فلسفة العلم الفيزيائي

سير آرثر ستانلي إدنجتون

◆ المؤلف: سير آرثر ستانلي إدنجتون
◆ العنوان : فلسفة العلم الفيزيائي
◆ ترجمة : أحمد سمير سعد
◆ طبعة آفاق الأولى 2019
◆ تصميم الغلاف: عمرو الكفراوي
◆ مستشار النشر: سوسن بشير
◆ المدير العام: مصطفى الشيخ

رقم الإيداع:
٢٠١٩ / ١٠٨٣٢
الترقيم الدولي: ISBN
978 - 977 - 765 - 215 - 5

جميع الحقوق محفوظة. لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أى جزء منه. أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات، أو نقله بأي شكل من الأشكال دون إذن مسبق من الناشر.

All rights are reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means without prior permission in writing from the publisher.

Afaq Bookshop & Publishing House

1 Kareem El Dawla st. - From Mahmoud Basiuny st. Talaat Harb
CAIRO – EGYPT - Tel: 00202 25778743 - 00202 25779803 Mobile: +202-01111602787
E-mail: afaqbooks@yahoo.com – www.afaqbooks.com
١ شارع كريم الدولة- من شارع محمود بسيوني - ميدان طلعت حرب- القاهرة - جمهورية مصر العربية
ت: ٢٥٧٧٨٧٤٣ ٠٠٢٠٢ - ٢٥٧٧٩٨٠٣ ٠٠٢٠٢ - موبايل: ٠١١١١٦٠٢٧٨٧

سير آرثر ستانلي إدنجتون

فلسفة العلم الفيزيائي

ترجمة

أحمد سمير سعد

آفاق للنشر والتوزيع

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشؤون الفنية

إدنجتون، سير آرثر ستانلي

فلسفة العلم الفيزيائي

ترجمة: أحمد سمير سعد

ط1 القاهرة – دار آفاق للنشر والتوزيع – 2019

280 ص، 24 سم.

رقم الإيداع 10832 / 2019

الترقيم الدولي 5 – 215 – 765 – 977 – 978

1 – فلسفة

أ – العنوان

مقدمة المترجم

قيل عن المتنبي إنه الشاعر الذي قتله شعره. المتنبي أحد أعظم شعراء العرب وأشدهم فخرًا بنفسه، أنشد يومًا:

الخيل والليل والبيـــداء تعرفنـــي والسيف والرمح والقرطاس والقلـــم

وكان هذا البيت -بحسب الروايات- السبب في مقتل مبدعه؛ فقد كان المتنبي عائدًا من الكوفة بصحبة ابنه محمد، حين تعرض لهما قُطَّاع طرق، بينهم وبين المتنبي خصومة، عندما رآهم المتنبي قرر الهرب، إلا أن غلامه مُفلحًا عاجله قائلًا: كيف تهرب وأنت القائل:

الخيل والليل والبيـــداء تعرفنـــي والسيف والرمح والقرطاس والقلـــم

فقال له المتنبي: "قتلتني قتلك الله"، وبدلًا من الهرب، اندفع إلى القتال حتى قُتل.

ربما يبدو سير آرثر ستانلي إدنجتون مشابهًا للمتنبي مع اختلاف الظرف والموضوع. آمن إدنجتون في فلسفته إلى درجة جعلته يُقدم على المهمة المستحيلة، لم يكتفِ بالحجاج الكلامي الذي كان يمتلك ناصيته، ولا بالأمثلة التي كفلتها له الخبرة والتجربة والتقدم العلمي، بل انخرط في محاولة رياضية لاستنتاج العالم، تحديدًا عالم الفيزياء والكون الذي تصفه.

بدت محاولاته تلك جنونًا كاملًا لدرجة أن أغلب علماء ذلك الزمن لم يتفاعلوا معها، سواء سلبًا أو إيجابًا إلا أقل القليل، فانتهى به الحال إلى عزلة لم يفهمها، وإن أبقى على إيمانه ودهشته، إيمانه في أن ما يراه صائب، ودهشته من أن معاصريه غير قادرين على رؤية جمال وبهاء نظريته.

لقد قتل المتنبي شعره، بينما جنت على إدنجتون نظريته.

إدنجتون أحد أشهر علماء الفيزياء في القرن العشرين، الفلكي النابغة، كاشف أسرار نجوم السماء، أول من أثبت النظرية النسبية العامة لأينشتاين، العالم والرياضي والفيلسوف، ملء السمع والأبصار، لم يهمه ما لاقى، بل اندفع في سبيل ما يؤمن ولم يُسلّم.

ربما في ذلك الزمان كان هذا هو هدف العلماء: الوصول إلى نظرية كل شيء، سحرتهم النظريات الجديدة، واعتقدوا أن في إمكانهم جمع العالم في معادلة. حاول أينشتاين ذلك إلا أنه ضل السبيل، فأينشتاين -رغم إبداعه للنظرية النسبية وإسهاماته في نظرية الكم- لم يستطع ربما أن يقتنع بكل تداعيات الأخيرة، وأبقى على تشككه فيها، بالنسبة له لا يمكن للعالم إلا أن يكون حتميًّا موضوعيًّا محددًا، ولا يمكن للأشباح والشياطين أن تتسرب إليه كذلك، ربما مات وهو لا يزال يبحث عن تلك المتغيرات الخفية.

أما إدنجتون فقد كان حله للمعضلة حلًّا فلسفيًّا ساحرًا، لا يمكن تلخيصه أو التشويش عليه، بل يجب أن يُقرأ في تمعن وتلذذ، لكنه لم يكتفِ بالطرح الفلسفي من خلال العلمي، بل انطلق وراء فلسفته نحو الجنون عينه، محاولًا استنتاج كل الكون من أصول اعتقد أنها تحكم تفكير الإنسان، أصول أولية راسخة، وأخذ يعبث بالأعداد وهو عبث ساحر بالمناسبة أيضًا، لا يزال يسحر البعض محاولين إحياءه. وسيُدْهِشُكَ أنه من خلال هذا العبث استطاع إدنجتون الوصول إلى قيم مقاربة جدًّا لبعض الثوابت الكونية كما أثبتها الرصد.

لكن دعك من ذلك، فهو وإن مثَّل غاية عمل إدنجتون، إلا أن الدعائم الفلسفية التي ساقها على مدار الكتاب وأدلته تستحق تأمُّلًا طويلًا، ولا مانع كذلك من إطلالة داخل العقل الرياضي الفذ في محاولته لمطاردة المستحيل.

الحقيقة كثيرًا ما تُهاجم فلسفة إدنجتون وتُتهم باتهامات قاسية للغاية؛ فهي تارة فلسفة دينية ساذجة، وتارة أخرى هي فلسفة ضد التجريب، وتارة ثالثة هي فلسفة استبطان.

لكنني أظن أن كل هذا مردود عليه لو قُرئ إدنجتون في تمعن، وعلى النقيض فرغم أن فلسفة إدنجتون فلسفة ذاتية، إلا أنني أراه -في كثير من الأحيان- مثبتًا بها ما تتهافت الواقعية العلمية على إثباته. إدنجتون لا ينفي عن العالم موضوعيته، لكن ذلك العالم الموضوعي هو عالم ما وراء الفيزياء، أما العالم الذي تعرفه الفيزياء فهو عالم ذاتي جزئيًّا وموضوعي جزئيًّا، لكن قوانينه وربما ثوابته أيضًا التي تنص عليها الفيزياء هي ذاتية بالكامل؛ لأنها ببساطة محاولات وعينا لمقاربة ذلك العالم وليست جوهره، لكنه بذلك -ويا للغرابة- ربما يثبت ما تحاول الواقعية العلمية إثباته، فهو يميل إلى إثبات تقدم العلم وربما إلى تراكمه وإلى اقتراب دائب من القبض على الحقيقة (الفيزيائية على الأقل)؛ ذلك لأنه ببساطة قد فصل بين العالم الفيزيائي والعالم الموضوعي، وَعَدَّ ذلك العالم الفيزيائي عبارة عن بنية تفاعلات، نحن لا ندرك العالم إلا كبنية ومع تقدم العلم يتقدم إدراكنا للبنية، إلا أن إدنجتون لا يقف عند ذلك، بل يذهب إلى أن هذه البنية تحمل بصماتنا؛ لأنها تمثل مقاربتنا نحن للعالم. فماذا لو حاولنا النظر إلى تلك البصمات فينا بدلًا من النظر إليها في البنية نفسها؟ بالمناسبة لا يعني ذلك أننا بالنظر إلى بصماتنا نستطيع استنتاج كل شيء عن الكون، ذلك ببساطة لأن هذه المقاربة للعالم هي مقاربة لعالم موضوعي في النهاية، قد تكون القوانين ذاتية، لكن يبقى قطر الأرض -على سبيل المثال- موضوعيًّا، صحيح أنه يختلط بذاتيتنا عند رصدنا له، لكنه مع ذلك موضوعيٌّ.

هذا الكتاب هو بحق رحلة شائقة وممتعة علميًّا وفلسفيًّا في عقل جميل **beautiful mind** وقد قمت بتلخيص ورقة بحثية وضمها تحت عنوان (عن نظرية كل شيء لآرثر إدنجتون) إلى نهاية الكتاب، وهي من تأليف أحد المؤرخين العلميين البارزين (هيلج كراغ)، موضوعها الرئيس: فلسفة إدنجتون وغايته الإشكالية، لعلها تسهم في إيضاح الصورة بشكل أكبر.

أحمد سمير سعد

فبراير ٢٠١٩

* * *

توطئة

يحتوي هذا الكتاب على مادة المقرر الدراسي للمحاضرات التي ألقيتها ضمن محاضرات تارنر[١] في كلية الثالوث[٢] بكامبريدج[٣] في فصل عيد الفصح الدراسي عام ١٩٣٨. لقد وفرت لي المحاضرات فرصة لتطوير مبادئ التفكير الفلسفي المرتبطة بالمُنْجَزات الحديثة للعلم الفيزيائي على نحو أكثر اكتمالًا من كتبي الأُول.

غالبًا ما يقال إنه لا وجود "لفلسفةٍ للعلم"، لكن هناك فلسفات لعلماء معينين فقط. لكن طالما كنا نختبر هيكلا جازما للحكم، يقرر ما هو مقبول وما هو غير مقبول باعتباره الفيزياء الحالية، فهناك فلسفة علم فيزيائي حالية يمكن التحقق منها. إنها الفلسفة التي يتخذها ويلتزم بها أولئك الذين يتبعون ممارسات العلم المقبولة في ممارساتهم، وهي كامنة في المناهج التي يدفعون بها العلم للأمام، أحيانًا من دون فهم كامل لأسباب توظيفها، هي كامنة كذلك في الإجراءات التي يقبلون بها على اعتبار أنها توفر حقيقة موثوقًا فيها -غالبًا- دون فحص لنوع الموثوقية التي بإمكانها توفيره.

---

(١) محاضرات تارنر، هي سلسلة محاضرات عامة في فلسفة العلم، تلقى في كلية الثالوث بكامبريدج منذ عام ١٩١٦. (المترجم).

(٢) Trinity college كلية الثالوث، واحدة من الكليات الملكية بجامعة كامبريدج. (المترجم).

(٣) أحد أهم الجامعات على مستوى العالم، وهي أقدم ثاني جامعة في بريطانيا بعد جامعة أوكسفورد. (المترجم).

لا ينبغي أن يكون هناك أي تضارب بين ادعاء أن الفلسفة مؤسَّسٌ لها علميًّا وادعاء كونها فلسفةً صحيحةً بقدر ما تمضي. لكن في عمل متخصص من هذا النوع، فالهدف المبدئي يجب أن يكون توكيد الفلسفة التي هي فلسفة العلم الفيزيائي الحالية بالمعنى المشار إليه سابقًا ومناقشتها، وذلك سواء كانت صحيحة أو خاطئة. نحن الذين نؤمن أن العلم -بالرغم من سقطاته المستمرة والتعديلات التي تجرى عليه- يتقدم رويدًا رويدًا صوب الحقيقة، مرتاحون إلى أن الحقيقة الفلسفية ينبغي الوصول إليها بنفس منهج التقدم المتدرج.

كي نستيقن من أسسنا العلمية، وُجد أن من اللازم الغوص عميقًا نوعًا ما في مبادئ النظرية النسبية ونظرية الكم. ولأن نيتنا انعقدت على توفير مسوغات لوجهات النظر التي قادت إليها النظريتان، لا مجرد تقديم عرض لها، فقد طَرَحَتْ بعضُ أجزاء الكتاب أمورًا على قدر ملحوظ من الصعوبة الفنية. امتنعت بوجه عام عن استخدام الصيغ والمعادلات الرياضية؛ وذلك لأن أصحاب العقول المستغرقة بقدر كبير للغاية في الصيغ والمعادلات الرياضية، ربما يُفوِّتون ما نسعى إليه هنا؛ إلا أن ذلك لم يكن بالكلية بعيدًا عن عنايتنا بالقارئ العام بالطبع.

