أحياناً تعكس اتجاه حركتها فتتحرك في اتجاه الغرب لفترة وجيزة من الزمان، ثم تعكس اتجاه حركتها مرة أخرى، لتعود وتتحرك في اتجاه الشرق. وقد سميت هذه الحركة الحركة الرجوعية Retrograde Motion. وقد شكلت هذه المشكلة التحدي الأكبر لعلماء الفلك والرياضيات في العالم

القديم.

– تمثل هذا التحدي في ايجاد وصف لهذه الحركات قادر على استيعاب الرصدات الماضية والتنبؤ برصدات جديدة، وفي ايجاد «تفسير» لها.

– انبرى الإغريق لهذه المهمة، حيث إنهم ابتكروا أدوات جديدة تمكنهم من ذلك: (أ) الهندسة النظرية، (ب) الفلسفة والمنطق. وقد سخروها ببراعة فائقة لبناء أول نماذج رياضية وشبه فيزيائية للكون.

– وكان التجسيد الأكبر لهاتين الثورتين في وحدتهما الجدلية الفيلسوف الاثيني العظيم أفلاطون، تلميذ سقراط اللامع. وهو الذي وضع المشروع الإغريقي لوصف حركات الأجرام السماوية وتفسيرها. من ثم يمكن القول إنّ أفلاطون هو أول من وضع مشروع أنموذج رياضي للكون، بمعنى وضع أسس مثل هذا الأنموذج. والمعروف أن مثل هذه النماذج هي عنصر أساسي من عناصر النظرية العلمية. وقد تمثل مشروع أفلاطون في إيجاد النماذج والسبل لوصف الحركات السماوية المعقدة بدلالة مجموعة من الحركات الدائرية المنتظمة، كما أسلفنا.

– لكن ينبغي التنبيه هنا إلى نقطتين: (أ) أن الوصف والتفسير في حال مشروع أفلاطون كانا ملتحمين معاً أو، بالأحرى، مماثلين لبعضهما، (ب) أن التفسير الأفلاطوني ليس مماثلاً للتفسير العلمي بالمعنى الحديث.إذ ارتكز الأول إلى اشتقاق الظاهرة المراد تفسيرها من جملة من المبادىء الفلسفية واللاهوتية والجمالية المسبقة. أما الثاني، فيرتكز إلى اشتقاق الظاهرة من جملة من القوانين الطبيعية التي تعبر عن سلوك أضراب من الميكانيزمات المادية.

– فيما يتعلق بمركز الحركات الدائرية المزمع اللجوء إليها لتفسير حركة الكواكب، فقد كان هناك تياران في العلم الإغريقي: (أ) **التيار الفيثاغوري**، وقد نفى أن تكون الأرض هي المركز، ومال إلى اعتبار الأرض جرماً سماوياً متحركاً وإلى اعتبار الشمس أو جرم ناري مماثل هو المركز. وقد وصل هذا التيار أوجه في مطلع الحقبة الهلنستية، وبالتحديد في أرستاركوس (القرن الثالث قبل الميلاد) الذي اقترح أن الشمس هي المركز وأن الكواكب تدور حول الشمس وفق الترتيب الآتي: (1) عطارد، (2) الزهرة، (3) الأرض، (4) المريخ، (5) المشتري، (6) زحل. أمّا القمر فيدور حول الأرض. وهي الصورة المقبولة حالياً. (ب) **التيار الأرسطي**، وكان يرى أن الأرض هي التي تقع في مركز الكون. وقد وصل هذا التيار أوجه في كلوديوس بطلميوس (القلوذي) الذي عاش في القرن الثاني الميلادي في الإسكندرية، وفي الفلكيين العرب والمسلمين، أمثال: الصوفي، والبطروجي، والطوسي، والعرضي، والبتاني، والشيرازي، وابن الشاطر.

– يمكن القول إنّ التيار الأرسطي تبوأ مركز الهيمنة والصدارة في الحضارة الإغريقية والهلنستية منذ نشأته، وتمكن من تهميش التيار الفيثاغوري حتى تمكن من إقصائه كلياً في أواخر العصر الهلنستي وفي الحضارتين العربية الإسلامية والأوروبية المسيحية. ولم يتم إحياء التيار الفيثاغوري في مجال الفلك إلا في القرن الخامس عشر في أوروبا الوسطى على يدي نكولاس كوبر نيكوس.

يودكسوس وكاليبوس وهيراقليدس

– كان أول من انبرى لتنفيذ مشروع أفلاطون على أساس كروية الأرض ومركزيتها تلميذه، الرياضي الفذ يودكسوس Eudoxos (النصف الأول

من القرن الرابع قبل الميلاد). وكان أنوذج يودكسوس أول أنموذج رياضي مفصل لنظام طبيعي في التاريخ.

– وصف يودكسوس حركة كل كوكب على أنها محصلة مجموعة من الحركات الدائرية المنتظمة بالكيفية الآتية.

– تصور يودكسوس أن الكوكب المعني يقع على خط استواء كرة ضخمة تحيط بالأرض ويطابق مركزها مركز الأرض وتدور بصورة منتظمة حول محور ثابت.

– وهناك كرة أخرى (فلك آخر) تدور بصورة أخرى حول محور ثابت تحمل محور الفلك الأول معها.

– وإذا تطلب الأمر (أمر انقاذ الظواهر)، تكون هناك كرة ثالثة تحمل معها محور الفلك الثاني. وهلم جرا.

– تكون حركة الكوكب المعني محصلة مجموع هذه الحركات الدائرية المنتظمة جميعاً.

– لذلك سميت نظرية يودكسوس نظرية الكرات أو الأفلاك المتداخلة.

– وكان مجموع الأفلاك التي لجأ إليها يودكسوس لتفسير حركات الأجرام السماوية جميعها 27 فلكاً. واستطاع على أساسها انقاذ الظواهر الحركية، وفي مقدمتها الحركة الرجوعية، بصورة تقريبية لكن مرضية.

– وفي الفترة ذاتها وضع الفلكي الإغريقي هيراقليدس البنطي Heracleides of Pontos أنموذجاً رياضياً آخر بديلاً لأنموذج يودكسوس، افترض فيه أن الأرض، وإن كانت مركز الكون، إلا أنها

ليست ساكنة، وإنما تدور حول نفسها مرة في اليوم، وأن كوكبي الزهرة وعطارد يدوران حول الشمس، التي تدور، هي وما تبقى من الكواكب، حول الأرض. لكن هذا الأنموذج بقي هامشياً مهمشاً إلى أن أحيا شبيهاً له لفترة وجيزة العالم الدنماركي تيكو براهه في القرن السادس عشر.

– وفي هذه الأثناء تم تطوير أنموذج يودكسوس في اتجاهين: الاتجاه الرياضي على يدي كاليبوس Callippos، والاتجاه الفيزيائي على يدي أرسطوطاليس.

– طور كاليبوس نظام يودكسوس بإضافة سبعة أفلاك إلى الأفلاك التي اقترحها يودكسوس، محسناً بذلك كثيراً من دقة الأنموذج وانسجامه مع الرصدات.

نظام أرسطو

– أما أرسطو، فقد حاول وضع أساس فيزيائي لأنموذج يودكسوس الرياضي، فوضع أنموذجاً ميكانيكياً للكون مستوحى من أنموذج يودكسوس. ولعله كان أول أنموذج ميكانيكي لنظام طبيعي في التاريخ.

– لكن أنموذج أرسطو لم يكن أنموذجاً ميكانيكياً بحتاً، وإنما تخللته عناصر مثالية وميتافيزيقية جلية.

– لم يكتف أرسطو باعتبار كرات (أفلاك) يودكسوس المتداخلة وسائل رياضية بحتة لوصف الحركات السماوية، وإنما اعتبر أنّ لها وجوداً موضوعياً، بمعنى أنه أكسبها نوعاً من المادية، مع أنه اعتبر مادتها أثيراً إلهياً خالداً لا يطاله التغيير ولا الفناء. وأكسبها أيضاً سمات ميكانيكية، مثل القدرة على التأثير على حركات بعضها بالتلامس.

– وعليه، لم يعد أرسطو في حاجة إلى الافتراض بأنّ لكل كوكب كراته الخاصة المستقلة عن كرات غيره من الكواكب، وإنما اعتبر أنموذج يودكسوس الجزء الظاهر من أنموذج ميكانيكي أكثر تعقيداً، وارتأى أنّ تأثير الفلك الواحد لا يقتصر على كوكب واحد فقط،وإنما يقع على بعضها أو عليها كلها، ومن ثم اعتبر حركة الكواكب والشمس والقمر مظهراً واحداً لحركة نظام ميكانيكي واحد.

– لذلك فقد أضاف مزيداً من الأفلاك تقع بين أفلاك يودكسوس، أولاً لنقل حركة فلك النجوم إلى الكواكب والشمس والقمر، وثانياً لترشيح (وتصفية) الحركة المنقولة من كوكب إلى آخر.

– والمحصلة أن كون أرسطو تضمن 55 فلكاً متداخلاً تقع بين فلك النجوم، وهو أكبرها وأبعدها عن الأرض، وبين فلك القمر، وهو أصغرها وأقربها إلى الأرض. بذلك تصور أرسطو الكون وكأنه بصلة (مجموعة متراصلة من الشرائح).

– ويمكن القول إنّ كون أرسطو اعتمد المبادىء والأسس والعناصر الآتية:

(1) كروية الأرض:

– وقد استنتج أرسطو ذلك من زوايا النجوم وتغيرها مع تغير الموقع على سطح الأرض. بل وكون فكرة قريبة من الواقع حول مقدار قطر الأرض. وقد ساق أرسطو شواهد كالآتية على كروية الأرض في كتابه "بصدد السموات": (i) اختفاء النجوم كلياً وظهور نجوم جديدة إذ يتحرك المرء في اتجاه الشمال أو الجنوب. فمثلاً هناك نجوم ترى في مصر وقبرص ولا ترى

في أوروبا. (ii) هناك نجوم لا تتخطى أبداً مدى الرؤية ولا تغيب عن الأنظار في الليل مطلقاً في أوروبا، لكنها تشرق وتغرب في مصر وقبرص. ويرى أرسطو أن هذه الشواهد تدل على أنّ قطر الأرض ليس كبيراً (مثلاً بالنسبة إلى الأبعاد الفلكية). وتكهن بإمكانية الوصول إلى الهند من الغرب. أما الرقم الذي ساقه أرسطو لمحيط الأرض فهو 400 000 ستاد Stades (وحدة مسافة إغريقية).

– كانت الأرقام الإغريقية لمحيط الأرض كالآتي:

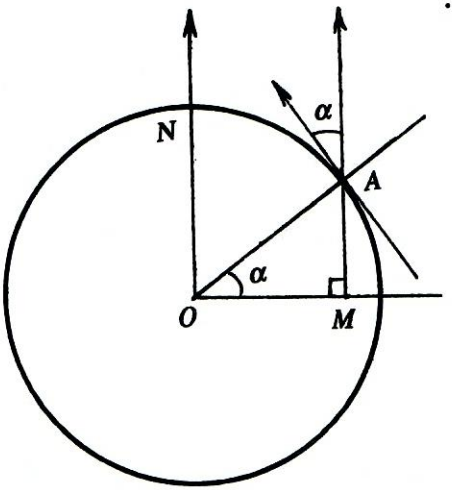
أرسطو	400 000 ستاد.
ارخميدس	300 000 ستاد.
اراتسثنيس	252 000 ستاد.
بوسايدونيوس	240 000 أو 180 000 ستاد .
بطلميوس	180 000 ستاد.

بيد أن الستاد لم يكن ثابتاً مكانياً ولا زمانياً. فلا يعرف بالضبط ما يقابله بوحداتنا الحديثة. ويظن بأن رقم اراتسثنيس كان الأفضل، وأنه قريب جداً من الرقم الحديث (000 24 ميل).