على الرغم من كون النقاش هنا على علاقة بنفس موضوع الدراسة والبحث في (طبيعة العالم الفيزيائي)[1] الذي قدّمته منذ سبع سنوات، إلا أن النقاش هنا بالأساس يسلك مسارات مختلفة. نقطة البداية في المعالجة الحالية هي المعرفة. ربما كان عنوان الكتاب السابق ليمدد إلى "طبيعة الكون الفيزيائي مع تطبيقات على نظرية المعرفة الفيزيائية"؛ العنوان المناظر للكتاب الحالي كان ليصبح "طبيعة المعرفة

(١) كتاب (طبيعة العالم الفيزيائي)، يعد بالأساس المقرر الدراسي لمحاضرات جيفورد التي ألقاها إدنجتون في جامعة إدنبرة عام ١٩٢٧، ومحاضرات جيفورد هي محاضرات سنوية معنية باللاهوت الطبيعي، واللاهوت الطبيعي يقصد به التأسيس لوجود الله بناء على الاستدلال المنطقي والخبرة العادية بالطبيعة. وقد بدأ إدنجتون ذلك الكتاب بشرح أهم تفاصيل النظرية النسبية ونظرية الكم، ومنها انطلق إلى تداعياتهما الفلسفية، بل الروحية ربما كذلك. وقد قمت بترجمة الكتاب وصدر عن دار آفاق للنشر عام ٢٠١٩. (المترجم).

الفيزيائية؛ مع تطبيقات على نظرية الكون الفيزيائي". كان تغيير مواضع الكلمات من أجل ترتيب أكثر منطقية للأفكار؛ لكنه في المقام الأول يعكس تغييرًا قد حدث في العلم الفيزيائي نفسه. الشاهد في هذا التغيير أن التباين بين الطاولة العلمية والطاولة المألوفة الذي فتح (طبيعة العالم الفيزيائي) النقاش حوله، قد استحال إلى تباين بين القصة العلمية والقصة المألوفة للخبرة في بداية المسارات الجديدة في العلم. أعتقد أن الأول قد كان الشكل الطبيعي للتعبير وفق المنظور العلمي عام ١٩٢٨، أما الثاني فقد أصبح أكثر طبيعية بعد ست سنوات.

لم تُبدَّل المنجزات العلمية في العقد الأخير ولا سنوات التفكير والاستبطان في الاتجاه العام لفلسفتي. أقول "فلسفتي"، لا باعتباره ادعاء بأصالة الأفكار، تلك التي تنتشر بشكل واسع في الفكر الحديث، بل لأن الانتخاب النهائي والتأليف يجب أن يكون مسؤولية شخصية. إن كان من اللازم أن أطلق اسمًا مختصرًا على هذه الفلسفة، فسأتردد بين «الذاتية الانتخابية» «selective subjectivism» و«البنيوية» «structuralism». يشير الاسم الأول إلى الملمح الأكثر بروزًا في الفصول الثمانية الأولى؛ ويشير الثاني إلى تصور أكثر رياضية، يهيمن على بقية الكتاب. الآن بات من الممكن المضي قدمًا بالاثنين لأبعد مما كان عليه الحال في (طبيعة العالم الفيزيائي). لقد تم مد نطاق الذاتية نتيجة لفهمنا الأفضل لميكانيكا الكم؛ وقد أصبح تصور البنية أكثر دقة وتحديدًا وذلك من خلال الصلة التي أصبحت معروفة حاليًا بين أساسات الفيزياء والنظرية الرياضية للمجموعات.

انطلاقًا من "فلسفة العلم الفيزيائي" كنواة، سعيت في الفصلين الأخيرين إلى تطوير إطار لمنظور فلسفي عام يمكن أن يقبل به الفيزيائي من دون أن يشعر بوجود تناقض. لست من ضمن أولئك الذين يعتقدون أنه في خضم البحث عن الحقيقة يجب تجاهل كل ملامح الخبرة الإنسانية باستثناء الملامح التي يتم تتبعها في العلم الفيزيائي. لكنني لا أجد تنافرًا بين فلسفة تضم الدلالة الأعرض للخبرة الإنسانية

والفلسفة المتخصصة للعلم الفيزيائي، حتى لو كانت تلك الأخيرة تتعلق بنظام تفكير مبني على التطورات الأخيرة التي لا يزال من اللازم اختبار ثبوتها.

س. إ.

كامبريدج - أبريل ١٩٣٩

* * *

الفصل الأول

الإبستمولوجيا العلمية

- ١ -

بين العلم والفلسفة منطقة مختلف في شأنها، سأدعوها بالإبستمولوجيا العلمية. أما الإبستمولوجيا فهي هذا الفرع من الفلسفة المعني بمعالجة طبيعة المعرفة. لا يمكن لأحدهم إنكار أن الجزء الفاعل في مجال المعرفة بمجمله هو ذلك الذي جاءنا عن طريق مناهج العلم الفيزيائي. يتخذ هذا الجزء سمت الوصف المفصل للعالم - ذلك العالم الذي ندعوه بالكون الفيزيائي- وها أنا أطلق على هذا القسم الفرعي للإبستمولوجيا اسم «الإبستمولوجيا العلمية»، ذلك القسم الذي يتعامل مع طبيعة هذا الجانب من معرفتنا، وبذلك يتعامل بشكل غير مباشر مع طبيعة وحال الكون الفيزيائي، الذي يعزو إليه على النحو المقرر.

هناك أمران يتعلقان بالتعريف، من المستحب تبيانهما في المستهل.

يقصر بعض الكتاب اصطلاح "المعرفة" على الأشياء المؤكدة تمامًا؛ يفهم البعض الآخر المعرفة باعتبارها تتضمن درجات متنوعة من اللايقين وعدم التأكد. يعد ذلك أحد مواطن اللبس في أي حديث متعلق بهذه المسألة ومن غير المنوط بأحدهم إملاء وجهة نظره في هذا الشأن، ويمكن للمؤلف أن يحدد فقط المغزى

الذي اختار أن يقصده عند استخدامه للاصطلاح. إذا كان مرادف "أن تعرف" هو "أن تكون متأكدا تمامًا من"، فإن الاصطلاح سوف يكون ذا فائدة ضئيلة بالنسبة لأولئك الذين لا يرغبون في أن يصيروا دوجمائيين منغلقين؛ لذلك أفضل شخصيًّا المعنى الأوسع، واستخدامي الشخصي سوف يعترف بالمعرفة غير اليقينية. أي شيء نعتبره كمعرفة إذا كنا مطمئنين إلى صحته، سوف نبقي على اعتباره كمعرفة إذا لم نكن مطمئنين إلى صحته (معرفة غير يقينية أو خاطئة).

لن يكون ضروريًّا بالنسبة لنا اشتقاق تعريفٍ عام للمعرفة، سوف يتلخص نهجنا في تحديد حزمة معينة من معارفَ مقبولة بشكل واسع إلى حد ما، ومن ثم إجراء دراسة إبستمولوجية على طبيعتها.

على نحو خاص - إلا أنه غير قاصر على ذلك - علينا أن نهتم بأمر المعرفة التي نحصل عليها من خلال مناهج العلم الفيزيائي، إيجازًا سوف أطلق عليها المعرفة الفيزيائية. مبدئيًّا قد نُعرِّف المعرفة الفيزيائية بالارتكان إلى محتوى أعمال موسوعية معينة مثل **Handbush der physik**، تلك الأعمال التي تغطي فيما بينها الأفرع المختلفة للعلم الفيزيائي، لكن من الجلي أنه ستبزغ اعتراضات في شأن التسليم برؤية أي جهة علمية معينة؛ لذلك سأعرّف المعرفة الفيزيائية على أنها تلك التي يقبل بها الشخص صائب الفكر[1] في الوقت الحالي كعلم فيزيائي مبرر.

لا ينبغي علينا تجاهل أن المعرفة الفيزيائية تتضمن قدرًا هائلًا من المعلومات المتنوعة التي لن تجد لها مكانًا في الكتب العلمية المرجعية، على سبيل المثال: تُعَدُّ نتيجة قياس وزن ما معرفة فيزيائية، سواء تم القياس بغرض تحديد أمر علمي أو تحديد قيمة فاتورة تجارية. يتلخص الأمر في أن هذه المعلومة سيتم تمريرها باعتبارها صحيحة علميًّا (عن طريق الشخص صائب الفكر)، لا باعتبارها ذات أهمية علمية.

(١) بالتأكيد يعد استخدام صياغة «الشخص صائب الفكر» وسيلة حيية للإشارة إلى الذات. (المؤلف).

ينبغي كذلك الانتباه إلى أن النية معقودة على أن يشير الاصطلاح إلى العلم الفيزيائي كما هو قائم الآن. لن نشغل أنفسنا بافتراضات تتعلق بتطورات مستقبلية محتملة. سوف نُقيّم النتائج التي أسفرت عنها مناهج العلم الفيزيائي حتى الآن، وسوف نرى ما نوع المعرفة التي نحصل عليها.

لقد نصصت على أنني لا أوظف مصطلح «معرفة» باعتباره افتراضًا بطمأنينة تجاه الصحة، لكن عند تأمل هيكل معرفي ما، ربما نفترض أن هناك جهدًا قد بذل لإلحاق المعارف الأكثر موثوقية فقط بذلك الهيكل؛ بناء على ذلك يُعْزَى عادة إلى المعرفة التي نناقشها قدرٌ معقولٌ من اليقين أو الاحتمال، لكن تقييم يقينية المعرفة يعد أمرًا منفصلًا عن دراسة طبيعة المعرفة.

الأمر الآخر الذي يستلزم التعريف مصطلح «الكون الفيزيائي». للمعرفة الفيزيائية (كما اتفق عليها وصيغت) سياق وصفي للعالم. نُعرِّف الكون الفيزيائي على أنه العالم الموصوف على هذا النحو. لذلك يتم تعريف الكون الفيزيائي على نحو فعال، باعتباره موضوع هيكل المعرفة المعين تمامًا كما قد يتم تعريف السيد بيكويك[1] كبطل رواية معينة.

المزية العظيمة لهذا التعريف أنه لا يتضمن حكما مسبقا على التساؤل عما إذا كان الكون الفيزيائي – أو السيد بيكويك– موجودًا بالفعل أم لا، تُرك ذلك الأمر مفتوحًا للنقاش إن كان لنا أن نتفق على تعريف لاصطلاح "موجود بالفعل". يعتبر أغلب الأشخاص تلك العبارة كصيحات ببغاء يكرر ما يقال ولا يزعجون أنفسهم بالتفكر فيها. أما القلة التي تحاول إضفاء معنى محددٍ على تلك العبارة لا تصل أبدًا إلى اتفاق حول المعنى. إننا نحرر أسس الفيزياء من أي شبهة تلوثٍ ميتافيزيقيٍّ من خلال تعريفنا

(١) صامويل بيكويك بطل أولى روايات تشارلز ديكنز «مذكرات بيكويك»، وهو رجل أعمال ناجح متقاعد، مؤسس ورئيس نادي بيكويك، ورغم أنه بطل الرواية ومحور أحداثها، إلا أنه يبدو في أغلب الوقت سلبيًّا، بينما تتحرك بقية الشخصيات بشكل فاعل من حوله. (المترجم)

للكون الفيزيائي والأشياء الفيزيائية التي تُكونه باعتبارها موضوع هيكل معين للمعرفة وليس باعتبارها أشياء تمتلك خاصية وجود تراوغ التعريف وتستعصي عليه.

إن هذا النوع من التعريفات مميز للمقاربة الإبستمولوجية التي تتخذ من المعرفة نقطة انطلاق أكثر من اعتبارها كيانًا موجودًا، علينا أن نحصل منه على المعرفة بطريقة ما، لكن عند تعريفنا لمصطلح علمي يُستخدم بالفعل على نحو شائع، يجب أن نتوخى الحذر متجنبين إساءة استخدام اللغة. كي أبرر هذا التعريف، ينبغي علينا أن نبين أن هذا التعريف الذي أشرنا إليه سابقًا للكون الفيزيائي لا يتعارض مع ما يفهمه الرجل العادي (باستخدامي لهذا اللفظة فإنني لا أُضمّن الفلاسفة) عن معنى الكون الفيزيائي، إلا أن هذا التبرير مؤجل للفصل العاشر.

-٢-

لطالما كانت طبيعة المعرفة الفيزيائية وطبيعة العالم الذي تتصدى لوصفه ساحة عراك مدارس فلسفية متنافسة. إلا أن الفيزيائيين بالكاد قد ينكرون إلمامهم بموضوع يتعلق بهم على نحو وثيق للغاية. لا شك في أن الطالب الذي يدرس علوم الفيزياء هو في موضع يخول له إلقاء بعض الضوء على طبيعة المعرفة التي يتم الحصول عليها عن طريق المناهج التي يمارسها. مؤخرًا قام مؤلفون مؤهلاتهم علمية خالصة بوضع عدد من الكتب تحتوي على إبستمولوجيا علمية متطورة وتُستخدم لمقاربة معضلات الفلسفة الأوسع. لا أظن أن هذا «التطفل» على الفلسفة أمرٌ مثيرٌ للدهشة أو للتعليقات المستهجنة.

غالبًا ما نجد انطباعًا يذهب إلى أن انخراط العلماء في الفلسفة هو من قبيل الابتداع، لكن ذلك غير صحيح. لقد لاحظتُ بعضَ الكتب الحديثة تتناثرُ فيها اقتباسات علماء ترجع إلى القرن التاسع عشر، تلك الاقتباسات التي -سواء كانت تثري النقاش أم لا- تبرهن بأي حال على أن أسلافنا يشاطروننا نفس نقطة الضعف المتعلقة بالتمسك

بوجهات نظر فلسفية متينة ويعبرون عنها. ربما قد كان البعض بعيدًا عن العمق الذي تتسم به الكتابات حاليًا، لكن البعض يُحسب بالتأكيد على المفكرين الذين يتحلون بالعمق مثل كليفورد[١] وكارل بيرسون[٢] وبوانكاريه[٣] وآخرين ممن احتلت كتاباتهم مكانًا مشرفًا في تاريخ تطور الفلسفة العلمية.

مع ذلك، من الهام أن ندرك أن اقتحام الفيزياء للفلسفة قد اتخذ طابعًا مغايرًا منذ خمسة وعشرين عامًا[٤]. حتى ذلك الحين كان التوجه صوب الفلسفة يعد رفاهية لأولئك العلماء الذين صادف أن مالت أنفسهم إلى ذلك المنحى. لا يمكنني العثور على أي دلالة تشير إلى أن المنظور الفلسفي الخاص لبيرسون وبوانكاريه قد ألهم أو وجه أبحاثهم العلمية على أي نحو. لم تتح لهم الفرصة كي يضعوا فلسفاتهم موضع الممارسة. على نحو عكسي، كانت استنتاجاتهم الفلسفية خلاصة دربة علمية عامة، ولم تكن بأي حال قائمة على علاقة وثيقة بالأبحاث العويصة والنظريات. كان التقدم في العلوم والتفلسف في العلوم نشاطين متمايزين تمامًا بالضرورة. في النزعة الجديدة ترتبط الإبستمولوجيا العلمية بشكل وثيق أكثر كثيرًا بالعلم. لقد أصبح المنظور الإبستمولوجي المحدد ضروريًّا من أجل تطوير النظريات الحديثة للمادة والإشعاع، كما بات المصدر المباشر لأغلب التطورات العلمية بعيدة المدى.

لقد اكتشفنا أن فهم طبيعة المعرفة التي نبحث عنها يساعد بالفعل في البحث عن تلك المعرفة.

---

(١) ويليام كينجدون كليفورد عالم رياضيات أسهم بشكل كبير في فهمنا للهندسة وعلاقتها بالفيزياء. (المترجم).

(٢) كارل بيرسون عالم رياضيات وواضع أسس الاحصاء الرياضي ومؤسس لأول قسم للاحصاء في العالم في كلية لندن الجامعية (المترجم).

(٣) أشهر العلماء الفرنسيين في مجالات الرياضيات والفيزياء وفلسفة العلوم، ويعتبره البعض مؤسس نظرية الشواش (الفوضى)، وهي النظرية التي تحاول دراسة الأنظمة الفيزيائية العشوائية غير الخطية، مثل تقلبات المناخ وغيرها، والخلوص إلى محاولة لفهمها، ووضع قواعد لها قد تصلح للتنبؤ بها، وإن كان ذلك لفترات زمنية قصيرة. (المترجم).

(٤) كتب هذا الكتاب في أواخر ثلاثينيات القرن الماضي. (المترجم).

عن طريق القيام بتطبيق عملي لاستنتاجاتنا الإبستمولوجية فإننا نُعرضّها لذات التوجيه الذي يفرضه الرصد والملاحظة كما هو الحال مع الفرضيات الفيزيائية. إذا كانت الإبستمولوجيا خاصتنا خاطئة؛ فسوف تؤدي بنا إلى طريق مسدود فيما يتعلق بالتطورات العلمية المنبثقة عنها؛ ينبهنا ذلك إلى أن تبصرنا الفلسفي لم يكن بالعمق الكافي، ويجب علينا أن نمعن البحث كي نعثر على ما لم يتم الانتباه إليه. على هذا النحو فإن التطورات العلمية الناتجة عن التبصر الإبستمولوجي قد طوَّرت بالمقابل من تبصرنا الإبستمولوجي. بين العلم والإبستمولوجيا العلمية أخذ وعطاء، عن طريقه أفاد الاثنان كثيرًا.

من منظور العلماء على الأقل قد زود هذا التوجيه الذي يفرضه الرصد الإبستمولوجيا العلمية الحديثة بضمانات ما كان للفلسفة أن تحظى بها عادة. إنه يضفي نفس نوع التطور التصاعدي الذي يُعَدُّ خاصية مميزة للعلم، لكنه ليس خاصية مميزة للفلسفة حتى الآن. إننا لا نطلق سلسلة من التصويبات على الحقيقة النهائية، قد تصيب أو قد تخطئ. ما ندّعيه فيما يتعلق بنظام الفلسفة العلمية الحالي أنه سبق قائم على ما جرى من قبل، وأنه أساس كل سبق سوف يأتي لاحقًا عليه.

فيما يتعلق بالعلم تعد الاختبارات الرصدية قيمة، ليس فقط لأنها توجه الفرضيات الفيزيائية وتحكمها (حقيقة هي الضامن الوحيد لها)؛ لكن لأنها ترصد مغالطات الحجاج والافتراضات غير المضمونة كذلك.

إنه نوع حديث من التوجيه بحيث يمكن تطبيق الاختبارات الرصدية على الإبستمولوجيا العلمية. قد يبدو هذا سطحيًّا وبلا أهمية بالنسبة إلى أولئك الذين لا يخطئون أبدًا عند برهنتهم على شيء. لكن ربما قد يقبل حتى أكثر الفلاسفة ثقة في النفس بفائدة ما لذلك التوجيه، حيث قد ترشد بعض خصومهم. يعتمل في صدري شبه يقين وقدر ضئيل للغاية من الشك في أن كل استنتاج من الاستنتاجات الفلسفية

في هذا الكتاب قد توقعته مدرسة من المدارس الفلسفية، وقد أدانته على نحو قاطع مدرسة أخرى، لكنني سأبين لأولئك الذين يعرفون تلك الاستنتاجات كبديهيات مألوفة أو كمغالطات -كثيرًا ما أدانوها- أنهم قد وُضِعوا أخيرًا على مسار يُقدّم قناعات جديدة بالكلية، ينبغي أن يستندوا إليها.

لقد أُجبر الفيزيائيون النظريون على أن يصبحوا إبستمولوجيين بسبب متطلبات مواضيعهم الخاصة التي لا يمكن الهروب منها أو اجتنابها، كما قد أُجبر علماء الرياضيات البحتة على أن يصبحوا علماء للمنطق. إن اقتحام الفيزياء لفرع الإبستمولوجيا الفلسفي موازٍ تمامًا لاقتحام الرياضيات لفرع المنطق الفلسفي. لقد أدرك علماء الرياضيات البحتة من خلال الخبرة أن ما هو واضح صعب الإثبات -كما إنه ليس صحيحًا دائمًا- واكتشفوا أنه من الضروري الخوض في أساسات عملياتهم الخاصة للتفكير والبرهنة؛ ومن خلال قيامهم بذلك طوروا تقنية فاعلة قوبلت بالترحيب لأجل التقدم بالمنطق وتطويره بشكل عام. أدى ضغط مماثل حفزته الضرورة بالفيزيائيين إلى الدخول في رحاب الإبستمولوجيا -على الأرجح رغمًا عنهم- أغلبنا -كرجال علم، لا أكثر- بدأنا باقتحام ذلك النوع من التساؤلات الفلسفية المتعلقة بطبيعة الأشياء. سواء كانت قناعاتنا مع أن طبيعة الأشياء الفيزيائية واضحة للحس العام المشترك، أو سواء كنا على قناعة أنها مخفية ملغزة فيما وراء حدود الفهم البشري، فنحن ميالون إلى رفض التساؤل باعتباره غير عملي وغير ذي جدوى، لكن الفيزياء الحديثة لم تعد قادرة على الإبقاء على هذه العزلة وهذا التحفظ. قد يكون هناك شك -ولو قليلًا- في أن ما تحققه من تقدم وإنجاز، بالرغم من كون تطبيقه في المقام الأول قاصرًا على المجال المحدد للإبستمولوجيا العلمية، إلا أن له تأثيرًا أوسع، ويقدم إسهامًا فعالًا فيما يخص المنظور الفلسفي ككل.

عرفيًّا، ربما لا نزال نختبر تمايزًا بين العلم باعتباره يعالج محتوى المعرفة وبين الإبستمولوجيا العلمية باعتبارها تعالج طبيعة المعرفة بالكون الفيزيائي، لكن هذا

التقسيم لم يعد عمليًّا، ولكي نتماهى مع الوضع الحالي ينبغي تضمين الإبستمولوجيا العلمية في العلم. لا ننكر بذلك وجوب تضمينها في الفلسفة كذلك؛ فهي مجال تتداخل عنده اختصاصات الفلسفة والفيزياء.

-٣-

ما دام الكاتب العلمي في حقل الفلسفة يحصر نفسه في إطار الإبستمولوجيا العلمية، فهو لم يخرج خارج حدود موضوعه الخاص. لكن غالبية المؤلفين قد شعروا أن في مقدورهم المضي على نحو مفيد قدمًا، والتوغل أبعد والتفكر في الحمل الفلسفي العام لمفاهيمهم الجديدة. لقد انتُقدت هذه المغامرة بشدة؛ لكن يبدو لي أن المنتقدين قد فشلوا في القبض على اللحظة.

من الثابت أن المطران ديفيدسون[١] قد سأل أينشتاين في أحد الحوارات التي دارت فيما بينهما عن التأثير الذي يظن أن النظرية النسبية قد تبذله على الدين. أجاب أينشتاين: «لا شيء؛ ما النسبية إلا نظرية علمية خالصة، وليس لها أدنى علاقة بالدين». في تلك الأيام كان على الواحد منا أن يصبح خبيرًا في مراوغات أولئك الأشخاص المقتنعين بأن البعد الرابع هو الباب إلى الروحانية، كما لم تكن محاولات التملص المتسرعة أمرًا مفاجئًا. لكن بالنسبة لأولئك الذين يقتبسون العبارة ويتيهون بها إعجابًا عليهم أن ينتبهوا إلى أنهم يتغاضون عن مغالطة جلية فيها على الرغم من كونها أحد أكثر عبارات أينشتاين البارزة. الانتخاب الطبيعي ما هو إلا نظرية علمية خالصة. لو كان المطران قد سأل في الأيام الأولى للداروينية عن التأثير الذي قد تبذله نظرية الانتخاب الطبيعي على الدين، هل كان ليحظى بنفس الإجابة "لا شيء؛ فنظرية الداروينية ما هي إلا نظرية علمية خالصة، وليس لها أدنى علاقة بالدين"؟

(١) راندال ديفيدسون مطران إنجيلي من أصل أسكتلندي. (المترجم).

ليست الأقسام التي تندرج تحتها الأفكار البشرية محكمة الغلق حد منع التسريب فيما بينها، بحيث يكون التقدم الجوهري في أحدها بلا أي تأثير على البقية. إن التغير العظيم الذي لحق بالفيزياء النظرية وكان قد بدأ في السنوات الأولى من القرن الحالي[١] هو تطور علمي خالص، لكنه بالتأكيد قد أثر على التيار العام للفكر البشري، كما حدث مع الأنظمة الكوبرنيكية والنيوتونية[٢] في الأزمنة الأبكر. يمكن لهذا فقط تبرير مسلك المؤلفين العلميين وتتبعهم للرؤى الأعرض فيما يتعلق بمهمتهم. يبدو لي من غير المنطقي الإبقاء على ترك الأعمال المنبثقة عن التداعيات الأعرض لهذه المفاهيم الجديدة عن الكون الفيزيائي -تمامًا- لأولئك الذين لا يفهمونها.

قديمًا في ماضٍ ليس ببعيد جدًّا كان الموضوع المسمى الآن بالفيزياء معروفًا باسم «الفلسفة الطبيعية». كان الفيزيائي في الأصل فيلسوفًا تخصص في اتجاه معين، لكنه لم يكن الضحية الوحيدة للتخصص. بانفصال الفيزياء عانى الكيان الرئيس للفلسفة من عملية البتر. عمليًّا -إن لم يكن نظريًّا- أصبحت الفلسفة الأكاديمية متخصصة كذلك ولم تعد معادلًا موضوعيًّا لنسق الأفكار والمعرفة الذي نوجه أنفسنا بواسطته نحو محيطنا المادي والمعنوي. بالنسبة للفلسفة الإنسانية بمعناها الأعرض فإن الفلسفة الطبيعية -تحت اسم العلم- ظلت مساهمًا فاعلًا، إن لم تنعقد لها -ربما- السيادة بالفعل. من العسير الإشارة إلى أي تطور في الفلسفة الأكاديمية قد كان له مثل هذا التأثير العظيم على المنظور الإنساني مثلما كان الحال مع اشتداد عود النظرية العلمية للنشوء والارتقاء (التطور). في العشرين عامًا الأخيرة صار الدور على الفيزياء كي تعيد تأكيد نفسها كفلسفة طبيعية، كما أذهب إلى أن الاسهامات الحديثة للعلم الفيزيائي -إذا تم القبض عليها بشكل كامل- ليست أقل أثرًا ووقعًا من مذهب النشوء والارتقاء (التطور).