قياس أرسطو

وتتمثل الطريقة المذكورة في كتابات أرسطو بالآتي:

لنفترض أن الأرض كرة تامة وأن النجوم تدور حولها على بعد كبير عنها حول محور يمر في كل من النجم الشمالي الثابت ومركز الأرض الثابت، ولنتدبر الزاوية التي يصنعها النجم الشمالي مع الأفق عند نقطة ما على سطح الأرض (النقطة A).

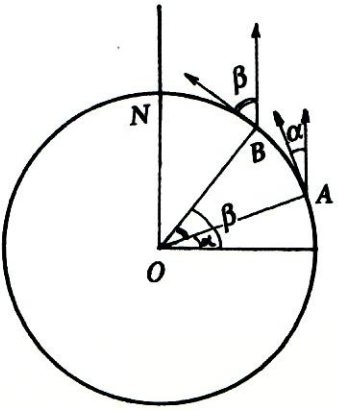


$$\alpha + \angle MAO = 90^{o}$$

$$\angle AOM + \angle MAO = 90^{o}$$

$$\angle AOM = \alpha$$

ولنتدبر الآن نقطتين (A , B) على خط طول واحد على سطح الأرض ولنقس الزاويتين اللتين يصنعهما النجم الشمالي مع الأفق عند هاتين النقطتين.



C = محيط الأرض.

θ = الزاوية التي يقطعها المسافر من A إلى B.

$$\theta = \beta - \alpha$$

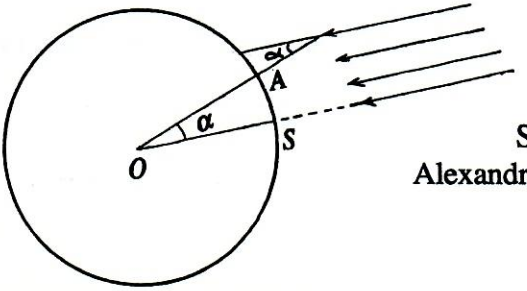
$$\frac{AB}{C} = \frac{\theta}{2\pi}$$

$$C = \frac{2\pi(AB)}{\beta - \alpha}$$

قياس إراتسثنيس (247 ق.م – 192 ق.م.)

ينتمي إراتسثنيس إلى بداية العصر الهلنستي، وهو جغرافي ورياضي عظيم. ولد في سيرين في ليبيا ودرس في أثينا وقضى عمره في الإسكندرية. قاس محيط الأرض بالطريقة الآتية:

لاحظ إراتسثنيس أن المزولة لا تترك أي ظل وقت الظهر في يوم الانقلاب الصيفي (21 حزيران) في ساين Syene قرب أسوان، في حين أنها تترك ظلاً قصيراً في الآن ذاته في الإسكندرية التي تقع إلى الشمال من أسوان على خط الطول نفسه.



S = ساين Syene

A = الإسكندرية Alexandria

α = زاوية الظل.

وقد قاس إراتسثنيس زاوية الظل، ومن ثم وجد الزاوية.

ومن الواضح أن:

$$\frac{AS}{C} = \frac{\alpha}{2\pi}$$

$$C = \frac{2\pi}{\alpha} AS$$

وكانت قياسات إراتسثنيس:

$$\frac{\alpha}{2\pi} = \frac{1}{50}$$

$AS = 5000$ Stadia,

$C = 25000$ Stadia.

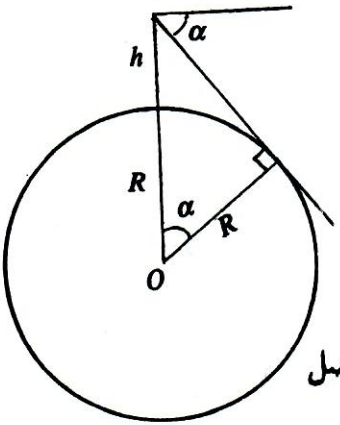
وقد استعمل الرقم 252 000.

ومع أننا لا نعرف بالضبط مقدار الستاد، إلا أن المقدار التقريبي المستنتج يجعل نتيجة إراتسثنيس قريبة جداً من المقدار الحديث. وقد قاس إراتسثنيس المسافة بين الإسكندرية وأسوان بالاستعانة بمساح مدرب للسير بخطى متساوية وبعدّها. وافترض إراتسثنيس أن أسوان والإسكندرية تقعان بالضبط على خط الطول نفسه، لكننا نعرف اليوم أن الانحراف بين أسوان والإسكندرية يساوي $3^{o}\,4'$. كذلك وجد أنّ الفرق بين خطي عرضهما هو $7^{o}\,12'$ (أو $\frac{1}{50}$ من الدائرة الكلية)، لكنه في الحقيقة $7^{o}\,7'$.

قياس البيروني (362 هـ /973 م – 442 هـ/ 1051م)

هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني. وهو من مواليد منطقة خوارزم. كان رياضياً وجغرافياً وفيلسوفاً ومؤرخاً عظيماً، بل وطبيباً وصيدلانياً وجيولوجياً أيضاً. قاس نصف قطر الأرض على النحو الآتي (كما ورد في "الكتاب في الإسطرلاب" وكذلك في كتابه " كتاب تحديد نهايات الأماكن").

يصعد المرء إلى أعلى جبل في محاذاة البحر. وعندما تغيب الشمس يقيس الزاوية التي يصنعها رأس الجبل مع الأفق. ويقيس الارتفاع العمودي للجبل. ومن ذلك يستنتج نصف قطر الأرض.



$$\cos\alpha = \frac{R}{R+h}$$

$$R\cos\alpha + h\cos\alpha = R$$

$$R = \frac{h\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$$

وهناك اعتقاد قوي بأنّ المقدار الذي حصل عليه البيروني = $\frac{2}{7}$ 25000 ميل، وهو قريب من المقدار الحالي، وما حصل عليه فلكيو المأمون.

(2) مركزية الأرض:

من حسنات نظرية أرسطو الفيزيائية أنه لم يفترض مركزية الأرض على أساس لاهوتي أوأنثروبولوجي، أي أنه لم يربط مركزيتها بوجود الإنسان عليها، كما فعلت المؤسسة الدينية الأوروبية في العصور الوسطى، وإنما افترضها على أساس نظريته في الحركة. إذ إنه اعتبر مادة الأرض (التراب) ثقيلة بطبعها، ومن ثم ذات ميل طبيعي نحو مركز الكون. لقد تصور أن هناك مركزاً مطلقاً للكون وألصق فيه مغزى مادياً فيزيائياً أساسياً، حيث إنّ المادة الثقيلة (التراب) تتجه صوبه وتستقر عنده بصورة تلقائية. بذلك فإن مركز الكون سابق منطقياً على الأرض، بمعنى أن الأرض لو كانت مكونة من مواد غير ثقيلة لما استقرت عند مركز الكون. فمركزيتها تنبع من كون مادتها ثقيلة. ولعل حرص أرسطو على تعيين مركز للكون وإكسابه وظيفة دينامية أساسية في كونه كان يعود إلى حرصه على محدودية الكون.

(3) لاتجانس الكون:

كون أرسطو ليس متجانساً، وإنما يقسم إلى نطاقين يختلفان كيفياً عن بعضهما: نطاق الأرض وغلافها الجوي حتى فلك القمر، ونطاق السماوات الذي يضم الأجرام السماوية. أما النطاق الأول، فتتسم فيه الأشياء بقابليتها للانحلال والموت والنشوء والتغير. وهي تتكون من أربعة عناصر أولية هي: التراب، الماء، الهواء، النار. وأثقلها هو التراب، يليه الماء، فالهواء، وأخيراً النار. ويتحرك التراب تلقائياً نحو مركز الكون ويستقر هناك. أما النار، فتتحرك تلقائياً صوب الطبقات العليا من الجو وتستقر هناك تحت فلك القمر. ويحتل الماء والهواء موقعاً بين التراب والنار، حيث يأتي الهواء فوق الماء.

ومعنى ذلك أن الأرض ومحيطها يتكونان من أربع طبقات فوق بعضها. لكن الحركة المستمرة للسماوات تؤدي إلى تعقد الأمر واختلاط المواد الأربع إلى هذا الحد أو ذاك في كل طبقة. ومن هذا الاختلاط ينبع التنوع المادي والحركي في الأرض ومحيطها. فالأشياء مكونة من العناصر الأربعة، وإن كان كل عنصر هو المهيمن في طبقته. والذي يحدد الأشياء هو العنصر الرئيسي فيها. أما شكل الحركة الرئيسي في الأرض ومحيطها فهو الحركة المستقيمة إلى أعلى أو إلى أسفل. وتكون الحركة طبيعية إذا كان الجسم يتحرك صوب مكانه الطبيعي. لكنها تكون عنيفة إذا اقتلع من مكانه الطبيعي وتحرك بعيداً عنه.

أما السماوات، فهي مكونة من عنصر خامس هو الأثير الإلهي الخالد الذي لا يفنى ولا يطاله التغيير. والحركة الملائمة له هي الحركة الدائرية بسرعة منتظمة. وعليه، فإن قوانين السماوات تختلف جوهرياً عن قوانين الأرض. وينعكس ذلك على العلم المؤهل لدراسة كل منهما. فعلم الفلك أو الهيئة هو العلم المختص بدراسة السماوات. أما العلم المعني بدراسة الأرض ومحيطها فهو علم الطبيعة أو الفيزياء. فالفرق الجوهري بين السماوات وبين الأرض يعكس نفسه في الفرق الجوهري بين علمي الفلك والفيزياء.

وقد عبر عن هذه المسألة الفلكي العربي مؤيد الدين العرضي المتوفى سنة 664 هـ (1266م) في مقدمة كتابه "كتاب الهيئة" على النحو الآتي: "وأما الذي ليس بثقيل ولا خفيف وهو الأثير فينقسم إلى قسمين: أفلاك، وهي أجرام السماوات، وهي مشفة في الغاية من الشفيف لا تحجب ما وراءها ينفذها الشعاع ولا ينعكس عنها. وإلى أجرام كوكبية غير مشفة تحجب ما وراءها وتقبل الشعاع وينعكس عنها فلا ينفذها. وتسمى هذه الجملة خامساً بمعنى أنها غير تلك الأربعة وتدعى بالأثير، وبالعالم العلوي وبالسماوات.

فأما الأجسام العنصرية فالجسم الثقيل منها يتحرك بثقله نحو مركز العالم. ولما كان الثقل هو العلة في طلب المركز فما هو أكثر ثقلاً يكون أشد طلباً مما هو أخف منه. وأشدها ثقلاً يقال له ثقيل مطلق، والذي دونه في الثقل يقال له ثقيل مضاف. فالثقيل المطلق يكون موضعه الطبيعي له مركز العالم. وكل جزء من أجزاء هذا الثقيل يطلب أن يكون المركز في وسطه فتتدافع الأجزاء بثقلها فتتراكم حول المركز بحيث ينطبق مركز ثقل جملتها على مركز العالم. فهي تطلب هذا المركز طبعاً – أعني بما فيها من الثقيل – ولا تبعد عنه إلا قسراً. ولو فرضنا أن هذا العنصر قسر فأزيل عن مكانه وتمكن فيه غيره ثم زال عنه ذلك القاسر لتحرك إليه ودفع ذلك الغير واحتوى على المركز وصار ذلك الغير على ظاهره لكونه أثقل مما سواه من البسائط. وهو جسم كري يقال له التراب والأرض وهو بارد يابس كثيف كمد وشكله بجملته كرة ". إلى أن يقول: " وأما الأثير بجملته فجسم كري يحده سطحان كريان متوازيان مركزهما واحد يقال له مركز العالم. السطح منهما محيط بكرة النار والأعلى منهما نهاية العالم فلا يماس شيئاً لأن عنده انتهت جميع الأجسام العنصرية والفلكية. والخلاء محال فليس وراءه خلاء ولا ملاء".