---

(١) كتب هذا الكتاب في ثلاثينيات القرن الماضي. (المترجم).

(٢) نسبة إلى كوبرنيكوس ونيوتن. (المترجم).

ربما نُعرّف حال العالِم بشكل أكثر وثاقة إلى حد كبير باعتباره ذلك الذي يكتب عن النتائج الفلسفية للنظريات الفيزيائية الحديثة. لا أظن أن أي مدرسة فلسفية مستعدة كي تنفض يدها وتغسلها من الكون الفيزيائي وتتركه للفيزيائيين كي يفعلوا به ما يشاءون. لذلك يبدو من المتفق عليه أن الإبستمولوجيا العلمية لم تزل جزءًا مكملًا للفلسفة، كما أن أولئك الذين يقع عملهم في نطاق التطورات الإبستمولوجية للفيزياء الحديثة يجب أن يعدوا لذلك -كمتخصصين في أحد الأقسام التي تنقسم إليها الفلسفة- وهو قسم ليس بعيدًا عن قلب الموضوع. في خضم نقاشاتهم في الفلسفة إجمالًا من المحتمل أن يرتكبوا أخطاء المتخصص الذي يجد نفسه خارج خندقه الخاص؛ لكنهم ليسوا دخلاء عاديين. سوف تبدو شرور التخصص أكثر جلاء -فيما أظن - لو أنهم لم يسعوا محاولين الربط بين التقدم الذي تم إنجازه في قسمهم الخاص وبين بقية الفلسفة.

إن الإبستمولوجيا العلمية هي الموضوع الرئيس لهذه المحاضرات. سوف نتفكر فيها مبدئيًّا من الجانب العلمي، لكن سوف نسعى أحيانًا كذلك إلى النظر إليها في هيئتها العامة كمنطقة تداخل بين العلم والفلسفة، وسوف نسعى لتقصي تداعياتها في كلا المجالين.

-٤-

بالنسبة لصواب الاستنتاجات المتعلقة بالعلم الفيزيائي، فإن الرصد هو المحكمة الدستورية العليا. لا يستتبع ذلك أن كل أمر نقبل به في ثقة كمعرفة فيزيائية قد تم إجازته بالفعل من قِبَل المحكمة؛ إن ثقتنا منعقدة على أنه سوف يتم الترخيص له لو عرضت القضية على المحكمة، لكن يستتبع ذلك أن كل أمر متعلق بالمعرفة الفيزيائية هو ذو طبيعة تجعله قابلًا للعرض كقضية أمام المحكمة. من اللازم أن يكون في مقدورنا تحديد عملية رصدية يمكنها تقرير ما إذا كانت القضية صحيحة أم لا

(بالرغم من أن ذلك قد لا يكون تنفيذه عمليًّا). من الجلي أنه من غير الممكن اختبار أمر ما عن طريق الرصد ما لم يكن مؤكدًا بنتائج رصدية. على ذلك فكل أمر من أمور المعرفة الفيزيائية يجب أن يكون تأكيدًا أو سوف يكون تأكيدًا لنتيجة إجراء عملية رصدية محددة.

أظن أن ما من أحد -بما في ذلك القلة القليلة التي تنتقد التوجهات الحديثة للفيزياء- لن يتفق مع تلك المسلمة الأولى للإبستمولوجيا، تحديدًا أن المعرفة التي يتم تحصيلها عن طريق مناهج العلم الفيزيائي مقصورة على المعرفة الرصدية بالمعنى المبين سابقًا. لا ننكر احتمال وجود معرفة ذات طبيعة غير رصدية، مثل نظرية الأعداد في الرياضيات البحتة؛ وعلى نحو غامض غير محدد ربما نسمح بإمكانية وجود أشكال أخرى لتبصر العقل الإنساني في عالم يقع خارجه، لكن مثل هذه المعرفة تقع فيما وراء حدود العلم الفيزيائي؛ وبذلك فهي لا تدخل في توصيف العالم الداخل في تكوين المعرفة الفيزيائية. مع توسيع هيكل المعرفة بحيث تعد المعرفة الفيزيائية مجرد جزء، فربما قد نشير بالمثل إلى «عالم» يُعَدُّ فيه الكون الفيزيائي مجرد ملمح جزئي. لكن في هذه المرحلة من التقصي نحد من النقاش؛ ليقتصر على المعرفة الفيزيائية، وبذلك يقتصر أيضًا على الكون الفيزيائي، وعنه -بحسب التعريف- ننحي جانبًا كل الخصائص التي ليست موضوعًا للمعرفة الفيزيائية.

غالبًا ما يتم التمييز بين المعرفة الرصدية وتلك النظرية؛ لكن عند التطبيق تُستخدم الاصطلاحات على نحو غير محكم؛ ما يحرم التصنيف من كل فائدة فعلية. لقد كان تطور علم الفيزياء في مجمله عبر عملية تجمع بين النظرية والرصد بحيث تكون مبنية على أساس رصدي جزئيًّا وأساس نظري جزئيًّا -أو على الأقل- هكذا كان الحال عامة مع كل أمر وجهنا إليه انتباهنا على النحو المعتاد. يرجع الاختلاف -بقدر ما يمكننا إدراكه- إلى الطريقة التي تم بها الحصول على المعرفة إلى طبيعة الدليل على صحة المعرفة. المعرفة نفسها غير معنية، ما نذهب إلى تأكيده من خلالها غير معني. على

ذلك، فمسلمتنا التي تذهب إلى أن المعرفة الفيزيائية ذات طبيعة وصفية لا يجب أن تُفهم على أنها تستثني المعرفة التنظيرية. إنني أعرف موقع المشترى في الليلة الفائتة. إن هذه معرفة ذات طبيعة رصدية. من الممكن تفصيل العملية الرصدية التي أدت إلى الكميات التي تعبر عن معرفتي بموقع الكوكب (زاوية شروقه وانحرافه الزاوي). في الواقع لم أقم باتباع هذه العملية، كما إنني لم أعرف الموضع من أي شخص قد قام باتباع هذه العملية. لقد بحثت عن ذلك في الرزنامة الملاحية[1]. لقد زودتني الروزنامة بنتائج الحسابات بناء على النظرية الكوكبية. تقبل الفيزياء المعاصرة بتلك النظرية وكذلك تقبل بكل نتائجها؛ ما يعني أنها ترضى بالمواضع المحسوبة باعتبارها تنبؤات بالنتائج التي سيتم الحصول عليها عند إجراء العملية الرصدية المعروفة. من بين رافدي المعرفة، أقصد معرفة النتائج باستخدام العمليات الرياضية والتنبؤ بالنتائج عن طريق العمليات الرصدية، فإنها تلك الثانية التي أؤكد عليها عندما أدعي معرفتي بموقع المشترى. إذا ما تبين عند العرض على المحكمة الدستورية العليا أن تنبؤاتي فيما يتعلق بنتائج عملية الرصد غير صحيحة؛ فإن عليَّ أن أُسلّم بأنني قد كنت على خطأ، وأنني لم أعرف موضع المشترى؛ لن تكون هناك أي فائدة من حجاجي الذاهب إلى أن معرفتي بالنتائج عن طريق العمليات الرياضية قد كان صحيحًا.

إن جوهر قبولنا بنظرية ما قائم على اتفاقنا على محو التمايز بين المعرفة المستقاة منها وتلك المستقاة من الرصد الفعلي. قد تبدو الأمور أحادية الجانب حيث إن محو التمايز بالتأكيد يحمل كل المعرفة الفيزيائية على أن تكون ذات طبيعة رصدية، لكن حتى أشد المنزهين للتنظير في مغالاة لا يفترضون العكس، ذلك العكس الذي يذهب إلى أننا بقبولنا لنتائج بحث رصدي باعتباره موثوقًا فيه فإننا نرفعها إلى مصاف النتائج النظرية. يرجع السبب في ذلك الانحياز إلى قبولنا بالرصد -لا بالتنظير- باعتباره المحكمة الدستورية العليا.

(١) نشرة يدون بها مواضع الأجرام السماوية لأجل أغراض تساعد في تعيين الاتجاهات عند الإبحار. (المترجم).

-٥-

لقد رأينا أن كل أمر من أمور المعرفة الفيزيائية -سواء كان مستقى من الرصد أو من النظرية أو من مزيج بين الاثنين- سوف يكون تأكيدًا لما كان أو لما سوف يكون نتيجة لإجراء عملية رصدية معينة. بشكل عام سوف يكون تأكيدًا للنتيجة التي ستكون لو قمنا بعملية الرصد؛ لذلك فالأكثر دقة أن نصف المعرفة الفيزيائية باعتبارها رصدية فرضًا[1]. أحيانًا يمكن إسقاط الشق الفرضي، فقد قمنا بالرصد وحصلنا على النتيجة، لكن نسبة المعرفة التي ينطبق عليها هذا ضئيلة، وغالبًا ما تكون غير ذات بال. لا أنكر أهمية الرصد الفعلي كمصدر للمعرفة، لكن باعتباره مكونًا من مكونات المعرفة فمن الممكن إهماله غالبًا. ما دمنا كنا نلجأ إلى عمليات معالجة للأرصاد واختزالها عبر إجراء «تصحيحات» فإن المعرفة الرصدية عن طريق التجربة الفعلية قد تم استبدالها بواسطة معرفة رصدية- فرضية تعبر عما ستكون عليه النتائج حال القيام بالتجربة تحت ظروف أكثر مثالية.

فلنفكر على سبيل المثال في معرفتنا بأن المسافة التي يبعدها القمر 240.000 ميل تقريبًا. إن المعنى المنضبط لذلك التأكيد يجب أن يستند لمرجعية تعريف المسافة في الفيزياء والفلك (الفصل الخامس)، لكن ذهابنا إلى أن معرفتنا بذلك تشير إلى أن 240.000 × 1760 عصا بطول الياردة مصطفة واحدة تلو الأخرى سوف تصل من هنا إلى القمر على درجة كافية من الدقة لأهدافنا الحالية. تلك معرفة رصدية - فرضية؛ حيث لم يجرِ أحدهم التجربة لأجل التيقن من هذا. من الصحيح أن أرصادًا فعلية قد وظفت من أجل الوصول إلى ذلك الرقم 240.000 ميل، لكن بتنحية النظرية جانبًا

(١) «المعرفة الرصدية - الفرضية» المقصود بها معرفة النتائج عن طريق رصد فرضي، وليس نتيجة تحليل فرضي لنتائج رصد فعلي. (المؤلف).

ما كان لنا بالتأكيد أن نعرف أن الكمية الناتجة هي المسافة التي يبعدها القمر. هناك عدة وسائل عملية لتعيين الأطوال، أحد أدق تلك الوسائل تتضمن أرجحة البندول عند دوائر عرض مختلفة على سطح الأرض. على الرغم من أنه سيكون من الصحيح التأكيد على أن الـ 240.000 ميل هي نتيجة عملية رصدية فعلية لهز البندول وما إلى آخر ذلك، إلا أن هذا لم يكن ما ننوي تأكيده عندما قلنا إن المسافة التي يبعدها القمر 240.000 ميل. بتوظيفنا لنظرية مقبولة فإننا نصبح قادرين على استبدال عملية رصد- فرضي بعملية رصد فعلي وستكشف عملية الرصد- الفرضي عن نفس النتائج متى قمنا بها فعليًّا. يتمثل مكسبنا في أن المعرفة الرصدية-الفرضية من الممكن تنظيمها وجمعها في كل متماسك، بينما المعرفة الرصدية الفعلية متفرقة ومهلهلة.

لا يمكن للفرد منا أن يقوم بشيء حيال الإحساس بالذنب على خلفية أن المعرفة الرصدية-الفرضية غير مرضية تمامًا انطلاقًا من نقطة ارتكاز منطقية. ما حال المعرفة الظرفية بالضبط إذا لم تتم التوفية بكل شروط الظرف؟ هل يمكن عزو أي معنى لتقرير ما يشير إلى أن شيئًا ما نعرف أنه لم يحدث قد حدث، ومن ثم فقد كانت أشياء أخرى لتحدث؟ إلا أنني إلى الآن لا أستطيع الامتناع عن الإعلاء من شأن معرفتي بأن 240.000 × 1760 عصا بطول الياردة سوف تصل إلى القمر، على الرغم من أنه لا توجد أي فرصة لأن تقوم تلك العصي بذلك أبدًا في المستقبل.

-٦-

قادتنا دراستنا العلمية لحقائق الرصد إلى القيام بعدد من التعميمات، ندعوها بقوانين الطبيعة. التعميمات هي المصدر الأبرز للخاصية الرصدية-الفرضية للمعرفة الفيزيائية؛ ذلك لأنها تتجاوز الرصد الفعلي على نحو أثيم وتؤكد معرفة بما سوف يرصد في أي مناسبة إذا ما أجريت العملية اللازمة.