(4) استحالة الخلاء:

هناك استحالة للخلاء في كون أرسطو. وقد صاغ أرسطو الديناميكا على هذا الأساس. وهو قد اشتق هذه الاستحالة من تحليله المكان ورؤيته له. فلا معنى للمكان في اعتقاده من دون أجسام. فالمكان هو حدود الأجسام. وهي الفكرة التي عاد ليؤكدها، ولكن على أسس أخرى، الفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت في القرن السابع عشر. بذلك، فإن كون أرسطو يمثل في النهاية جسماً واحداً لا تتخلله أي مسامات. إنه مجموعة من

الطبقات المتراصة. وعلى أساس فكرة استحالة الخلاء، فقد وضع أرسطو نوعاً من القانون للسقوط الحر على سطح الأرض. ولعله أول قانون طبيعي في التاريخ، وإن كان خاطئاً وغير دقيق وشبه علمي. إذ رأى أرسطو أن سرعة الجسم الساقط (التي لم يعرفها بدقة كما فعل غاليليو بعده بقرون) تتناسب طردياً مع الوزن (أي القوة النابعة من المركز) ومع المسافة التي قطعها الجسم منذ لحظة سقوطه، وعكسياً مع كثافة الوسط. وهذا يعني أن الأجسام الثقيلة تصل إلى سطح الأرض أسرع بكثير من الأجسام الخفيفة، وأن الجسم يسقط بسرعة لانهائية في الخلاء، الأمر الذي يؤكد أن الخلاء مستحيل. ويلاحظ أن الجسم الساقط يتسارع كلما اقترب من مركز الأرض، مكانه الطبيعي.

وبصورة عامة، اعتبر أرسطو سرعة الجسم متناسبة طردياً مع القوة المؤثرة وعكسياً مع مقاومة الوسط. ومن ذلك نبع إصراره على فكرة استحالة الخلاء. وقد أثار شكوكاً مؤثرة حول هذه العلاقة العالم الهلنستي فيلوبونوس في القرن السادس الميلادي، وطورها في الحضارة العربية الإسلامية كل من ابن سينا في المشرق وابن باجة في المغرب، وانتقلت عبرهما إلى الغرب اللاتيني.

(5) كروية الكون:

لما كانت الدائرة هي الشكل الأمثل في بعدين، وكانت الكرة هي الشكل الأمثل في ثلاثة أبعاد، فلا بد أن يكون الكون كروياً لأن الخالق لا يمكن أن يكون قد خلق الكون ناقصاً. (يقول مؤيد الدين العرضي المتوفى عام 664 هـ/1266م في كتابه" كتاب الهيئة" في هذا الصدد: " فالعالم إذاً يقال على جملة مؤلفة من أشياء مختلفة تنقسم أولاً إلى ثقيل وخفيف وما

ليس بثقيل ولا خفيف، وشكله كرة").

(6) محدودية الكون:

الكون محدود بحكم بنيته. فلما كان له مركز محدد يحدده فلك النجوم، فلا بد أن يكون محدوداً. إذ لا معنى لكون لامحدود ذي مركز محدد. ومن جهة أخرى، فإن دوران النجوم برمتها حول الأرض بالسرعة ذاتها استلزم وضعها على فلك واحد يبعد مسافة محدودة عن الأرض. فلا معنى لحركة فلك لانهائي القطر. وهكذا، فإن وجود مركز للكون وحركة النجوم استلزما كوناً محدوداً في صميمه.

(7) محدودية المكان:

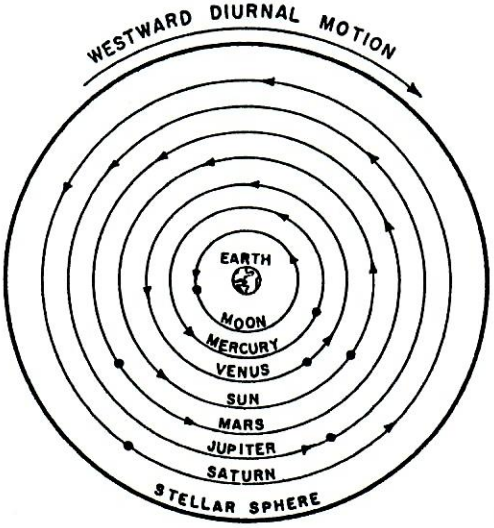
اعتقد أرسطو أن الكون الذي يحده فلك النجوم هو كل ما في الوجود من مادة وأثير ومكان. فلا شيء خارج فلك النجوم على الإطلاق، لا مادة ولا حتى مكان. فالمكان محدود، لأنه برمته يحتويه فلك النجوم. وقد عارض ذلك بعض الفلاسفة العرب والمسلمين، إذ رأوا أن المكان لانهائي وإن كان الكون محدوداً، وذلك لاعتبارات لاهوتية، وأسكنوا الفضاء خارج فلك النجوم بالكائنات الروحانية كالملائكة والنفوس الكلية. ومعنى ذلك أن لانهائية المكان لديهم كان لها وظيفة لاهوتية، لا وظيفة فلكية.

(8) المحرك غير المتحرك:

اعتقد أرسطو أن فلك النجوم هو مصدر كل الحركات الأخرى في الكون. فهو الذي يتحرك ذاتياً وتنتقل حركته بالتلامس ميكانيكياً إلى جميع الأفلاك الأخرى حتى تصل إلى الأرض ومحيطها. ويتكلم أرسطو أحياناً

عن المحرك غير المتحرك المسؤول عن تحريك فلك النجوم. وقد افترض بعض الفلاسفة والعلماء العرب والمسلمين وجود محيط أو فلك يحرك فلك النجوم لكن لا يتحرك. وافترض بعضهم الآخر، مثل أخوان الصفا، أن الروح الكلية، روح الكون التي تربض وراء فلك النجوم، هي التي تحرك كل شيء في الكون تماماً مثلما أن روح الإنسان هي التي تحرك كل شيء في جسده.

هذه هي السمات الرئيسية لكون أرسطو الذي ظل مهيمناً في الثقافات الإنسانية المتعاقبة حتى الثورة العلمية الكبرى.



التطورات اللاحقة (أبولونيوس وهباركوس)

لاحظ الفلكيون الإغريق اللاحقون أنّ نظام يودكسوس محدود الدقة ومحدود الفاعلية في الوصف والتنبؤ بالرصدات. وبصورة خاصة، فإنه عجز عن تفسير التغير في شدة إضاءة الكواكب وفي أحجامها. لذلك أخذوا يبحثون عن أساليب ونماذج رياضية أكثر فاعلية ودقة.

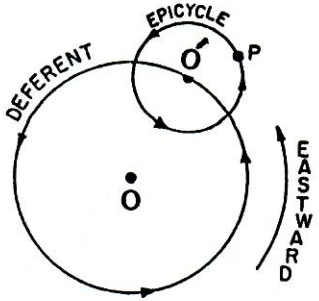
وقد طور الرياضيون الإغريق في الفترة الواقعة بين منتصف القرن الثالث قبل الميلاد وبين نهاية القرن الثاني قبل الميلاد أساليب جديدة لوصف هذه الحركات والتغيرات أصابت قدراً كبيراً من النجاح في ذلك. وكان في مقدمة أولئك الرياضيين أبولونيوس الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثالث قبل الميلاد وهيباركوس الذي عاش في النصف الثاني من القرن الثاني قبل الميلاد، وهذا الأخير هو أعظم فلكي إغريقي.

كلوديوس بطلميوس (القلوذي)

وفي منتصف القرن الثاني الميلادي، تم جمع هذه التطورات الرياضية الفلكية مع تطورات جديدة في كتاب جامع شامل هو ما أسماه العرب لاحقاً كتاب "المجسطي" للرياضي المصري العظيم كلوديوس بطلميوس Claudius Ptolemy. وقد استعمل بطلميوس الأساليب الرياضية الآتية في إقامة أنموذجه الرياضي الذي ظل يشكل محور علم الفلك منذ بداية القرن الثالث الميلادي وحتى القرن السابع عشر الميلادي.

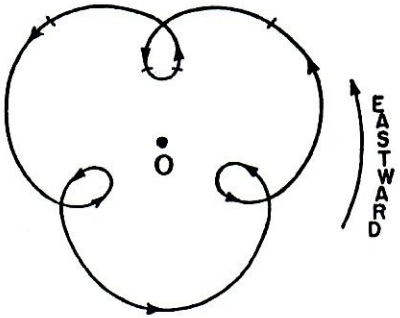
1. استعمل بطلميوس دوائر يقع مركز الواحدة منها لا في مركز الأرض، وإنما في نقطة قريبة منه. وسميت الدوائر المنحرفة أو أفلاك العوج Eccentrics.

2. لكن أعظم أداة رياضية استعملها كانت ما يعرف بأفلاك التدوير Epicycles والأفلاك الحاملة Deferents. ومؤداها أن الكوكب المعني لا يقع بصورة مباشرة على محيط الفلك الحامل الرئيسي الذي يحيط بالأرض، وإنما يقع على محيط دائرة أخرى يقع مركزها على الفلك الحامل ويدور معه.



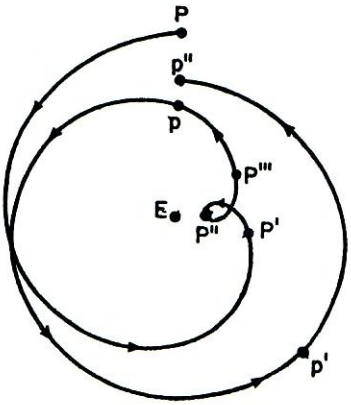
الكوكب = P
مركز فلك التدوير = O'
مركز الفلك الحامل = O

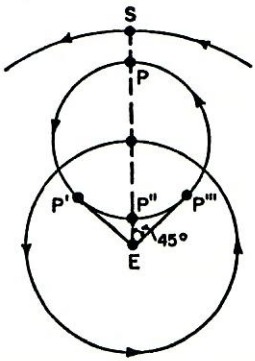
فإذا كان فلك التدوير يدور في اتجاه دوران الفلك الحامل، حصلنا على الوضع الآتي:

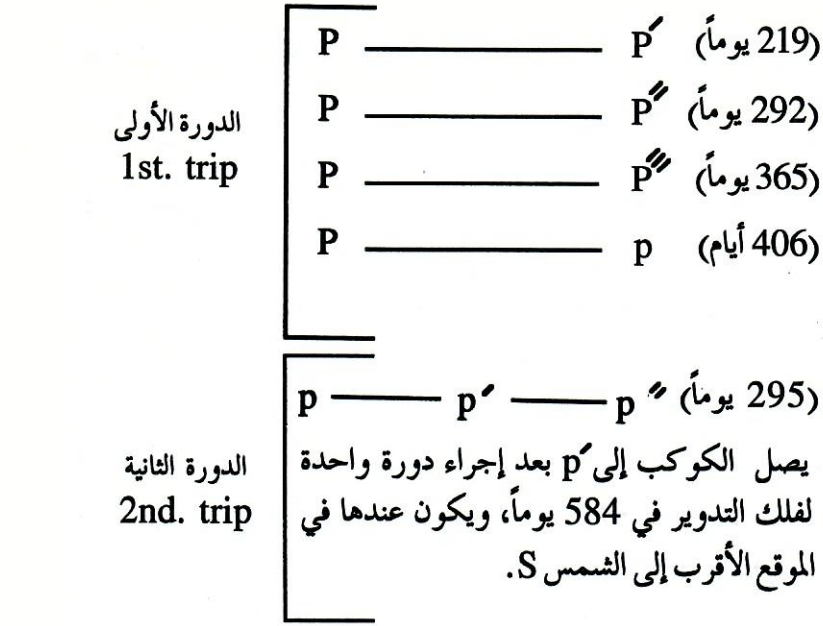


هكذا فسر هيبارخوس وبطلميوس الحركة الرجوعية للكواكب.