أعتقد أنه يتم الحفاظ في بعض الأحيان على كون قوانين الطبيعة تنظيمًا للمعرفة، لا تعميم لها. تقتضي المثالية القبول بأن غاية قوانين الطبيعة تنظيم المعرفة الرصدية الموجودة، من دون حكم مسبق عما إذا كانت أي أرصاد مستقبلية سوف تتشكل وفق ذات النسق. بالنسبة إلى شخص يعتنق وجهة النظر تلك، فبالتأكيد سيكون مفاجئًا له تمامًا أنه في كل مرة يجري رصدًا جديدًا، يكتشف إطاعته للقانون. على سبيل المثال: من الممكن اعتبار قانون بود[1] للمسافات الكوكبية كإفادة معنية بالمسافات التي تبعدها الكواكب الستة المعروفة في زمنه، ومن غير المتوقع تطبيقها على الكواكب المكتشفة فيما بعد. ربما يكون هذا هو المسلك الصحيح تجاه إقرار قوانين معينة تم النص عليها؛ لكن من غير الممكن بالتأكيد تطبيقها بشكل عام عبر كل الفيزياء. علينا ألا نتصور أن تنظيم بود سوف يبقى ممكنًا في فيزياء تطهرت من التعميمات. ما لم نقبل بتعميمات مسبقة معينة، مثل أن الضوء يسافر في خطوط مستقيمة، فمن غير الممكن تحديد المسافات التي تبعد بها الكواكب؛ ومن ثم سوف يُهجر قانون بود؛ لأنه لا توجد مادة خام له كي ينظمها. هناك حقيقة مؤكدة تتمثل في أن التعميم المستقى من الرصد –سواء كنا منتبهين له أم لا – قد مورس في علم الفيزياء منذ قديم الأزل؛ ويجب أن نعزو له دورًا في المنهج العلمي لا يقل بأي حال عن الرصد نفسه. وعن طريق هذه التعميمات قد أُدخل إلى كيان المعرفة العلمية عنصر الرصد – الفرضي، ذلك الذي منح حق البقاء.

(١) جوهان بود: فلكي ألماني لاحظ في سبعينيات القرن الثامن عشر أن كواكب المجموعة الشمسية في بعدها عن الشمس تخضع لنظام رياضي وتتابع مدهش، حيث منح أبعاد الكواكب أعدادًا وهي ٠، ٣، ٦، ١٢، ٢٤، ٤٨، ٩٦، ١٩٢ بحيث يكون كل عدد هو ضعف العدد الذي يليه بخلاف أول عددين وعند إضافة ٤ إلى هذه الأعداد والقسمة على ١٠ نحصل على بعد الكواكب عن الشمس بالوحدة الفلكية (وحدة قياس للمسافات في الفضاء تعادل المسافة بين الشمس والأرض)، كانت هذه النظرية صحيحة تمامًا إلا فيما يتعلق بالرقمين ٢٤ و١٩٢ حتى تم اكتشاف حزام الكويكبات والذي اعتبره البعض كوكبًا متفتتًا وشغل محل الرقم ٢٤ وكذلك تم اكتشاف كوكب أورانوس في مكان ربما تنبأت به الأعداد بشكل مسبق ليشغل محل الرقم ١٩٢، كوكب نبتون فقط ربما لا يخضع لهذا التسلسل، ويذهب العلماء الآن إلى أن هذا التسلسل على الأرجح قد حدث بمحض الصدفة ولا يستطيعون تفسيره بأي حال. (المترجم).

خلاصة القول: إنه بالرغم من تنوع المناهج والوسائل تظل المعرفة الفيزيائية متجانسة في طبيعتها؛ إنها معرفة بما سوف تكون عليه نتيجة أي عملية رصدية لو أنها أُجريت، كما تتضمن كذلك -كحالة خاصة فيها- المعرفة بنتيجة أي عملية رصدية قد أُجريت بالفعل.

مع تقدم الفيزياء اندمجت الحقائق الفردية بشكل كبير في تعميمات. هل سيكون من الصحيح لو قلنا إن المعرفة الكلية للفيزياء تتكون من مثل هذه التعميمات في المجمل؟ تختلف الإجابة بحسب ما إذا كنا نشير إلى الفيزياء بمعناها العام أم بمعناها الضيق (بحيث تتضمن الكيمياء، لكنها لا تتضمن الفلك والعلوم الرصدية الأخرى (حال تمييزها عن العلوم التجريبية). أظن أن الفيزياء بمعناها الضيق معنية بالتعميمات فقط. لا يشغف الفيزيائي بالحقائق الخاصة إلا باعتبارها مثل المادة الخام للتعميم. إذا ما درس كتلة معينة من الحديد، فهي عينة تكشف عن الخواص العامة للحديد. على الجانب الآخر، فالفلكي شغوف بكتلة المادة التي نعيش عليها ومشغول بخصوصيتها، سواء كانت أو لم تكن عينة ممثلة لكل الكواكب بوجه عام. هو فضولي فيما يتعلق بالتساؤل عما إذا كانت هناك حياة نباتية على سطح المريخ أم لا، بموعد الظهور التالي لمذنبٍ لامع، بالدرجة التي اقترب بها كوكب ضئيل من الأرض، وهكذا. قد يقال إن هذا النوع من الشغف ما هو إلا شغف هواة، لا أكثر، قد تجاوزه الفيزيائي الذي يفكر بجدية، بالتأكيد على الفلكي التيقن من ثوابت الأرض، كما على الفيزيائي أن يتيقن من ثوابت جلفانومتره[1]، لكن لا يحق له الشغف بها. بالكاد قد يوافق الفلكي، لكن دعنا من ذلك ومروره. من الكافي أن نقول إن هذه الحقائق الخاصة ما هي إلا معرفة قد اكتُسبت عن طريق مناهج العلم الفيزيائي، وعلينا ألا نهملها عند مناقشة الإبستمولوجيا العلمية التي عرّفناها على أنها دراسة طبيعة المعرفة التي وصلت إلينا بهذه الطريقة؛ وهي كذلك غير مهملة في الكون الذي تُشكل فيه تلك المعرفة وصفًا.

(١) الجلفانومتر: جهاز يعين مرور تيار كهربي ويحدد شدته واتجاهه (المترجم).

لذلك علينا أن نتذكر أن المعرفة بالكون الفيزيائي لا تتشكل كلها من معرفة بقوانين الطبيعة. يبدو التنبيه سطحيًّا، لكنه ليس كذلك أبدًا. غالبًا ما أجد انطباعًا يرى أن تفسير قوانين الطبيعة على أنها ذاتية بالكلية، هو ذات الشيء تمامًا كتفسير الكون الفيزيائي على أنه ذاتي بالكلية. مثل هذه الرؤية لا أساس لها.

* * *

الفصل الثاني
الذاتية الانتخابية

- ١ -

دعنا نفترض أن أحد العلماء المتخصصين في دراسة الكائنات البحرية يستكشف الحياة في المحيط. رمى بشبكة في الماء ثم جمعها لتخرج مع تشكيلة سمكية. بفحص ما اصطاده، فقد مضى في الطريقة المعتادة للعالِم في تنظيم ما يكشف عنه. انتهى به الحال إلى تعميمين اثنين:

لا توجد كائنات بحرية بطول أقل من بوصتين.

كل الكائنات البحرية تملك خياشيمَ.

إن التعميمين صحيحان فيما يتعلق بصيده، وقد افترض بالفطرة أنهما سيبقيان صحيحين مهما أعاد ما قام به مرارًا.

عند تطبيق هذه المسلمة، فإن الصيد يمثل كينونة المعرفة التي تُكوّن العلم الفيزيائي، أما الشبكة فهي المعدات الحسية والذهنية التي نستخدمها لأجل الحصول على المعرفة. تناظر عملية الرصد عملية رمي الشبكة بالنسبة للمعرفة التي لم يتم الحصول عليها من خلال الرصد، أو من غير الممكن الحصول عليها من خلال الرصد، فإنها لا تدخل في سياق العلم الفيزيائي.

قد يعترض ناظر على التعميم الأول باعتباره خاطئًا. "هناك وفرة من المخلوقات البحرية طولها أقل من بوصتين، إن شبكتك غير مؤهلة لصيدها فقط" ينبذ العالِم المتخصص في دراسة الكائنات البحرية هذا الاعتراض في ازدراء. "ما لا يمكن لشبكتي صيده هو بلا شك خارج منظور معرفة العالِم المتخصص في دراسة الكائنات البحرية، وليس جزءًا من مملكة الأسماك التي تم تعريفها باعتبارها موضوع معرفة العالِم المتخصص في دراسة الكائنات البحرية. باختصار، ما لا يمكن لشبكتي اصطياده ليس سمكًا" أو -كي نترجم المسلمة- «إذا لم تكن تخمن ببساطة، فإنك تدعي معرفة بالكون الفيزيائي مكتشفة بطريقة ما أخرى غير تلك التي تتم عن طريق مناهج العلم الفيزيائي، وهي غير مسوغة على نحو مقبول بواسطة مثل هذه المناهج. إنك ميتافيزيقي[1]، يا للهول"!

يتصاعد الخلاف، على ذات النحو الذي تتصاعد به الكثير من الخلافات؛ لأن أبطال الحبكة يتحدثون عن أشياء مختلفة. لدى الناظر في ذهنه مملكة أسماك موضوعية. العالم المتخصص في دراسة الكائنات البحرية غير معني بما إذا كانت الأسماك التي يتحدث عنها تشكل تصنيفًا موضوعيًّا أم ذاتيًّا؛ الخاصية التي تهمه أنها قابلة للصيد. إن تعميمه صحيح تمامًا على نحو مثالي بالنسبة لصنف المخلوقات التي يتحدث عنها، هو صنف منتخب ربما، لكنه لن يكون مهتمًّا بالقيام بتعميمات فيما يتعلق بأي أصناف أخرى. دعك من التشبيه، إذا ما اعتبرنا الرصد أساس العلم الفيزيائي، وأصررنا على أن تأكيدات الفيزيائي يجب أن تثبت صحتها من خلال الرصد، فإننا نفرض اختبارًا انتخابيًّا على المعرفة التي نعتبرها فيزيائية. الانتخاب ذاتي؛ لأنه يعتمد على التجهيزات الحسية والعقلية، التي تُعتبر وسائلنا لاكتساب المعرفة الرصدية. تنطبق تعميمات الفيزياء، تلك التي ندعوها بقوانين الطبيعة، على هذه المعرفة المنتخبة ذاتيًّا، وعلى هذا الكون الذي تم اشتقاقها لتصفه.

(١) الميتافيزيقا المقصود بها ما وراء الطبيعة والظواهر الخارقة. (المترجم).

لم ندرك ما لهذا الانتخاب الذاتي من تأثيرات مجاوزة فيما يتعلق بموضوع دراسته إلا مع التطورات الأخيرة فقط لمناهج الإبستمولوجيا في الفيزياء. ربما قد ملنا في البداية -كما فعل الناظر- نحو الذهاب إلى أن الفيزياء قد ضلت طريقها، ولم تصل إلى العالم خالص الموضوعية الذي كانت تحاول وصفه، ذلك العالم الذي اعتقدنا فيه كأمر مسلم به. إن كانت تعميماته تلك ترجع إلى عالم موضوعي، فإنها -أو من المحتمل أنها- تنطوي على مغالطات من خلال ذلك الانتخاب، لكن هذا يحمل إدانة للعلم القائم على الملاحظة باعتباره فاشلًا؛ حيث إنه من غير الممكن الوصول إلى العالم الموضوعي على نحو خالص اعتمادًا على الرصد.

الواضح أن هجر المنهج الرصدي هو أمر خارج إطار البحث والمساءلة. لا يعد العلم القائم على الرصد فاشلًا على أي نحو، إلا أننا ربما قد أسأنا فهم طبيعة نجاحه الدقيقة. ربما ينبغي على أولئك غير الراضين عن أي شيء فيما عدا كون موضوعي بحت أن يتحولوا عنا ويذهبوا إلى الميتافيزيقيين، غير المعنيين بالمرسوم الذي ألزمنا به أنفسنا، أن كل فرضية يجب أن تكون قابلة للخضوع للمحكمة الدستورية النهائية. لكننا -نحن الفيزيائيين- سوف نواصل دراستنا للكون الذي كشف عنه الرصد، وسوف نقوم بتعميماتنا فيما يتعلق به؛ على الرغم من إدراكنا الحالي لأن الكون بقدر ما استطعنا الوصول إليه لا يمكن أن يكون موضوعيًّا بالكلية. بالتأكيد، سوف تستمر الكتلة الغالبة من الفيزيائيين الذين لا يهتمون بالإبستمولوجيا في القيام بهذه الدراسة على أي حال.