وكان من الممكن أن يحمل فلك التدوير الأول فلك تدوير ثان يحمل بدوره الكوكب. وبهذه الطريقة، وبإجراء التعديلات المناسبة على سرع هذه الدوائر وأقطارها، تمكن بطلميوس من وصف الرصدات والتنبؤ بها بدقة كبيرة نسبياً. وكان هناك نوعان من أفلاك التدوير: أفلاك التدوير الرئيسية المسؤولة عن الحركات الرجوعية، وأفلاك التدوير الثانوية التي استعملت لزيادة الدقة المقدارية للأنموذج. وقد افترض بطلميوس وجود فلك تدوير رئيسي لكل كوكب.ولنأخذ مثلاً على ذلك حركة كوكب الزهرة (P) حول الأرض. وقد افترض بطلميوس في هذه الحال أن الفلك الحامل يدور دورة كاملة في العام وأن فلك التدوير الذي يقع عليه الكوكب يدور دورة كاملة كل 584 يوماً. كذلك افترض (اعتباطياً) أن الشمس والأرض ومركز فلك التدوير تقع دوماً على الخط المستقيم ذاته، وذلك انسجاماً مع الحقيقة الرصدية أن كلاً من الزهرة وعطارد يظل ملازماً للشمس باستمرار وأنى كانت في السماء. ونلاحظ من الشكل أدناه مدى تعقد مدار الزهرة حول الأرض وعدم انتظامه، ونجاح أنموذج بطلميوس البسيط نسبياً في حسابه وبيان معالمه. إذ تتسم دورات الكوكب حول الأرض في أنها غير منتظمة، لا من حيث طول فتراتها ولا من حيث تفصيلاتها المدارية.







3. نقط المحاذاة Equant Points:

كانت الدوائر التي درج على استعمالها الفلكيون الإغريق تعبر عن حركات دائرية بسرع منتظمة بالنسبة إلى مراكزها (نعني بالسرعة تغير الزاوية التي تمسحها النقطة المتحركة مع الزمن). أما بطلميوس، فقد ابتكر نوعاً جديداً من الدوائر تعبر عن حركات بسرع غير منتظمة بالنسبة إلى مراكزها، لكنها تكون منتظمة بالنسبة إلى نقط تقع في محاذاة المراكز Equants.

تعليقات حول نظام بطلميوس.

1. كان نظاماً مرناً يمكن تطويعه لاستيعاب أي رصد جديد.

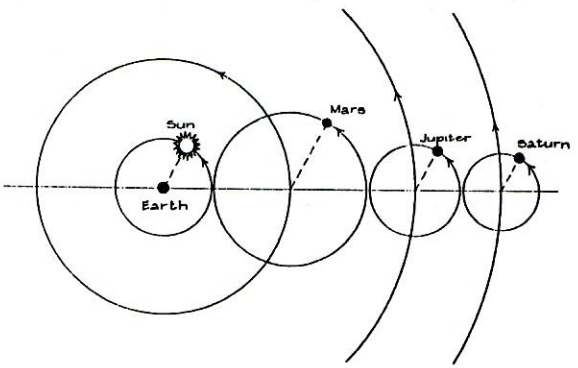
2. كان أنجح محاولة للمزاوجة بين مشروع أفلاطون والرصدات المتنامية، لكنه لم يصب نجاحاً كاملاً في هذا المضمار.

3. كان معقداً جداً وازداد تعقداً مع الزمن.

4. كان من الواضح أنه من الصعب جدا المزاوجة بينه وبين أي أنموذج ميكانيكي، بمعنى أنه كان ذا طابع رياضي لافيزيائي.

5. لم يكن أنموذجاً دقيقاً للتنبؤ، بمعنى أنه إذا عرفنا موضع كوكب وسرعته في لحظة زمنية معينة، لم يكن من الممكن التنبؤ بمساره اللاحق بدقة كبيرة من أنموذج بطلميوس. لقد كان هذا الأنموذج ناجحاً في استيعاب الرصدات القديمة وربطها في بعضها، لكنه لم يكن ناجحا تماماً في التنبؤ. ومن هنا برزت محدوديته في وضع الأزياج والتقاويم.

6. لم يكن من الممكن حساب الأبعاد النسبية للكواكب على أساس أنموذج بطلميوس، وذلك بعكس نظام كوبرنيكوس الشمسي اللاحق.



دورات الكواكب الخارجية وفق بطلميوس

7. كان يتضمن بعض الانتظامات والعلاقات الاعتباطية التي افترضها اعتباطياً ولم يقدم أي تفسير لها:

(أ) افترض أن الفلك الحامل لكل من عطارد والزهرة يدور دورة واحدة في العام الواحد وأن الأرض والشمس ومركز فلك تدوير الكوكب تقع دائماً على خط مستقيم واحد، وذلك كيما ينسجم مع حقيقة أن هذين الكوكبين يقعان دوماً قرب الشمس.

(ب) افترض أنه، في حال الكواكب الخارجية، يكون مجموع دورات فلك التدوير والفلك الحامل لكل كوكب في فترة زمنية معينة مساوياً لعدد دورات الفلك الحامل للشمس. مرة أخرى نجد هذا الترابط العجيب بين حركات الكواكب وحركة الشمس.

(ج) لم يستطع أن يفسر لماذا تحدث نقطة التحول في الحركة الرجوعية عندما يكون الكوكب في وضع التعارض، أي عندما يقع فوق الرأس مباشرة عند منتصف الليل.

(د) لم يستطع أن يفسر لماذا تحدث الحركة الرجوعية عندما يكون الكوكب عند إضاءته القصوى.

(هـ) لم يستطع أن يفسر التغيرات الكبيرة التي تحدث في حجم الكواكب وشدة إضاءتها.

وقد استطاع كوپرنيكوس تفسير ذلك كله بصورة طبيعية بافتراض أنموذجه الشمسي، حيث تدور الأرض والكواكب حول الشمس وتدور الأرض حول نفسها ويدور القمر حول الأرض.

علم الهيئة العربي

أدرك بطلميوس جيداً أن أنموذجه الرياضي يتعارض في بعض جوانبه مع الفيزياء الأرسطية والمشروع الأفلاطوني، أو أنه على الأقل لا ينبع بصورة واضحة من أنموذج أرسطو الميكانيكي. وترك أمر حل هذه المعضلة إلى الأجيال القادمة.

وشكلت هذه المعضلة محور علم الفلك العربي الإسلامي (أو علم الهيئة كما كان يسميه العرب). وقد سارت الممارسات العربية الفلكية والكوزمولوجية في ثلاثة اتجاهات متوازية:

(1) الاتجاه الرصدي

تم اجراء المزيد من الرصدات الأكثر دقة للظاهرات الفلكية ووضع الأزياج (جمع زيج) المفصلة، والزيج جدول يبين مواقع الأجرام السماوية وسرعها الزاوية على مدار الأيام والشهور والسنين. ومن الأزياج المشهورة: الزيج الذي وضعه الخوارزمي (ت 232 هـ)، وزيج محمد بن جابر بن سنان الحراني البتاني (240 هـ – 317 هـ)، وزيج ابن يونس الصفدي المصري (ت 397 هـ /1007م) المعروف بالزيج الحاكمي الكبير نسبة إلى الحاكم بأمر الله الفاطمي (ت 411 هـ). ومن الفلكيين العرب المشهورين في مجال الرصد: جعفر بن محمد بن عمر البلخي المعروف بأبي معشر الفلكي (ت 272 هـ) ، والبتاني، وأعظمهم عبد الرحمن الصوفي الرازي (ت 376هـ) صاحب كتاب "صور الكواكب الثابتة"، والقزويني (ت 682 هـ)، وابن يونس.

(2) الاتجاه النظري

وتركزت المحاولات في هذا الاتجاه حول ما يسمى معضلة نقطة المحاذاة Equant. إذ وجد الفلكيون العرب في هذه الفكرة البطلمية خروجاً صارخاً على المشروع الأفلاطوني والفيزياء الأرسطية، بل وتعارضا كاملاً معهما. إذ انطوت هذه الفكرة على أن الأفلاك الأرسطية تدور بانتظام حول محاور لا تمر في مراكزها، وهو أمر مستحيل ميكانيكياً. وقد حاول الفلكيون العرب إيجاد بديل لهذه الفكرة ينسجم مع فيزياء أرسطو من جهة ويعطي وصفاً دقيقاً للرصدات في آن. وبصورة عامة، فقد حاولوا تعديل أنموذج بطلميوس بما ينسجم مع أنموذج أرسطو الميكانيكي، أو اشتقاق صورة معدلة للأول من الثاني ومبادئه. أي حاولوا اشتقاق أنموذج رياضي متطور يتضمن كثيراً من الأساليب البطلمية، من المبادىء الفيزيائية الأرسطية. وقد جرت الكثير من المحاولات في هذا المضمار، يمكن تبويبها في مدرستين رئيسيتين: المدرسة المشرقية وأشهر أعلامها الحسن بن الهيثم (ت 1038م) وابن سينا وأبو عبيد الجزجاني ومؤيد الدين العرضي وناصر الدين الطوسي (ت 1274م) وقطب الدين الشيرازي (ت 1311م) وابن الشاطر (ت 1375م)؛ والمدرسة المغربية وأشهر أعلامها ابن باجة (ت 1139م) وابن طفيل (ت 1185م) وابن رشد (1126 – 1198م) والزرقالي والبطروجي (~1200م) وجابر بن الأفلح (~1200م). وقد وصلت هذه المحاولات أوجها في ابن الشاطر الدمشقي الذي طور نماذج بديلة أصابت قدراً كبيراً من النجاح في وصف الرصدات من دون أن تعارض الفيزياء الأرسطية.

(3) الاتجاه الميتافيزيقي

وهو الاتجاه الذي حاول أن يبني كوزمولوجيا على أساس النظريات

الفلكية السائدة آنذاك واعتماداً على الفلسفة واللاهوت. لقد حاول أصحاب هذا الاتجاه أن يربطوا بإحكام ما بين جملة من المبادىء الميتافيزيقية واللاهوتية المستمدة من فيثاغورس وأفلاطون وأرسطو وأفلوطين والأديان السائدة وما بين النماذج الفلكية السائدة، وأن يبينوا كيف تنشأ الأخيرة من الأولى. ونذكرفي هذا المقام: إخوان الصفا، البيروني، الفارابي، ابن سينا.

كوزمولوجيا الفارابي

وعلى سبيل المثال، فقد استعمل الفارابي نظرية الفيض لأفلوطين لتفسير نشوء الكون الأرسطي. فقسم الموجودات إلى صنفين رئيسيين: واجب الوجود (الله) وممكن الوجود. واعتبر واجب الوجود هو السبب الأول واعتبر وجود ممكن الوجود دليلاً قاطعاً على وجود واجب الوجود. ورأى أيضاً أن ممكن الوجود يوجد بالفيض من واجب الوجود بمعنى أنه يفيض عن وجود واجب الوجود. ولما كان واجب الوجود عقلاً بحتاً يشكل وحدة بسيطة واحدة لا تتجزأ، بات لا يفيض عنه إذ يعقل ذاته سوى عقل، وهو العقل الأول. وهذا أزلي شأنه شأن واجب الوجود. وتنشأ التعددية من هذه العلاقة الفيضية الأولى. إذ إنّ التعددية تنشأ من تعدد المعقولات. فالعقل الأول يعقل ذاته ويعقل مبدأه (واجب الوجود). ويفيض عن الفعل العقلي الأول كرة سماوية (أو فلك) جرماً ونفساً، وتكون النفس هي مبدأ حركة جرم الفلك. ويفيض عن الفعل الثاني عقل ثان، الذي يفيض عنه إذ يعقل ذاته ومبدأه فلك ثان وعقل ثالث. وهلم جرا حتى نصل إلى العقل العاشر الذي فاض هو وفلك القمر عن العقل التاسع، مروراً بفلك النجوم وأفلاك زحل والمشتري والمريخ والشمس والزهرة وعطارد والقمر بالترتيب. وعند العقل العاشر ينتهي "صدور الأشياء المفارقة التي هي في جوهرها عقول ومعقولات"، كما ينتهي عند فلك القمر "وجود الأجسام السماوية وهي

التي بطبيعتها تتحرك دورا". وعوضاً عن ذلك، تصدر عن العقل العاشر النفوس الأرضية والهيولي المشتركة لجميع الأجسام (المادة الأولية). وتتحول الهيولي بفعل حركة الأفلاك إلى العناصر الأربعة (التراب والماء والهواء والنار) التي منها تتكون الأجسام الأرضية. وبمجرد أن يتكون جسم ما على هذا الغرار يفيض عليه العقل العاشر الصورة التي تناسبه (لذلك سمي هذا العقل واهب الصور؛ وسمي أيضاً العقل الفعال). وبذلك يتخذ الجسم شكلاً زائداً على جسميته فيصبح من الكائنات الأرضية (جماد، نبات، حيوان، إنسان).

هكذا يبني الفارابي كوزمولوجيا متكاملة ذات طابع ميتافيزيقي على أساس علم الهيئة الأرسطي البطلمي. وقد بنى ابن سينا أنموذجاً كوزمولوجياً آخر مشابهاً لأنموذج الفارابي وعلى أساس الأخير فيما بعد.

لاحظ أن الجوهر الميتافيزيقي لعلم الهيئة أتاح للفارابي وابن سينا إمكانية تأسيسه وتعليله وتفسيره ميتافيزيقياً. وبالمقارنة، فإن الجوهر الفيزيائي لعلم الفلك الحديث أتاح المجال أمام علماء اليوم لتأسيسه وتعليله وتفسيره فيزيائياً. إذ فيما ارتكز الفارابي إلى نظرية الفيض الميتافيزيقية في "تفسيره"، فإنّ علماء اليوم يرتكزون إلى النظرية الفيزيائية السائدة (النسبية العامة، ميكانيكا الكنتم، نظرية المجالات) في ذلك.

الطريق إلى كوپرنيكوس

ويبدو أن المحاولات الفلكية العربية لإزالة نقطة المحاذاة من النظام البطلمي من دون أن يخل ذلك بدقة الوصف وللتوفيق بين أرسطو وبطلميوس هي التي أقنعت كوپرنيكوس (1473م – 1543م) في ما بعد باستحالة التوفيق

بين المشروع الأفلاطوني والرصدات ضمن إطار نظم مركزية الأرض، الأمر الذي دفعه صوب نظام مركزية الشمس. لكنه أحيا النظام الأخير في ظروف أكثر مواءمة وتطوراً. إذ استعمل لهذه الغاية أدوات أكثر تطوراً من الأدوات التي كانت في حوزة أرستاركوس، وفي مقدمتها الأساليب الهندسية البطلمية وحساب المثلثات العربي. لقد كان كوبرنيكوس مستعداً أن يضحي بمركزية الأرض وميكانيكا أرسطو في سبيل الحفاظ على التبسيط والتناسق الهندسي بالمعنى الأفلاطوني. فمن الواضح أن كوپرنيكوس كان فيثاغورياً أفلاطونياً، وأنه كان يحاول احياء التراث الفيثاغوري في علم الفلك، وهو التراث الذي تم تهميشه في الحضارة الهلنستية والعربية الإسلامية والأوروبية المسيحية. هذا كان هدفه المعلن. أما نتيجة عمله فلم تكن تحقيق هذا الهدف، وإنما كانت إشعال شرارة الثورة العلمية الكبرى التي أتت على الفلسفة الطبيعية القديمة برمتها.

المغزى الاجتماعي الفكري للثورة العلمية الكبرى

ما هي العناصر والبنى والعلاقات التي أصابها التحويل بفعل الثورة العلمية الكبرى؟ كيف تميز العلم عن الفلسفة الطبيعية القديمة من حيث العلاقات والبنى الداخلية والخارجية؟ يمكن إجمال هذه التحولات في النقاط الآتية:

1. انعكاس علاقة الهيمنة بين العلم والميتافيزيقا في حقل إنتاج المعرفة: بعد أن كان العلم مشتقاً من الميتافيزيقا وملحقاً بها، أضحت الميتافيزيقا مشتقة منه وملحقة به (غاليليو في مجابهة أرسطو).

2. انقلاب منطق سيرورة المعرفة من منطق برهاني إلى منطق اكتشاف (نقد بيكون لأرسطو).

3. بروز نمط جديد من المثقفين وهيمنتهم على مؤسسات الفكر والمعرفة (علاقتهم مع النهضة الأوروبية ومع البرجوازية الأوروبية الناشئة).

4. نشوء طبقات مؤهلة من حيث الاحتياجات التاريخية والوعي لحمل هذا النمط الجديد من المثقفين وتوفير مستلزمات بناء مؤسساتهم (عن طريق الملكيات المطلقة في مجابهة السلطة الدينية).

5. الالتحام الجدلي بين الإنتاج المعرفي والإنتاج المادي وتطور كل منهما ليستوعب احتياجات الآخر: قبل الثورة العلمية الكبرى، يكون تطور العلم رهناً للاحتياجات الحرفية والتجارية والآيديولوجية، فيكون متقطعاً. أما بعد هذه الثورة، فإن العلم يكتسب استقلالية بنيوية تؤهله لأن يغدو مولداً لتلك الاحتياجات.

6. الإدراك المنهجي (على صعيد المنهجية) لمادية الطبيعة (استقلالها وموضوعيتها ووحدتها الجدلية)، بمعنى إدراك أنها نظام من الميكانيزمات المادية المتفاعلة معاً والمنتجة للظواهر. وينبغي مقارنة ذلك مع التصورات السابقة للطبيعة (الأنثروبولوجية والحيوانية Animistic والجمالية والموسيقية والصوفية والميتافيزيقية).

7. اعتبار الخبرة العملية اليومية مجرد مادة خام للإنتاج المعرفي وإيجاد ميكانيزمات خاصة في هذه السيرورة لإنتاج خبرة خاصة بها. ومعنى ذلك أن العلم يخلق خبرته الخاصة به ولا يرتكز إلى الخبرة التي تخلقها الحياة.

8. إدراك جدل المقداري – النوعي في الطبيعة. وبصورة خاصة إدراك أن المظاهر المقدارية هي تعبيرات عن فروق نوعية أعمق. ويرتبط بذلك الإدراك المنهجي لمفهوم التفاعل المادي بين الموجودات المادية، وهو المفهوم الذي يعبر بدقة عن كون الطبيعة وحدة متنوعة، تتنوع على مستويات ويجد

هذا التنوع وحدته على صعيد ومستويات أخرى.

9. التحرر من سلطة السلف، لا بل تحديها، ومن ثم رفض قدسية الأفكار والتركيز على الاختبار المنطقي والإمبريقي وصوغ الأفكار القابلة لذلك. وتستلزم هذه السمة شروطاً اجتماعية تاريخية معينة، مثل نشوء قوى اجتماعية معينة قادرة على (وفي حاجة إلى) تحدي السلطة السائدة (عصر النهضةالأوروبية).

10. تحرير الفلسفة من ميتافيزيقا الطبيعة.

11. تحرير المنهجية العلمية من الآيديولوجيا والميتافيزيقا، بمعنى تسخير الاعتبارات الجمالية والميتافيزيقية والآيديولوجية أدوات للاكتشاف وبناء الفرضيات، لا اعتبارها قيوداً وقواعد لاستنباط الحقائق والأحكام.

12. الإدراك المنهجي للانهائي في الطبيعة (لانهايتا باسكال)، وهو ما انطوت عليه نظرية كوبرنيكوس وتحليل غاليليو ونيوتن للحركة. (انظر في هذا الصدد ما يقوله جون ديوي عن ظاهرة العلم).

13. الإدراك المنهجي لمادية الحواس، ومن ثم حدود فعلها بوصفها أدوات قياس وأدوات تمييز، وعدم اعتبار الخبرة اليومية التي تنتجها الحواس أساساً للمعرفة، وإنما مادة خام فقط لها. ومن هنا تنبع أهمية استعمال أدوات القياس والتحليلات المقدارية الدقيقة. ويرتبط بذلك التمييز بين عالم المظاهر وبين أساسه المادي، بين الظاهر والباطن. فالخلط بينهما يحول دون إنتاج المعرفة العلمية. إنّ العالم الذي تظهره الحواس يومئ إلى الطبيعة ويشير إليها لكنه ليس مطابقاً لها. وهذا هو أساس الالتحام الجدلي بين التنظير الرياضي والتجريب في المنهجية العلمية.

14. الإدراك المنهجي للعلاقة المادية التفاعلية بين النظام المادي ومنظومة الظاهرات المراد دراستها وبين شروطها وبيئتها (إدراك مفهومي النظام المادي المغلق والنظام المادي المفتوح).

ويتمثل هذا الإدراك في ما يمكن تسميته المخيال العلمي، والذي تجلى أكثر ما تجلى في التجارب الفكرية لغاليليو وآينشتاين.

ويتسم هذا المخيال بقدرته على التجريد، وفصل العوامل والظروف والميول عن بعضها، وتصور الحدود والحالات الحدودية (المثالية لكن الواقعية في آن)، ومن ثم التوصل إلى أبسط الأشكال وأكثرها عمومية للقوانين التي تحكم التفاعلات المادية.

15. الإدراك المنهجي للفرق الكيفي بين الخصائص الأولية والخصائص الثانوية واعتبار الثانية مشتقة من الأولى وتعبيراً ذاتياً عنها، ومن ثم التركيز على بناء مفهومات وتعريفات ملائمة لوصف الخصائص الأولية باستعمال الرياضيات والقياس والتجربة. وينبع من ذلك دور جديد للرياضيات والبناء المفاهيمي. فالرياضيات ليست مجرد أداة لتنظيم القياسات وحساب المشاهدات وليست صورة للغز الوجود، كما هو الحال عند الفيثاغوريين، وإنما هي صورة متنامية لمنطق الطبيعة المتشعب ومن ثم لغة لصوغ العلاقات والقوانين وأداة لبناء المفهومات والفرضيات العلمية المطابقة لمنطق الواقع المادي. وقد شكل هذا التفريق أساساً لفلسفة القرنين السابع عشر والثامن عشر.

16. إرساء حل المشكلات والتناقضات الظاهرية آلية أساسية من آليات إنتاج النظريات والمعرفة.

17. اعتماد مبدأ نسبية التفسير ونبذ التفسيرات النهائية، بمعنى القبول بوجود مستويات هرمية للطبيعة مستقلة نسبياً عن بعضها والالتزام بمبدأ عدم القفز عن المراحل أو حرقها.

18. إيلاء المشاهدة المقدارية الدقيقة والتجربة والرياضيات الدور الأساسي في بناء المفهومات والتعريفات المطابقة للواقع والقادرة على وصفه والتعبير عن علاقاته وقوانينه، وعدم الاكتفاء باشتقاقها من مادة الحس المباشر

أو من المبادىء الميتافيزيقية والجمالية العامة.