هل علينا إذن أن نتجاهل الناظر مع اقتراحه بالانتخاب؟ لا أظن أن علينا فعل ذلك؛ بالرغم من أننا لا نستطيع القبول بترياقه. فلتفترض أن ناظرًا أكثر لباقة قد قام باقتراح مختلف إلى حد ما: "لقد أدركت أنك قد كنت مصيبًا عند رفضك لفرضية أصدقائنا الخاصة بالأسماك غير القابلة للصيد، تلك التي لا يمكن البرهنة على صحتها من خلال أي اختبار نَعُدُّهُ أنا وأنت صالحًا. من خلال التزامك بمنهجيتك الخاصة

للدراسة فقد وصلت إلى تعميم في غاية الأهمية. بالنسبة للسمَّاك الذي لن يكون مهتمًّا بالتعميمات التي تتعلق بالأسماك غير القابلة للصيد، ولأن هذه التعميمات في غاية الأهمية؛ فإنني أفضل مساعدتك. لقد وصلت إلى تعميمك بالطريقة التقليدية عن طريق فحص الأسماك. هل لي أن أشير إلى أنك كنت لتصل إلى نفس التعميم على نحو أكثر سهولة من خلال فحص الشبكة وطريقة (منهج) استخدامك لها؟".

الناظر الأول يمثل الميتافيزيقي الذي يزدري الفيزياء مرجعًا ذلك إلى مواطن قصورها، الناظر الثاني يمثل الإبستمولوجي الذي في إمكانه مساعدة الفيزياء بسبب قصورها. إن هذه المساعدة ممكنة فقط؛ بسبب مثل هذا الهدف القاصر المحدود للفيزياء، ذلك الهدف الذي قد يقول عنه البعض أنه ضال. ليس المنهج التقليدي للفحص النظامي للبيانات المؤسسة على الرصد هو الطريقة الوحيدة للخلوص إلى التعميمات التي يُعتدُّ بها في العلم الفيزيائي. يمكن اكتشاف بعض هذه التعميمات على الأقل من خلال فحص التجهيزات الحسية والعقلية المستخدمة في الرصد. هكذا تُهدي الإبستمولوجيا إلى الفيزياء وسيلة جديدة لتحقيق أهدافها. إن تطور النظرية النسبية، وتحول نظرية الكم من كونها نظرية إمبيريقية (تجريبية) إلى نظرية عقلية منطقية ما هو إلا ثمرة الوسيلة الجديدة والمنهج الجديد؛ وهما أملنا الكبير في تحقيق منجزات أكثر جوهرية وتقدمًا.

- ٢ -

نعود إلى أسماكنا كي نستوضح نقطة أخرى على درجة عالية من الأهمية. لم تُقدّم أي اقتراحات فيما يتعلق بالتعميم الثاني -ذلك الذي يذهب إلى أن لكل المخلوقات البحرية خياشيم- وعلى قدر ما يمكننا الاستيعاب فمن غير المحتمل أن نستنتج من فحص الشبكة ومن طريقة استخدامها ذلك. لو أن أحد العلماء المتخصصين في دراسة البحار قد وسع من أبحاثه التي يجريها؛ ليقوم بعمليات صيد أبعد، ربما في

بحار مختلفة، فربما تجلب شبكته يومًا مخلوقًا بحريًّا بلا خياشيم، وبالتالي يفسد تعميمه الثاني. لو حدث هذا، فمن الطبيعي أن يبدأ في فقدان الثقة في مصداقية تعميمه الأول. ما من داع لتخوفه هذا؛ حيث إنه من غير الممكن للشبكة أن تجلب أبدًا أي شيء هي غير مؤهلة للإمساك به.

تملك التعميمات التي نصل إليها من خلال الإبستمولوجيا حصانة، لا يمكن أن تحظى بها التعميمات التي نصل إليها من خلال التجريب.

بات من المعتاد في فلسفة العلم أن نلح على أن قوانين الطبيعة ليست ذات طبيعة إلزامية؛ إنها مجرد تماثلات وجد أنها لا تزال تواصل الحدوث إلى الآن ضمن حدود خبرتنا الضيقة، لكننا لا نملك الحق في تأكيد مواصلتها للحدوث بشكل عام بغض النظر عن المتغيرات. كانت هذه الفلسفة صحيحة تمامًا لاعتناقها في خصوص ما يتعلق بالتعميمات الإمبيريقية (التجريبية). من المفهوم بالطبع ألَّا وجود لأحد على قدر من الحماقة يجعله ينزل بهذه الفلسفة إلى أرض الممارسة. لقد ثبت لدى العلماء من خلال فلسفاتهم أنهم لا يملكون الحق في التسليم بتنبؤات، ولا الحق في مواصلة الإعلاء من تنبؤات لا يمكن الدفاع عنها، ولا الحق في تفسير أرصادهم وفق هذه التنبؤات. لقد أجريت محاولات من خلال نظرية الاحتمالات لأجل تبرير تنبؤاتنا تذهب إلى إنه لو وقع حدث (سببه غير معروف) بشكل نمطي إلى الآن، فسوف يستمر في الوقوع في المناسبة التالية، لكنني أظن أن كل تلك المحاولات التي ظهرت ما هي إلا تحليل وإقرار بتنبؤاتنا كمسلمات، وليس دفاعًا عنها.

لقد تغير الموقف عندما أدركنا أنه قد يكون لبعض قوانين الطبيعة أصولٌ إبستمولوجية. هذه القوانين إلزامية؛ وعند الإقرار بأصولها الإبستمولوجية، فإننا نملك الحق في تأكيد أنها سوف تطاع بشكل عام بغض النظر عن المتغيرات. تكون عملية الرصد التي تظهر فيها كنتيجة غير متأثرة بتغير المكان والزمن.

لكن قد تثور اعتراضات: هل في مقدورنا أن نكون موقنين من أن عملية الرصد[1] لا تتأثر بتغير المكان والزمن؟ لو تحرينا الدقة، فالإجابة ستكون: لا. لكن لو تأثرت عملية الرصد – لو أعاق موضعنا في الزمن والمكان أو أي ظرف آخر إجراء العملية الرصدية على نحو دقيق وفق المعايير المتعارف عليها – فيمكننا أن نشير إلى نتائج الرصد (كأرصاد سيئة «غير دقيقة») (وسوف نفعل ذلك). أما أولئك المستاؤون من فكرة الإلزامية فيما يتعلق بالقوانين العلمية، فربما قد يهدئ هذا التنازل من سريرتهم، على الرغم من أنه لا يمكننا القبول بعد الآن بالفلسفة العلمية التي تعتنق مبدأ يذهب إلى أن قوانين الطبيعة غير إلزامية، إلا أنه لا توجد ضمانة تؤكد أن أرصادنا الفعلية سوف تستوفي الشروط، حيث إنه لا يوجد –لسوء الحظ– أي ضمان على أن أرصادنا سوف تكون أرصادًا جيدة وصالحة.

ماذا عن بقية قوانين الطبيعة التي لا تحمل أصولًا إبستمولوجية، وعلى ذلك، فهي بقدر ما نعلم غير إلزامية؟ هل من المحتم أن تواصل تشويه المخطط باعتبارها مصدر تنبؤات لا يمكن الدفاع عنها، تلك التي لا يمكن أبدًا التوفية بها عند الممارسة؟ قبل القلق حيالها، سوف يكون من الجيد أن تنتظر حتى نرى ما الذي تبقى من نظام قوانين الطبيعة بعد إزالة الجانب الذي يمكن التدليل عليه من خلال الإبستمولوجيا. ربما لا يكون هناك ما تبقى ويستدعي القلق.

لم يكن إدخال التحليل الإبستمولوجي في النظرية الفيزيائية الحديثة مصدرًا قويًّا

(١) يجب تفصيل المحددات المعيارية لعملية الرصد كي نتجنب أي نتيجة متفردة للرصد. من واجبات الراصد أن يتيقن من أن كل الظروف الممثلة التي قد تؤثر في النتيجة مثل، درجة الحرارة وغياب المجال المغناطيسي وما إلى غير ذلك، موافقة للمعايير. يمكن للقوانين الإبستمولوجية الحاكمة لنتائج الرصد أن تمثل مرجعية عند ثبوت إجراء العملية وفق ما هو محدد فقط. يمكن ضرب مثالا للاشتراطات المشار إليها في هذه الفقرة من خلال الحقيقة الذاهبة إلى إنه من المستحيل إجراء رصد «جيد» بالفعل للطول في مجال مغناطيسي قوي؛ لأن المحددات المعيارية لعملية تحديد الطول تتطلب منا إزالة المجالات المغناطيسية. (الفصل الخامس). (المؤلف).

لإحراز التقدم العلمي فقط، لكنه قد زود بدرجة جديدة من الأمان لاستنتاجاتنا، أو ربما من الأفضل أن أقول: إنه قد جلب درجة جديدة من الأمان إلى متناول اليد. التساؤل عما إذا كانت الاستنتاجات الحالية آمنة أم لا هو تساؤل عن الزلل البشري، ليس الإبستمولوجي بمستثنى منه وهو ليس بأفضل من المُنَظِّر الكلاسيكي بأي حال أو الراصد العملي، وذلك دون أن ننسى أن النتائج الفعلية التي حققناها من المؤكد أنها تنهض على تبصر ودقة أولئك الذين يستخدمون المعدات، سوف أؤكد على أن لدينا الآن المعدات والتجهيزات اللازمة لوضع النظريات الفيزيائية على درجة أعلى من الموثوقية عن تلك التي أملنا فيها في السابق.

-٣-

Quis custodiet ipsos custodes? (١)

من الذي سوف يرصد الراصدين؟ الإجابة هي: الإبستمولوجي. إنه يراقبهم كي يرى ما الذي يرصدونه بالفعل، والذي دائمًا ما يكون مختلفًا تمامًا عما يقولون إنهم يرصدونه. يفحص إجراءهم والقيود التي تحد المعدات والتجهيزات التي جلبوها لأجل مهمتهم ولا مناص منها، وبقيامه بذلك يصبح على دراية مسبقة بالحدود والقيود التي على النتائج التي يحصلون عليها أن تتشكل ضمن حيزها. على الجانب الآخر لا يكتشفون هم هذه الحدود والقيود إلا عندما يعمدون إلى فحص نتائجهم، ودون أن ينتبهوا إلى ذاتية مصدر هذه القيود، ثم ينادون بهذه الحدود والقيود كقوانين للطبيعة.

(١) عبارة لاتينية تترجم إلى (من الذي سيحرس الحراس أنفسهم؟) وأحيانًا تترجم على (من الذي سيراقب المراقبين أنفسهم؟) وتنسب إلى الشاعر الروماني جوفينال الذي عاش بين القرنين الأول والثاني الميلادي، واشتهر بأشعاره الهزلية، وهذه العبارة هي واحدة من جمله الشعرية الهزلية، إلا أنه كان يقصد بها قضية الإخلاص الزوجي. لكن العبارة استخدمت سياسيًّا فيما بعد، وها هو إدنجتون يستخدمها في إطار فلسفة العلم.
جاء السياق الأصلي على هذا النحو: (دائمًا ما أسمع الأصدقاء وهم يقدمون النصائح: «قيدها بالأغلال في البيت، احبسها لكن من الذي سيحرس الحراس أنفسهم؟ تحيك الزوجة المخططات وتبدأ بهم) (المترجم).

قد يُحاجّ البعض، إنه بقبولنا بمساعدة الإبستمولوجيا، فسيصير العلم الفيزيائي بالكلية مجرد انعكاسًا للرصد. بالنسبة إلى الإبستمولوجي فهو أيضًا مجرد راصد. يرصد الفلكي النجوم؛ يرصد الإبستمولوجي الراصدين. كل منهما يسعى حثيثًا صوب معرفة مبنية على الرصد.

كلي أسف لذلك، لكن عليَّ أن أزعج المؤمنين بالرصد برفضي هذا الانغماس في الرؤى التقليدية، لكن التشابه بين رصد النجوم ورصد الراصدين لا يستقيم على نحو جيد. لا تتمثل الحقيقة الكلية على نحو كامل في العبارة الشائعة أن العلم الفيزيائي ينهض على الرصد، وأن تعميماته هي تعميمات تتعلق ببيانات رصدية. إنه ينهض على الرصد الجيد، وتعميماته تتعلق ببيانات رصدية جيدة؛ لذلك فعلى الإبستمولوجيا العلمية المعنية بطبيعة المعرفة المحتواة في العلم الفيزيائي أن تختبر إجراءات الرصد الجيد. إن المعادل الموضوعي الصحيح للإبستمولوجي الذي يرصد راصدين جيدين هو الفلكي الذي يرصد نجومًا جيدة.

يبدو أن الغالب في الفلسفة التغافل عن جدارة الأرصاد باعتبارها «جيدة»، تلك الجدارة التي تعد أهم نقطة عند الممارسة. حال الحديث عن الرصد، هناك غالبًا فشل في تمييز ذلك النوع الخاص من النشاط الرصدي المتدارس في العلم الفيزيائي عن مجرد «أخذ الملاحظات» غير المحدد. إن التمايز انتخابي بشدة ؛ وهو يشير إلى حال واحد، فيه قد أُقحم الانتخاب الذاتي الذي أشرنا إليه على الكون الموصوف من خلال الفيزياء. لو كان مسموحًا للفلكيين بالمثل تمييز النجوم الجيدة والنجوم الفاسدة؛ فسوف يصبح علم الفلك بلا شك ثريًّا ببعض القوانين الجديدة البارزة، تلك القوانين التي تنطبق بالتأكيد على النجوم الجيدة فقط، تلك النجوم التي تخضع للقوانين الموصوفة على هذا النحو.