19. جوهر الفرق بين مرحلة ما قبل تاريخ العلم وبين مرحلة تاريخ العلم يكمن في كيفية بناء المفاهيم واشتقاقها في المرحلتين. ففي المرحلة الثانية، يتم اشتقاق المفاهيم الأساسية من تدبر الموضوع فكرياً وعملياً، أي من التفكير في الظواهر والسيرورات واستعمال المخيال العلمي (وأدواته الرئيسية التحليل والتجريد) في ذلك وفي إجراء القياسات والاختبارات والتجارب (الفكرية والحقيقية). هكذا يتحدد معنى المفهوم العلمي المطابق للواقع بدقة. أما في المرحلة الأولى، فإن المفاهيم المطبقة على الظاهرات وسيرورات الموضوع ليست مشتقة من الموضوع أو من الممارسة بصدد الموضوع، وإنما مشتقة من موضوع آخر هو الذات والمجتمع ومسقطة إسقاطاً على الموضوع. والنتيجة أن النماذج الكونية والطبيعية في هذه المرحلة لا تكون قابلة لأن تختبر وتترجم إلى مشاهدات واختبارات وتجارب محددة، ولا تشكل أدوات للاستكشاف، وإنما لتعزيز معتقدات وممارسات وشعائر وعواطف معينة، الأمر الذي يدخلها كلياً في إطار الآيديولوجيا، لا العلم.

20. في مرحلة ما قبل تاريخ العلم يتم تكوين الكثير من العناصر المكونة للعلم، ولكنها تكون متفرقة عن بعضها ومندغمة في أطر آيديولوجية، ومن ثم تكون لها وظائف أخرى غير الوظائف التي تكتسبها في العلم. ويكمن جوهر الثورة العلمية الكبرى في الطريقة الجدلية التي تحرر بها هذه العناصر من أطرها القديمة وتدمجها معاً في المنهجية العلمية. (مثلاً البرهان الرياضي، البرهان المنطقي، البرهان الفلسفي، العقل الاستنتاجي، الرصد الدقيق، بناء النماذج الرياضية، التجربة، بعض النماذج العقلانية).

(4)

الكون المتسع

مقدمة في الكوزمولوجي

اللانهاية

اللانهاية! قد يقول قائل إنها لازمت الإنسان بوصفها بنية إدراكية واعية منذ فجر التاريخ ملازمة الطفل لأمه (أو ربما الأم لطفلها). إننا نقر بذلك، شريطة أن نتذكر أنها ظلت هائمة في متاهات اللاهوتيات ومجمدة في عالم الرياضيات المجرد، ولم تتفتق فعلياً، مظهرة هيئتها الكامنة في الطبيعة للبصيرة البشرية برمتها، قبل أن تتفجر ينابيع النهضة الإنسانية في أوروبا إبان القرنين الخامس عشر والسادس عشر. ولعل هذا التصادم المباشر مع اللانهاية الفعلية هو السبب الرئيسي في هيمنة تلك الحيرة القصوى وذلك القلق اللامتناهي على حياة الإنسان الحديث.

وعلى أية حال، فما إن وجه الإنسان تلسكوباته إلى السماء وتفكيره خارج إطار القرون الوسطى التفكيري حتى بدأت اللانهاية تتجلى لعينيه مباشرة مبددة طمأنينة الجنين التي كان يشعر بها من قبل إلى غير رجعة.

ولعل هذا الفصل يرمي، من ضمن ما يرمي إليه، إلى بيان الكيفية المنطقية التي تم بها تفتق اللانهاية الفعلية الممثلة بالكون بوصفه كلا. وهذا بالفعل ما أقصده "بالكون المتسع". ولربما كان من الأدق أن أسمي هذا الفصل "الطريق إلى اللانهاية". إذ إن العنوان أعلاه قد يوحي بأنني سأقصر كلامي على النظرية الكونية الحديثة التي تقول إن الكون برمته يتسع ويتمدد باطراد، مع أن هذه النظرية لن تشكل إلا بنداً واحداً من الفصل. ومن ناحية أخرى، يمكن النظر إلى هذا الفصل على أنه تعريف بالهيكل المنطقي العام لعلم الكون (الكوزمولوجي) والكيفية المنطقية التي ترتبط بها مفاهيمه الأساسية. والحقيقة أن التطور المنطقي لهذه المفاهيم ليس سوى الانعكاس النظري لتفتق اللانهاية الفعلية.

ومن الطبيعي أننا سنتطرق إلى التاريخ الزمني لتطور هذا العلم، ولكن ليس على أساس أنه كومة من الاكتشافات الفلكية المرتبطة معاً زمنياً فقط، وإنما من وجهة نظر الترابط المنطقي بين أحداثه الزمنية. وفي اعتقادنا أن هذا النهج يستلزمه عمق المعالجة الذي نصبو إليه.

موضوع الكوزمولوجي

يمكن تحديد موضوع الكوزمولوجي بتحديد نطاقات الطبيعة التي تم التعرف عليها حتى الآن، وهي نطاقات زمكانية تختلف كيفياً عن بعضها، بمعنى أن لكل منها منطقه الخاص ونسقاً نظرياً خاصاً. وفي ضوء ما تم حتى الآن من تراكم معرفي، فإنه يمكننا تقسيم الطبيعة إلى النطاقات الآتية بدلالة الأطوال المكانية (وهو تقسيم أولي وتقريبي بالطبع):

اسم النطاق	المدى المكاني	الإطار النظري
1. النطاق الكوني	10^{10} سم – محيط الكون المرئي	نظرية النسبية العامة
2. النطاق الجاهري	10^{-4} سم – 10^{10} سم	الفيزياء الكلاسيكية
3. نطاق الذرات والجزيئات	10^{-10} سم – 10^{-4} سم	ميكانيكا الكنتم التقليدية
4. نطاق التفاعلات الكهرمغناطيسية بين الجسيمات دون النووية	10^{-15} سم – 10^{-10} سم	الإلكترودينامكا الكنتمية
5. نطاق النواة والكواركات	10^{-17} سم – 10^{-15} سم	الديناميكا اللونية الكنتمية
6. نطاق التفاعلات الليبتونية	10^{-19} سم – 10^{-17} سم	النظرية الإلكتروضعيفة
7. نطاق التحولات الكواركية الليبتونية	10^{-33} سم – 10^{-19} سم	نظريات المجال الموحد (بما في ذلك الجاذبية الفائقة ونظرية الخيوط الفائقة)
8. نطاق نشوء الزمكان	دون 10^{-33} سم	نظرية الجاذبية الكنتمية

ولما كان كل من هذه النطاقات يمثل مرحلة من مراحل نشوء الكون وتطوره (وبالتحديد، لما كانت كل مرحلة من هذه المراحل تنطوي على

واحد أو أكثر من هذه النطاقات)، فإن موضوع الكوزمولوجي يغطي النطاقات المذكورة جميعاً، كما إنّ علم الكوزمولوجي يغطي الأطر النظرية المتعلقة بهذه النطاقات جميعاً.

اللحظات الحاسمة في تاريخ الكوزمولوجي

هناك محطات رئيسية في تطور الكوزمولوجي من المهم التعرف عليها إذا أردنا تحديد البنية النظرية المفاهيمية لهذا العلم. ويمكن إجمالها في الآتي:

1. اكتشاف كروية الأرض وقياس قطرها:

وقد تم ذلك على يد الإغريق في الحقبتين الهلنية والهلنستية. ويذكر في هذا المقام بصورة أساسية اسما أرسطوطاليس وإراتسثنيس. وما كان مثل هذا الاكتشاف ممكناً لولا الثورة الهندسية التي حققها الإغريق في القرنين الخامس والرابع قبل الميلاد.

2. ثورة كوبرنيكوس – نيوتن في القرن السادس عشر والسابع عشر التي كانت نتيجتها أن اعتبرت الشمس مركز الكون بدلاً من الأرض. وقد اقترح كوبرنيكوس أنموذجه الشمسي بناء على الرصدات الفلكية التي كانت متوافرة لديه. واستلزم تأسيس هذا الأنموذج ابتكار المنهجية العلمية ومولد الفيزياء بوصفها علماً مستقلاً. ووجد تفسيره الدينامي المادي على يدي نيوتن (نظرية الحركة والجاذبية).

3. على أن نيوتن لم يستطع أن يفسر المجموعة الشمسية بدلالة قوانينه في الحركة والجاذبية فقط. فما كان منه إلا أن أدخل في تفسيره مفاهيم لاهوتية غامضة. وكان ذلك بمثابة إقرار مبطن منه بعجزه عن إعطاء تفسير علمي شاف لهذه الظاهرة. وبقي الحال كذلك إلى أن جاء الرياضي

الفرنسي "لاپلاس" الذي قام بتنقية علمي الفلك والكون من المفاهيم اللاهوتية والميتافيزيقية في أواخر القرن الثامن عشر وبإثبات استقرار المجموعة الشمسية رياضياً من دون اللجوء إلى غير المفاهيم العلمية. ويحكى بخصوص ذلك أن القائد الفرنسي، نابليون، سأل لاپلاس يوماً عقب اطلاعه على نظرية الأخير: "ألم تترك مكاناً ودوراً في الكون للموجودات اللاهوتية؟" فما كان من لاپلاس إلا أن أجاب باعتداد: "أيها القنصل الأول، إنها فرضيات لا تبرز الحاجة إليها في نظرياتي.". ولم يكتف لاپلاس بذلك، وإنما قام أيضاً بإدخال فكرة النشوء والتطور في علم الكون وإعطائها شكلاً رياضياً علمياً معيناً لأول مرة في تاريخ البشرية. إذ إنه أرسى قواعد ما يسمى النظرية السديمية في أصل المجموعة الشمسية ونشوئها واختلف عن غيره ممن ساهموا في إرساء قواعد هذه النظرية في عصره في أنه قدم معالجة رياضية صارمة لها.

4. اكتشاف لامركزية الشمس في الكون

ظل الاعتقاد أن الشمس هي مركز الكون، بمعنى أن النجوم بوصفها كلا بالإضافة إلى الكواكب تدور حول الشمس، سائداً بعد ثورة كوپرنيكوس حتى وجه الفلكي البريطاني وليم هيرشل تلسكوبه إلى السماء في النصف الثاني من القرن الثامن عشر لدراسة حركة النجوم بالنسبة إلى الشمس. فتبين له أنها تتحرك عشوائياً بالنسبة إلى بعضها وإلى الشمس، وأنه ليس لها حركة حول الشمس. وهكذا، أثبت هيرشل أن الشمس ليست مركز الكون، وإنما هي مجرد نجم يتيه في خضم هائل من النجوم العادية الأخرى. وقد فتح هذا الاكتشاف المصيري الباب على مصراعيه أمام دراسة الظواهر السماوية على النطاق الكوني ووسع مجالات البحث الفلكي لتشمل الكون برمته بعد أن كانت منصبة على المجموعة الشمسية وحسب.

5. اكتشاف تمدد الكون

ما إن أطل القرن العشرون حتى كانت صورة الإنسان عن مجرة درب التبانة التي نعيش فيها قد اكتملت تقريباً. وكان الاعتقاد السائد آنذاك أن الكون مقتصر على هذه المجرة، إذ لم يكن قد اكتشفت بعد أي من المجرات الأخرى. وبقي الحال كذلك إلى أن وجه الفلكي الأميركي هبل Hubble تلسكوبه إلى السماء لدراسة إحدى الغمامات السديمية الحلزونية التي كان يظن أنها تنتمي إلى مجرتنا. وكان شكلها الحلزوني المحدد الذي ميزها عن غيرها من الغمامات السديمية هو الذي لفت نظر هبل وغيره من الفلكيين آنذاك. وبالأخص، ركز هبل نظره على نجم لامع في هذه الغمامة الحلزونية من النوع الذي تتغير شدة إضاءته دورياً بانتظام (متغير كيفايد). وكان معروفاً آنذاك العلاقة الرياضية بين شدة الإضاءة المطلقة لهذا النوع من النجوم (أي كمية الطاقة لتي يشعها النجم في الثانية) وبين الفترة الدورية لها. وبناء على هذه العلاقة وقياساته للفترة الدورية وشدة الإضاءة النسبية (أي كمية الطاقة التي تصلنا من النجم في الثانية)، استطاع هبل أن يستنتج المسافة التي تفصلنا عن هذه الغمامة السديمية الحلزونية. فتبين له أن هذه الغمامة تبعد عنا أكثر بكثير مما كان يتوقعه بناء على الفرضية القائلة إن الكون مقتصر على مجرة درب التبانة. وبعبارة أخرى، تبين له أن هذه الغيمة السديمية لا يمكن أن تكون منتمية لمجرتنا، وبذلك فإنها لا بد وأن تكون مجرة في حد ذاتها (أي مجموعة نجمية مؤلفة من بلايين النجوم) تفصلها مسافات شاسعة عن مجرتنا. وتوالت بعد ذلك اكتشافات لعشرات المجرات الأخرى، الحلزونية منها وغير الحلزونية، وتفتقت أبعاد جديدة للكون مذهلة يتواضع أمامها الخيال الإنساني الجامح نفسه، وتضاءلت مجرتنا فجأة في ضوء هذه الرصدات الثورية حتى غدت كجزيء غاز دقيق يتيه في خضم من الجزيئات الأخرى.

ولم تقف غرابة ما اكتشفه هبل عند هذا الحد. إذ تبين له أيضاً أن الأطياف الضوئية (الكهرمغناطيسية) لهذه المجرات لها إزاحات في اتجاه الضوء الأحمر، بمعنى أن الموجات المكونة لهذه الأطياف أطول من تلك المكونة لطيف الشمس مثلاً. والجدير بالذكر أنه من المسلم به في علم الضوء والموجات أن مثل هذه الإزاحات الضوئية تنتج عن حركة مصادر الموجات بالنسبة إلى أداة القياس. وبناء على ذلك، فقد استنتج هبل أن المجرات تتباعد عن بعضها باستمرار بسرع تتناسب طردياً مع المسافات بينها. وجاء هذا الاستنتاج العلمي مطابقاً للتنبؤات النظرية النابعة من نظرية النسبية العامة. فعندما طبق الرياضي الروسي إسكندر فريدمان هذه النظرية على العلم الكوني، تبين له أنه لا مفر من الاستنتاج أن الكون بوصفه كلا يتسع أو يتقلص باستمرار. وقد انبثقت عن هذه الاكتشافات المذهلة سلسلة من النظريات الكونية التي لا تزال قيد البحث والتطوير.

الظاهرات الكونية

بالنظر إلى خصوصية الكوزمولوجي النابعة من كون موضوع دراسته فريداً من نوعه، يبرز السؤال الآتي: على أي أساس رصدي يمكن دراسة الكون وبناء الكوزمولوجي؟

والجواب هو أن هذا الأساس هو حقيقة أن هناك ظاهرات كونية تقف جنباً إلى جنب مع الظاهرات الموضعية المألوفة. ونعني بالظاهرات الكونية تلك الظاهرات التي تعكس البنية العامة للكون والتي تنتجها ميكانيزمات كونية. وفي مقدمة هذه الظاهرات نذكر:

1. البنية الهندسية المكانية للكون، والتي يمكن استنباطها من الكيفية التي يتحرك بها الضوء على النطاق الكوني.

2. نسبة كتلة المادة المرئية إلى كتلة المادة غير المرئية في الكون، والتي يمكن استنباطها من حركات المجرات.

3. نسب العناصر في المادة المرئية في الكون.

4. نسبة عدد الفوتونات إلى عدد البروتونات في الكون.

5. الحركات العامة للمجرات ومجموعاتها في الكون.

6. توزيع المادة المرئية في الكون.

7. نسبة كتلة المادة إلى كتلة ضديدة المادة.

8. عدد الثقوب السوداء الصغيرة في الكون.

9. عدد المونوبولات المغناطيسية في الكون.

10. العلاقة بين توزيع المادة المرئية وبين الخيوط الكونية في الكون.

11. سرع الكويزرات وأبعادها وخصائصها.

12. الكثافة الموضعية للمادة في الكون.

13. أعمار الكواكب والنجوم والمجرات والتي يمكن استنباطها من نسب العناصر فيها، وبخاصة العناصر المشعة.

14. إشعاع الخلفية من حيث طبيعته ودرجة حرارته ودرجة تجانسه.

15. ظلمة السماء.

وسنركز فيما تبقى من هذا الفصل على ظاهرة ظلمة السماء (أو ما يسمى معضلة أولبرز) ومغزاها الكوني.

معضلة أولبرز

كان أولبرز يعلم أن هناك ملايين النجوم في الفضاء المحيط بالأرض. هذا ما دلت عليه رصداته ورصدات غيره من الفلكيين في عصره والعصور التي سبقته. وكان يعلم أيضاً أن مسافات شاسعة تفصل هذه النجوم عن بعضها وعن شمسنا مما يجعل هذه النجوم العملاقة تبدو على هيئة نقط ضوئية باهتة، بمعنى أن جزءاً صغيراً جداً فقط من الطاقات الضوئية التي تشعها يصل إلي سطح الأرض. ولم يفته أن المسافات التي تفصل هذه النجوم عن الأرض تتفاوت كثيراً. وقد فسر التفاوت الملحوظ في شدة الإضاءة بين هذه النجوم على هذا الأساس. إذ إنه اعتبر لمعان النجوم اللامعة دلالة على قربها من الأرض وبهوت النجوم الباهتة دلالة على بعدها عنها.

وقد أثارت هذه المعرفة في ذهنه (وذهن كپلر من قبله) السؤال الآتي: صحيح أن كل نجم على حدة لايؤثر إلا قليلاً على ظلمة السماء، ولكن ماذا بشأنها مجتمعة؟ ماذا بشأن تلك الطبقات النجمية المحيطة بالأرض التي لا تعد ولا تحصى؟ خذ دقيقة رمل مثلاً. إنك تكاد لا تراها. ولكن اجمع بليوناً منها، تحصل على تلة بحجم القصر.

ولم يكتف أولبرز بالتساؤلات وطرح الظنون، وإنما شحذ همته لحساب مقدار الطاقة الضوئية التي تصلنا من النجوم بناء على افتراضات معقولة لا تتناقض مع المبادىء الفيزيائية السائدة في عصره. وقد اضطر إلى اللجوء إلى افتراضات ذهنية وجمالية بحتة نظراً إلى عدم توافر المعلومات الفلكية الكافية في عصره.

كانت افتراضات أولبرز الأساسية كالآتي:

1. إن النجوم هي الدقائق المادية الأولية المكونة للكون.

2. إن معدل عدد الدقائق الأولية ثابت مكانياً وزمانياً، بمعنى أن هذا العدد كما هو في منطقتنا الكونية لا يختلف عنه كما هو في المناطق الكونية البعيدة عنا، وأنه ظل كما هو عليه عبر بلايين السنين.

3. إن معدل شدة إضاءة هذه الدقائق ثابت مكانياً وزمانياً، بمعنى أن متوسط لمعان النجوم لا يختلف باختلاف المكان والزمان.

4. إن الكون لامتناه مكانياً وزمانياً، بمعنى أنه يمتد إلى اللانهاية في المكان والزمان. وقد اضطر أولبرز إلى مثل هذا الافتراض، حيث إن الفرضية الثانية تتعارض حسب قوانين نيوتن في الجاذبية مع القول بأن الكون محدود.

5. إن الكون بوصفه كلا ستاتيكي، بمعنى أنه لا يتقلص ولا يتمدد.

6. إن قوانين الطبيعة لا تتغير مكانيا وزمانيا، بمعنى أن القوانين التي توصلنا إليها في منطقتنا صالحة في كل مكان وزمان.

وقد بدأ أولبرز حسابه بتقسيم الفضاء المحيط بالأرض إلى طبقات نجمية متساوية في السماكة بحيث يحتوي كل منها على عدد كبير من النجوم. وتبين له بناء على افتراضاته المبينة أعلاه أن مقدار الطاقة التي تصل إلى الأرض من أي من هذه الطبقات لا يعتمد على بعدها عن الأرض (أي، على نصف قطرها)، ولكنه يتناسب طردياً مع سماكتها. وهذا مساوٍ للقول إن مجمل الطاقة الإشعاعية التي تصلنا من جميع الطبقات يتناسب طردياً مع نصف قطر الكون. وهذا بدوره يعني بناء على الافتراض الرابع أن مجمل هذه الطاقة لامتناه، أي أن طبقات النجوم الباهتة البعيدة عن الأرض تدعم بعضها لتنير سماء الليل بجهنم بيضاء تخطف الأبصار والأجسام معاً في لمحة بصر.

حاول أولبرز أن يجد حلاً لمعضلته تلك بأن أخذ بعين الاعتبار حقيقة أن الطبقات النجمية القريبة تحجب جزءاً من الأشعة القادمة من الطبقات البعيدة. ومع أن هذا العامل أدى إلى الحصول على قيمة محدودة لمجمل الطاقة (= درجة الحرارة)، إلا أنه لم يخفضها إلى القيمة المطلوبة، وإنما إلى حوالي 10 000 فهرنهايت. وهذه كفيلة بجعل الأرض تتبخر إلى غاز ملتهب في لحظات معدودة. ما الحل إذاً؟

ليس هناك مفر من الاستنتاج أن ظاهرة ظلمة السماء في الليل دلالة أكيدة على بطلان بعض افتراضات أولبرز إن لم يكن كلها. بيد أن علماء القرن التاسع عشر لم يجرؤوا على التخلي عن هذه الافتراضات نظراً إلى علاقتها الجذرية بالمبادىء العلمية الأساسية السائدة في عصرهم، والخالدة الراسخة في نظرهم. فما كان منهم إلا أن أهملوا هذه المعضلة وأن تركوا شرف بعثها إلى علماء القرن العشرين.

ولننظر الآن إلى هذه الافتراضات في ضوء الاكتشافات الفلكية الحديثة ولنبدأ بالافتراض الثاني.

في أواخر القرن الثامن عشر، قام هيرشل بقياس توزيع النجوم حول الأرض وتبين له أنه أبعد ما يكون عن الانتظام مكانياً.

ولم تقف رصداته عند هذا الحد، إذ إنها دلت أيضاً على أن الكون متناه وأنه على شكل قرص يدور حول نفسه. وهكذا نرى أن أولبرز وضع افتراضه الثاني والرابع رغماً عن قياسات هيرشل، مضحياً بالقياسات التجريبية في سبيل حسه الجمالي.

وقد دلت التطورات اللاحقة في علم الفلك أن حس أولبرز الجمالي كان حقاً أصدق مما أوحت به رصدات هيرشل، وأن العلة كانت تكمن في

الافتراض الأول، لا في الافتراضين الثاني والرابع. إذ إنه إذا استبدلنا لفظة مجرة بلفظة نجم في الافتراض الأول، فإن الدقائق الأولية المكونة للكون تكون بالفعل موزعة مكانيا بانتظام. على الأقل، هذا هو أحد الاعتقادات السائدة في المجتمع العلمي حالياً. وكذلك الحال بالنسبة إلى الافتراض الرابع. إذ إن هناك عدداً من النظريات الكونية الحديثة التي لا تزال تعتمده أساساً لها.

أما الافتراض الثالث، فإنه غير صحيح إذا اعتبرنا النجوم الدقائق الأولية المكونة للكون. أما إذا أخذنا بعين الاعتبار التعديل في الافتراض الأول المذكور أعلاه فإنه يغدو ممكناً ومعقولا.

أما الافتراض السادس، فلا مفر منه في أية نظرية كونية كلاسيكية كانت أم حديثة. إذ إن القوانين الطبيعية المستقاة من الأحداث الطبيعية في منطقتنا من الكون هي كل ما في حوزتنا من معلومات عامة عن الكون، وإنه من العبث إذاً أن نلقيها جانباً.