ما يجعل من الرصد جيدًا أو فاسدًا، هو ما جُبِل هذا الرصد على تمثيله. قد يكون

تحديد فاسد لنقطة انصهار الكبريت تحديدًا جيدا لنقطة انصهار خليط من الكبريت والقذارة. تفرض الاصطلاحات المستخدمة لوصف رصد –لتحديد ما هو رصد– من خلال التعريف إجراء معياريًّا يجب أن يتبع عند القيام بالرصد؛ مجبول الراصد على اتباع هذا الإجراء، أو على اتباع إجراء يملك كامل الحرية في إحلاله محل الأول إيمانًا منه بأنه بالتأكيد سيحرز ذات النتائج. لو حدث ولم يتم الإجراء وفق الشروط الموضوعة بسبب الغفلة والإهمال أو نتيجة لصعوبة عملية، فإن الرصد سيعد عند ذلك رصدًا فاسدًا، والراصد في هذه اللحظة يعد راصدًا سيئًا. على نحو مماثل سوف يكون الراصد سيئًا كذلك من منظور العلم الفيزيائي لو كان إيمانه بالإجراء الذي سيحرز ذات النتائج بالتأكيد إذا ما حل محل الإجراء المتعارف عليه إيمانًا خاطئًا؛ غير أنه سوف يلقي باللوم في هذه الحالة على الفيزيائي النظري الذي نصحه على نحو خاطئ.

على ذلك فالإبستمولوجي لا يدرس الراصدين ككائنات حية من اللازم تأكيد أنشطتها إمبيريقيًّا (تجريبيًّا) بنفس الطريقة التي يدرس بها العالِم المتخصص في دراسة الطبيعة عادات الحيوانات. عليه أن ينتقي الراصدين الجيدين – أولئك الذين تتبع أنشطتهم مخططًا إجرائيًّا متعارفًا عليه. على الإبستمولوجي أن يتحصل على هذا المخطط الإجرائي. من دونه لن يعرف أي الراصدين يجب عليه رصدهم وأي الراصدين عليه أن يتجاهلهم؛ مع المخطط لن يكون في حاجة لمراقبة الراصدين الجيدين فعليًّا؛ حيث إنه يعرف أنهم بالفعل يتتبعون تعاليمه بحذافيرها وإلا فلن يكونوا جيدين.

يجب البحث عن المخطط في عقل الراصد، أو في عقول أولئك الذين أخذ تعليماته منهم. يعد الإبستمولوجي راصدًا في سياق واحد فقط ألا وهو رصد ما في العقول، لكن ذلك يعد وصفًا متحذلقًا للطريقة التي نكتشف بها المخطط المتصور في ذهن أي أحد. إننا نعرف بمخطط الراصد من خلال الاستماع إلى معتقده الشخصي فيه ومن خلال استجوابه.

-٤-

يمكننا تمييز المعرفة بالكون الفيزيائي المستقاة من دراسة نتائج الرصد باعتبارها معرفة لاحقة **posteriori**، والمعرفة المستقاة من الدراسة الإبستمولوجية لعملية الرصد باعتبارها معرفة مسبقة **priori**. قد يصل مُثَمّن إلى تعميم على نحو لاحق أن منزلًا معينًا لا يحتوي على أي بند ثمنه أكثر من ست بنسات[١]؛ يمكن الوصول إلى نفس التعميم على نحو مسبق من خلال ملاحظة أن المالك قد قام بتأثيث المنزل من متاجر وولورث[٢]. يُستدعى الراصد كي يُقيّم أثاث مسكن العلم. قد يتوقع مستخدم منهج المعرفة المسبقة من خلال مراقبته لمنهج الراصد في الحصول على الأثاث بعض الاستنتاجات، وهي ذاتها التي سوف يصل إليها مستخدم منهج المعرفة اللاحقة من خلال إمعان النظر في الأثاث.

أعتقد أنني ها هنا أستخدم اصطلاح «المعرفة المسبقة» بمعناه المتعارف عليه: ألا وهو المعرفة التي لدينا عن العالم الفيزيائي قبل رصده فعليًّا. على أي حال فالمعرفة الإبستمولوجية قريبة على نحو كاف من مماثلة المعرفة المسبقة ومن إثارة اعتراضات الفيزيائيين المنتمين إلى المدرسة التقليدية. ترتبط المعرفة المسبقة بسمعة سيئة في العلم؛ ولن أذهب إلى محاولة إخفاء التاريخ العائلي عبر الجدال حول الأسماء.

---

(١) عملة بريطانية كانت تستخدم في بريطانيا حتى عام ١٩٧١، وتعادل نصف شلن أو جزء من ٤٠ جزء من الجنيه الإسترليني، ففي عام ١٩٧١ بدأ النظام العشري؛ حيث بات الجنيه الإسترليني يحتوي على ١٠٠ بنس. لكن قبل تطبيق ذلك النظام العشري، كان الجنيه الإسترليني يحتوي على ٢٠ شلن، وكل شلن يحتوي على ١٢ بنس، ما يعني أن الجنيه الإسترليني قد كان يحتوي على ٢٤٠ بنس. (المترجم).

(٢) وولورث: سلسلة متاجر كانت منتشرة على مستوى العالم وتتخصص في بيع البضائع الرخيصة، افُتتح أول متاجر هذه السلسلة في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٧٩، وقد أسس هذه الإمبراطورية التجارية رجل الأعمال الأمريكي فرانك ونفيلد وولورث، وظلت قائمة وقادرة على المنافسة لفترة طويلة، لكنها تراجعت في ثمانينيات القرن الماضي. (المترجم).

كي أكون واضحًا تمامًا، فإن المعرفة الإبستمولوجية أو المعرفة المسبقة هي سابقة على إجراء الأرصاد، لكنها غير سابقة على وضع مخطط الأرصاد. بالنسبة للمعرفة الفيزيائية، فإنها بالضرورة تأكيد لنتائج الأرصاد التي نتصور أنها قد أجريت. أما فيما يتعلق بالسؤال عما إذا كانت المعرفة المسبقة مستقلة عن الخبرة الرصدية بالكلية، فيجب علينا -فيما أظن- أن نجيب بلا. من غير المحتمل أن يكون لشخص من دون خبرة رصدية على الإطلاق، ومن دون تلك المعرفة غير المباشرة بالخبرة الرصدية التي قد يجنيها من خلال التواصل مع زملائه، قدرة على إرفاق معنى بالمصطلحات التي يتم التعبير عن المعرفة الإبستمولوجية -كما يتم التعبير عن أي معرفة فيزيائية- من خلالها؛ وسوف يكون من المستحيل وضعها ضمن أي سياق آخر يكون له معنى بالنسبة له.

علينا إذن التسليم بأن استنتاج قانون للطبيعة من خلال المعطيات الإبستمولوجية يتطلب خبرة رصدية مسبقة، لكن يجب التأكيد على أن علاقة قانون الطبيعة بالأرصاد التي تشكل هذه الخبرة المسبقة مختلفة بالكلية عن علاقته بالأرصاد التي يحكمها. قد يعتقد غريب عن جامعتنا يرصد طلابنا وهم داخل كلياتهم قبل منتصف الليل أنه قد اكتشف قانونًا من قوانين الطبيعة البشرية، يشير إلى أن هناك شيئًا ما في طبيعة الطلاب تحثهم على البحث عن حماية جدران الكلية قبل قرع أجراس الثانية عشرة. لا يجب علينا أن نخدعه، وعلينا أن نبين له أن للقانون أصلًا مختلفًا تمامًا: ألا وهو سلطات الكلية. هل عليه أن يستنتج إذن أن القانون مستقل بالكامل عن طبيعة الطلاب؟ ليس بالضرورة؛ سوف يكشف البحث الحريص عن أن القانون يعتمد على خبرة مسبقة واسعة بطبيعة الطلاب. لا يمكننا القول إن قانون الساعة الثانية عشرة غير قائم على طبيعة الطلاب؛ لكنه غير قائم على تلك الطبيعة على النحو الذي يفترضه الغريب[1].

(١) ربما يقصد إدنجتون أن قانون الساعة الثانية عشرة ربما يشير إلى طبيعة الطلاب من حيث طاعتهم لسلطات الكلية على سبيل المثال وبالتالي فهو قائم على طبيعة الطلاب، لكن ليس على النحو الذي افترضه الغريب (طلبهم لحماية جدران الجامعة في تلك الساعة المتأخرة) (المترجم).

في العلم الفيزيائي اعتُبرت الاستنتاجات المسبقة كأمر بغيض لسنوات طويلة؛ وعلينا أن نتوقع اعتراضات من أولئك الذين يلتزمون بالتقاليد. لقد أصبح عدم استطاعتنا الحصول على أي معرفة مسبقة عن الكون مبدأ علميًّا مقبولًا. أتفق مع ذلك، مع الأخذ في الاعتبار أننا نعني «بالكون» هنا «كونًا موضوعيًّا»، ذلك قد كان المقصود بلا شك عندما تم تأطير المبدأ، لكن المبدأ يلغي نفسه عندما يطبق على كون يتم تعريفه باعتباره موضوع المعرفة الفيزيائية بدلًا من أن يتم تعريفه من خلال خواصه الداخلية[1]. إذا لم يكن لنا معرفة مسبقة بالكون، فلا يمكن أن تكون لنا معرفة مسبقة تشير إلى أنه موضوعي؛ وعلى ذلك فمن غير الممكن أن تكون لنا معرفة مسبقة بأنه من غير الممكن أن تكون لنا معرفة مسبقة.

يمكن تبرير إعادة طرح المعرفة الفيزيائية المسبقة من خلال اكتشاف أن الكون الذي يصفه العلم الفيزيائي هو ذاتي جزئيًّا. تاريخيًّا كان الجدال يسلك مسلكًا آخر. لقد وُجد أنه من الممكن الحصول على معارف معينة من خلال المناهج المسبقة، معارف غير مشكوك فيها عن كون الفيزياء؛ لأنها ذات المعارف تمامًا التي سعى إليها الفيزيائيون، وقد اكتُشفت في بعض الحالات من خلال المناهج اللاحقة المعتادة، لكنه من المسلم به أن مثل هذه المعرفة المسبقة تعد أمرًا مستحيلًا، لو كان الكون الذي تدل عليه موضوعيًّا بالكلية. يحيلنا ذلك إلى تساؤل عما إذا كنا قادرين على تعقب طريقة دخول عنصر الذاتية إلى كون الفيزياء؟

يبدو من المناسب لو دعونا المنظور الفلسفي الذي بلغناه هنا «بالذاتية الانتخابية». يمكن تفسير «الانتخابية» بشكل واسع. لا أنوي التأكيد على أن تأثير إجراءات الرصد على المعرفة التي نحصل عليها مقصورة على الانتخاب البسيط، مثل المرور من

(١) عندما نقوم بتعريف شيء، فإن لدينا معرفة مسبقة بأن له خواصًا محددة في التعريف. يجب أن يُفهم المبدأ على نحو واضح كي نستثني هذه المعرفة المسبقة. (المؤلف).

خلال شبكة، لكن المصطلح سوف يوظَّف كي يذكرنا أن الذاتي والموضوعي من الممكن لهما أن يمتزجا بطرق أخرى غير مجرد الإضافة والجمع. تتضمن الرياضيات نوعًا عامًّا جدًّا من مثل هذا المزج ألا وهو ذلك الذي للعامل والمعامل[1]، العوامل الانتخابية تعد حالة خاصة.

يفرض الانتخاب أن هناك شيئًا ما كي ننتخب منه. يبدو من المسموح به أن نستنتج أن المادة التي يجري عليها الانتخاب موضوعية. تتمثل الطريقة الوحيدة لإرضاء أنفسنا فيما يتعلق بذلك في الاختبار المتأني للطرق التي يمكن بها للذاتية أن تزحف على المعرفة الفيزيائية من خلال عمليات الرصد. على قدر فهمي، يغطي الانتخاب أو تغطي العمليات الرياضية المناظرة له مدى الممكنات بالكامل؛ ما يعني أن الذاتية في مجملها مكونة من عمليات ذات طبيعة انتخابية. الذاتية مقصورة على العوامل (جمع عامل)، غير أن المعامل النهائي يجب أن يكون متحررًا من كل ذاتية.

لا أجد سببًا يجعلك تشك في الجدلية السابقة، لكنها تعتمد في استخلاصها على الحذر الشديد أثناء الفحص المدقق الذي لا يمكن أن أضمن حسمه. «الموضوعية» بالضرورة خاصية سلبية، فهي تشير إلى (عدم ذاتية) المعرفة، إلا أننا نعتبرها كخاصية إيجابية للشيء الذي تدل عليه المعرفة؛ ومن الأصعب دائمًا توضيح استنتاج سلبي مقارنة بالإيجابي. أقبل بعنصر موضوعي متضمن في المعرفة الفيزيائية وفي ظني أنه ينهض بشكل معقول على أسس قوية، لكن ليس بنفس درجة يقيني من العنصر الذاتي الذي يسهل توضيحه.