يتضح من ذلك أنه إذا عدلنا الافتراض الأول بحيث تستبدل لفظة مجرة بلفظة نجم، فإن الافتراضات الثاني والثالث والرابع والسادس تغدو معقولة، بمعنى أنها لا تتعارض مع الرصدات الفلكية الحديثة.

يبقى اذاً الافتراض الخامس، وهو لا ريب يتعارض مع اكتشافات هبل ونظرية النسبية العامة، ومع ما تلتها من اكتشافات ونظريات كوزمولوجية أخرى.

ولا يخالجنا أي شك اليوم في أن الكون تركيب ديناميكي، بمعنى أنه يتسع بوصفه كلا وأن إمكانية تقلصه في المستقبل كامنة في الرصدات والنظريات الحديثة.

ويرى بعض العلماء المحدثين أنه إذا استبدلنا الافتراض الخامس بالافتراض أن الكون يتسع باستمرار حسب قانون هبل، وإذا أبقينا الافتراضات الباقية كما هي في نظرية أولبرز باستثناء التعديل في الافتراض الأول المقترح أعلاه، لتوصلنا إلى مقدار لمجمل الطاقة الإشعاعية يتفق وظلمة السماء في الليل. والسبب في ذلك هو: (أ) أن الطاقة التي تصلنا من جسم مشع يبتعد عنا تقل كلما ازدادت سرعته حتى تصل إلى الصفر عندما تصل سرعته سرعة الضوء؛ (ب) أن تمدد الكون يدل على أن عمر الكون محدود، ومن ثم أن الكون المرئي محدود أيضاً. وهكذا، فإنّ أولئك العلماء يرون أن ظلمة السماء في الليل دلالة شبه أكيدة على أن الكون تركيب ديناميكي يتسع باستمرار. ويرى آخرون بأن محدودية عمر النجوم هي المسؤولة بصورة أساسية عن هذه الظاهرة. وما زال النقاش في هذا الأمر محتدماً.

المراجع الرئيسية

المراجع الرئيسية

1. أبو النصر الفارابي، **كتاب آراء أهل المدينة الفاضلة**، دار المشرق، بيروت (1991).

2. الحسن بن الهيثم، **الشكوك على بطلميوس**، تحقيق د. عبد الحميد صبره، د. نبيل الشهابي، مطبعة دار الكتب، القاهرة (1971).

3. هشام غصيب، **جولات في الفكر العلمي**، دار الفرقان، عمّان (1985).

4. هشام غصيب، **المغزى الحضاري التاريخي للعلم**، الجمعية العلمية الملكية، عمّان (1986).

5. هشام غصيب، **الطريق إلى النسبية**، الجمعية العلمية الملكية والمنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة، عمّان (1988).

6. هشام غصيب، **جدل الوعي العلمي**، الجمعية العلمية الملكية والمؤسسة العربية للدراسات والنشر، عمّان (1992).

7. عمر فروخ، **تاريخ العلوم عند العرب**، دار العلم للملايين، بيروت (1980).

8. عمر فروخ، **بحوث ومقارنات في تاريخ العلم وتاريخ الفلسفة في الإسلام**، دار الطليعة، بيروت (1986).

9. مؤيد الدين العرضي، **علم الهيئة**، سلسلة تاريخ العلوم عند العرب (2)، تحقيق د. جورج صليبا، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت (1990).

10. Al-Bitruji, *On the Principles of Astronomy*, trans. by Goldstein, B., Yale (1971).

11. Althusser, L., *For Marx*, trans. by Ben Brewster, New Left Review Editions, London (1977).

12. Althusser, L., *Lenin and Philosophy and Other Essays*, trans. by Ben Brewster, New Left Review Editions, London (1977).

13. Althusser, L., *Reading Capital*, Trans. by Ben Brewster, New Left Review Editions, London (1977).

14. Aristotle, *The Works of Aristotle*, Vols. I and II, Great Books of the Western World, Chicago (1978).

15. Asimov, I., *The Universe*, Penguin, London (1971).

16. Bernard Cohen, I., *The Newtonian Revolution*, Cambridge University Press (1983).

17. Bernard Cohen, I., *Newton's Discovery of Gravity*, Scientific American, August 1981.

18. Bernard Cohen, I., *The Birth of a New Physics*, Heinemann, London (1968).

19. Bogomolov, A., *History of Ancient Philosophy*, Progress, Moscow (1985).

20. Brehme, R., *New Look at the Ptolemaic System*, American Journal of Physics, Vol. 44, No. 6, June 1976.

21. Brush, S., *History of Physics,* American Journal of Physics, 55(8), August 1987.

22. Copernicus, N., *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*, trans. by Wallis, C., in: Ptolemy, Copernicus and Kepler, Vol. 16, Great Books of the Western World, Chicago (1978).

23. Descartes, R., *Philosophical Writings*, trans. by Anscombe, E., Nelson, London (1969).

24. Drake, S., *Newton's Apple and Galileo's Dialogue*, Scientific American, August 1980.

25. Eddington, A., *The Expanding Universe*, Cambridge University Press (1952).

26. Engels, F., *Dialectics of Nature*, Progress, Moscow (1974).

27. Euclid, *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, trans. by Heath, T., Great Books of the Western World, Chicago (1978).

28. Evans, J., *On the Function and the Probable Origin of Ptolemy's Equant*, American Journal of Physics, 52(12), December 1984.

29. Franklin, A., *Principle of Inertia in the Middle Ages*, American Journal of Physics, 44(6), June 1976.

30. Gamow, G., *The Creation of the Universe*, Mentor, New York (1957).

31. Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems: Ptolemaic and Copernican*, trans. by Drake, S., California University Press, Berkeley (1967).

32. Galileo Galilei, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, trans. by Crew, H. & de Salvio, A., Dover, New York (1954).

33. Galileo Galilei, *Discoveries and Opinions of Galileo*, trans. by Drake, S., Anchor, New York (1957).

34.Gingerich, O., *Islamic Astronomy*, Scientific American, April (1986).

35. Grant, E. (ed.), *A Source Book in Medieval Science*, Harvard (1974).

36. Grant, E., *Physical Science in the Middle Ages*, John Wiley, New York (1971).

37. Harre, R., *The Method of Science*, Wykeham, London (1970).

38. Hawking, S. and Israel, W. (eds.), *300 Years of Gravitation*, Cambridge University Press (1987).

39. Heisenberg, W., *Physics and Philosophy*, Allen and Unwin, London (1971).

40. Holmyard, E., *Alchemy*, Pelican Books, Penguin, England (1968).

41. Hurd, D. and Kipling, J. (eds.), *The Origins and Growth of Physical Science*, Vols. 1, 2, Penguin, London (1964).

42. Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. by Motte, A., and *Optics*, in: Newton and Huygens, Great Books of the Western World, Chicago (1978).

43. Koestler, A., *The Sleepwalkers*, Penguin, London (1959).

44. Kuhn, T., *The Copernican Revolution*, Harvard (1959).

45. Kuhn, T., *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago University Press (1977).

46. Kuhn, T., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago (1970).

47. Layzer, D., *Constructing the Universe*, Scientific American Library, New York (1984).

48. Leibniz, *Philosophical Writings*, trans. by Morris, M., Dent, London (1984).

49. Losee, J., *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, Oxford (1972).

50. Nasr, S., *Islamic Cosmological Doctrines*, Thames and Hudson, London (1978).

51. Pagels, H., *Perfect Symmetry: In Search for the Beginning of Time*, Bantam, New York (1986).

52. Pancheri, *Pierre Gassendi, A Forgotten but Important Man in the History of Physics*, American Journal of Physics, 46(5), May 1978.

53. Palter, R. (ed.), *The Annus Mirabilis of Sir Isaac Newton 1666-1966*, M.I.T. (1970).

54. Pascal, B., *Pensees*, trans. by Cohen, J., Penguin Classics (1961).

55. Plato, *The Dialogues of Plato*, Great Books of the Western World, Encyclopedia Britannica, Chicago (1978).

56. Plotinus, *The Six Enneads*, trans. by Mackenna, S. & Page, B., Great Books of the Western World, Chicago (1978).

57. Porter, R. (ed.), *Man Masters and Nature*, BBC, London (1987).

58. Ptolemy, C., *The Almagest*, trans. by Taliaferro, R., in: Ptolemy, Copernicus and Kepler, Vol. 16, Great Books of the Western World, Chigaco (1978).

59. Richtmyer, F., *Introduction to Modern Physics*, McGraw-Hill, New York (1928).

60. Roller, D., *Greek Atomic Theory*, American Journal of

Physics, 49(3), March 1981.

61. Rupert Hall, A. & Boas Hall, M., *A Brief History of Science*, Signet, New York (1964).

62. Rupert Hall, A., *From Galileo to Newton*, Dover, New York (1981).

63. Said, H. (ed.), *Ibn Al-Haitham*, Proceedings of the Celebrations of 1000th. Anniversary Held under the Auspices of Humdard National Foundation, Pakistan, November 1969.

64. Sarton, G., *A History of Science (Ancient Science Through the Golden Age of Greece)*, Harvard (1966).

65. Sarton, G., *A History of Science (Hellenistic Science and Culture in the Last Three Centuries B.C.)*, Harvard (1959).

66. Scott, G., *A History of Mathematics*, Taylor and Francis, London (1969).

67. Shea, W., *Galileo's Intellectual Revolution*, Macmillan, London (1972).

68. Singh, J., *Modern Cosmology*, Penguin (1970).

69. Smart, J. (ed.), *Problems of Space and Time*, Macmillan, London (1964).

70. Steele, D., *The History of Scientific Ideas*, Hutchinson, London (1970).

71. Taylor, A., *Plato: The Man and His Work*, Methuen, London (1960).

72. Thayer, H. (ed.), *Newton's Philosophy of Nature*, Hafner, New York (1965).

73. The Project Physics Course, Unit 2, *Motion in the Heavens*, Holt, Rinehart and Winston, New York (1970).

دراسات في تاريخيّة العلم

وضعت هذه الدراسات في صورة محاضرات توخياً لتحقيق الأهداف الآتية:

(أ) التعريف بالعلم بوصفه ظاهرة حضارية تاريخية، أي بوصفه إنتاجاً اجتماعياً ثقافياً يتطور تاريخياً.

(ب) التعريف بتاريخية العلم من حيث ارهاصاته ونشأته وتطوره وانعكاساتها على طبيعة المعرفة والحقيقة العلمية.

(ج) التعريف بالشروط الاجتماعية التاريخية لنشوء العلم وتطوره.

(د) التعريف بالعلم بوصفه ثورة فكرية ثقافية، أي بالأثر الثوري الذي تركه ويتركه العلم على وعي الأفراد والجماعات البشرية وامكانات نمو قوى الإنتاج.

(هـ) إلقاء الضوء على اللحظات الحاسمة في تاريخ علوم الطبيعة، ومن ثم اعطاء فكرة عامة عن نسق تطور هذه العلوم وخط تطورها الرئيسي.

(و) تعميق الوعي بأهمية العلم في حياتنا، وتعميق إدراك البعد التاريخي للعقل البشري وخصوصية الحضارة الحديثة، وزعزعة التصورات القبْلية التي تعوق انخراطنا في العصر الحديث.

المؤسسة العربية للدراسات والنشر
بيروت، ساقية الجنزير، بناية سهيل الكفاري، ص.ب: ٥٤٦٠-١١
العنوان البرقي: مركتالي، هـ. ٨٧٩٠٨
تلكس: LE/DIRKAY ٤٠٦٧
الغلاف: زهير لبوشايب

دار التنوير العلمي للنشر والتوزيع