---

(١) المعامل هو قيمة ما أو رمز يعبر عن قيمة ما، أما العامل فهو العملية التي يتم إجراءها على هذه المعاملات.
على سبيل المثال: ٣ + ٦ = ٩.
فإن كل من ٣ و٦ تعد معاملات، أما + فهي العامل.
وكذلك ٣ × دستة = ٣٦ .
فإن كل من ٣ ودستة تعد معاملات، أما × فهي العامل. (المترجم)

للذاتية الانتخابية التي تعد الفلسفة العلمية الحديثة علاقة ضئيلة بذاتية بيركلي[1]، تلك التي -إذا كنت مصيبًا في فهمي- تنفي كل موضوعية عن العالم الخارجي. منظورنا يذهب إلى أن الكون الفيزيائي ليس ذاتيًّا بالكلية، كما أنه ليس موضوعيًّا بالكلية- بالإضافة إلى أنه ليس مزيجًا بسيطًا بين مكونات ذاتية وموضوعية أو خصائص ذاتية وموضوعية.

❊ ❊ ❊

(١) فيلسوف أيرلندي ذهب إلى أنه لا وجود للمادة وأن كل الكون الذي يحيط بنا ما هو إلى مجرد فكرة في العقل (المترجم).

الفصل الثالث

أشياء غير قابلة للرصد

- ١ -

تنضوي الأفكار الأساسية للفيزياء الحديثة، بالقدر الذي تختلف به عن الأفكار الكلاسيكية للقرن التاسع عشر تحت نظريتين شاملتين: النظرية النسبية ونظرية الكم. لقد وصلت النظرية النسبية إلينا عبر مرحلتين، تحديدًا نظرية أينشتاين الخاصة في عام ١٩٠٥ ونظريته العامة في عام ١٩١٥، ينبغي أن أضيف إليهما نظرية ڤايل[١] لنسبية المقياس في عام ١٩١٨، والتي تعد الآن ملمحًا أساسيًّا في المفاهيم النسبية. بدأت نظرية الكم في أوراق بلانك في عام ١٩٠١؛ لذلك فهي على نحو ما النظرية الأقدم من بين النظريتين، لكنها احتاجت إلى وقت أطول كي تصل إلى النضج. بينما ارتبطت النظرية النسبية من البداية بمنظور فلسفي جديد. لم تسهم نظرية الكم بشيء في الفلسفة حتى عام ١٩٢٥ فيما عدا الحيرة والارتباك. لقد طرح هايزنبرج في عام ١٩٢٥ فكرة جديدة هامة، وفي العام التالي أو العامين التاليين وعبر مساعدات عدد من المساهمين بلغت النظرية شكلها الحالي، الذي يطلق عليه عمومًا «الميكانيكا

(١) هرمان ڤايل: رياضي وفيزيائي ألماني حاول توحيد النظرية النسبية والنظرية الكهرومغناطيسية من خلال نظريته لنسبية المقياس، إلا أنها لم تحقق المرجو منها، غير أن هناك من بنى عليها لكن في سياقات أخرى. (المترجم).

الموجبة». توقفت عن أن تكون حفنة من سحر إمبيريقي (تجريبي) بالكامل، وعلى الرغم من أنها لا تزال غامضة، إلا أنها تتضمن خطوطًا متماسكة معينة لأفكار لها تداعياتها الفلسفية التي لا تقل في أهميتها عن تلك التي للنظرية النسبية.

يمكن التعرف على قسمين عريضين لموضوع دراسة الفيزياء؛ تحديدًا الفيزياء الميكروسكوبية التي تتعامل مع الأنظمة على المقاييس الذرية، والفيزياء المولية[1] التي تتعامل مع الأنظمة على المقياس الكبير الذي يمكن تقديره بواسطة حواسنا، تلك الأنظمة المكونة من عدد هائل من المكونات الميكروسكوبية. بشكل عام نذهب إلى أن النظرية النسبية تطبق على الأنظمة المولية وتطبق نظرية الكم على الأنظمة الميكروسكوبية. ذلك لا يعني أن الطبيعة منقسمة أمام نفسها. بقبولنا لمبادئ النسبية أو لمبادئ الكم فإننا نقبل بها فيما يتعلق بالفيزياء كلها، لكن قد يكون لها تطبيق أكثر مباشرة وعملية في فرع دون الآخر. من المحتمل أن يكون «مبدأ اللا يقين» الخاص بنظرية الكم صالحًا أيضًا بالنسبة للأنظمة المولية؛ لكن سوف يكون من العسير ضرب مثالًا موليًّا، يمكن رصد اللا يقين فيه. قد يكون «المبدأ الخاص للنسبية» الذي يؤكد على التكافؤ الأولي لأطر الزمكان المناظرة للسرعات المختلفة صالحًا أيضًا في الفيزياء الميكروسكوبية؛ لكن ليس له تطبيقٌ مباشرٌ في داخل الذرة أو النواة حيث إنه بالنسبة إلى الإطار المرجعي للهيكل الداخلي، لا يكافئ إطار الزمكان الذي فيه الذرة بالكامل أو النواة بالكامل في حالة حركة ذلك الذي تكون فيه الذرة بالكامل أو النواة بالكامل في حالة سكون. مبادئ النسبية والكم صالحة عبر كل الفيزياء، لكن باقات النظريات والمعاملات التي يقال في العادة إنها تُكوّن النظرية النسبية ونظرية الكم ترتبط على نحو وثيق جدًّا بقسمي الفيزياء: الميكروسكوبية والمولية على الترتيب.

(١) نسبة إلى المول، وهو وحدة قياس كمية المادة، ويعرف بأنه الكتلة الذرية أو الجزيئية للمادة معبرًا عنها بالجرام، على سبيل المثال، الوزن الذري للكربون يساوي ١٢، وبالتالي فمول الكربون يساوي ١٢ جرام وهكذا. (المترجم).

لقد قام نيلز بور بإيضاح العلاقة بين القوانين الميكروسكوبية (الكمية) للفيزياء والقوانين المولية وذلك من خلال «مبدأ التناظر». تعد القوانين المولية شكلًا مبسطًا، تتلاقى عنده القوانين الميكروسكوبية عندما يُعَدّ عدد الجسيمات أو الكوانتا كبيرًا للغاية. ذلك يعني أن القوانين الميكروسكوبية بمفردها كافية بشكل مثالي لتغطية كل مجال الفيزياء، وما القوانين المولية إلا مجرد تكييف مناسب لها ينطبق على مسألة خاصة، لكنها تحدث كثيرًا. علينا أن نتعامل على نحو متكرر مع حزم من أعداد ضخمة للغاية من الجسيمات بحيث يكون من المفيد أن نملك صيغة مدمجة لمخرجات القوانين الميكروسكوبية عند تطبيقها على مثل هذه الأنظمة، وقد حظينا فيها بمزية التبسيط التي نحظى بها عندما يكون أخذ المتوسطات مسموحًا به. القوانين المولية هي هذه النسخة المكثفة والمهذبة من القوانين الميكروسكوبية.

وفقًا لذلك، يجب أن تسبق القوانين الميكروسكوبية تلك المولية في الترتيب المنطقي للعرض، لكن الخبرة العملية قدمت المسألة بطريقة أخرى معكوسة؛ ذلك لأن أعضاءنا الحسية هي نفسها أنظمة مولية. لذلك فقد صادف التحري العلمي القوانين المولية في البداية، كما صادف تلك القوانين التي قد تم تضفيرها منطقيًّا في المخطط الكامل للنظرية النسبية. نظرية الكم في جوهرها أكثر صعوبة، وقد كان لها بداية متأخرة. قليل من الظواهر الأكثر تأثيرًا المرتبطة بنظرية الكم قد كانت معروفة قبل عام ١٩٠٠. عند محاولة حصر المعارف الفيزيائية في الحقبة الحالية، سيكون من المستحيل تجنب منح القوانين المولية بروزًا عَرَضيًّا (والذي من المحتمل ألا يكون دائمًا). بما أننا مطلعون على نظام كامل للقوانين المولية، لكننا لا نزال نحاول على نحو موجع تحسين مخطط القوانين الميكروسكوبية غير الواضح جزئيًّا.

لن تكون دراسة سيكولوجيا الحشود كافية جدًّا لتأسيس نظرية عن العقل البشري. ما القوانين المولية أو قوانين الحشود في الفيزياء إلا مقدمة غير كافية وغير مرضية لنظرية عن سلوك الفرد أو عن السلوك الذري.

هكذا، لم يكد يبدو أننا قد وصلنا إلى فهم سبل الطبيعة من خلال القوانين المولية حتى بدأ يظهر تصور جديد بالكلية عما هي عليه من خلال القوانين الميكروسكوبية. دعني أقولها دفعة واحدة: إن التناظر بين الفرد والحشد غير دقيق. تتمثل أحد الملامح المثيرة لتقدمنا في اكتشافنا أنه منقوص؛ ذلك لأن الجسيم المفرد أو المكون المفرد هو مفهوم مراوغ كثيرًا للغاية عما كان يظنه دارس الذرة قديمًا. لكن يبقى صحيحًا أن أكثر ما هو حيوي من أجل فهم صحيح للكون الفيزيائي عادة ما يُفقد في خضم عملية الرصد من خلال التأثير الممهِد المفرط الذي تبذله أعضاؤنا الحسية الكبيرة. ويبرهن نمط القانون الطبيعي في جوهره على اختلافه عن المفهوم الذي كوناه من خلال إطلاعنا الأولي على الكون الفيزيائي في نسخته المحدودة للأعداد الضخمة.

-٢-

نتحدث بشكل متكرر عن «مبدأ النسبية»، لكن من الصعب العثور على تعبير صارم ورسمي يعبر عنه. لقد قمت بنشر ثلاثة كتب طويلة إلى حد ما تتعرض للنسبية[١]، لكن لو أن ذاكرتي لا تخدعني، فلم يحاول أي منها تعريف المبدأ العام للنسبية[٢]. أعتقد أن الباقين قد كانوا أكثر صمتًا عن هذه النقطة. من جانبي فقد اعتبرت النسبية كمنظور جديد، بالتأكيد ستكشف تداعيته عن أغوارها تدريجيًّا، أكثر مما يمكن لمسلمة معينة أو لفرضية خاصة تفسيره في صيغة محددة مرة واحدة وإلى الأبد.

ربما تتمثل المقاربة الأقرب لصياغة المبدأ في جملة أننا نرصد العلاقات فقط بين الكيانات الفيزيائية. يتطلب هذا قدرًا معينًا من التفسير الحريص، لن أدخل فيه الآن. أما الآن فكما قلت: سوف أُعرّف النسبية نوعًا ما باستخدام المنظور الذي قاد إلى

(١) على الأرجح يقصد كتبه (النظرية النسبية وتأثيرها على الفكر العلمي) و(النظرية الرياضية للنسبية) و(المكان والزمن والجاذبية: إطار للنسبية العامة). (المترجم).

(٢) فكرة المبدأ «الخاص» أبسط بالمقارنة. (المؤلف).

هذا الاستنتاج. سوف أُشدد على التساؤل نفسه: «ما الذي نرصده بالفعل؟» بدلًا من النص على الإجابة: «نرصد علاقات بين الكيانات الفيزيائية فقط»؛ لأنه بمجرد طرح السؤال، ينفثئ مخطط الفيزياء الكلاسيكي كفقاعة، ونمضي في مسار الثورة حيث لا تلوح ربما نهاية في الأفق بعد. من الشائع وصف حال الفيزياء النظرية في الثلاثين عاما الأخيرة كتتابع من الثورات، لكنها كلها حركة ثورية واحدة قد بدأت بواسطة هذا السؤال البسيط. كرر هايزنبرج السؤال في عام ١٩٢٥: «ما الذي نرصده بالفعل في ذرة؟»، كانت النتيجة هي: ميكانيكا الكم الجديدة.

كان استنتاجنا الإبستمولوجي الأول أن المعرفة الفيزيائية ذات طبيعة رصدية، بمعنى أن كل مكون هو تأكيد لنتيجة رصد فعلي أو فرضي. من الواضح أن الخطوة التالية تتمثل في التساؤل عما يتضمنه اصطلاح «الرصد». على راصد الراصدين -الإبستمولوجي- أن يشرع في العمل كي يكتشف ما الذي يؤكده لنا الرصد فعليًّا. عند إثارة السؤال: «ما الذي نرصده بالفعل؟»، تستدعي النظرية النسبية الإبستمولوجيا لمساعدة العلم.

الخطوة الثانية شاملة للغاية؛ لذلك من اللازم تناولها على مراحل، وعند كل مرحلة نصل إلى حقيقة جزئية فقط، لكن باتباع منهج العلم، فإننا معنيون بشكل أكبر بتقدير وبتطوير التبصر الجديد المتكشف لنا في الحقيقة الجزئية أكثر من عنايتنا بالسعي المبكر غير الناضج وراء إجابة ختامية. لم يتضمن التقدم المنجز حتى الآن قدرًا كبيرًا جدًّا من تحديد ما هو مرصود بالفعل، بقدر ما تضمن إزاحة لما لا يمكن رصده ولما هو غير قابل للرصد تمامًا. وفقًا لذلك ففي هذا الفصل سوف نتفكر بشكل خاص في الظرف الذي نشأ عن اكتشاف أن بعض الكميات البارزة في فيزياء ما قبل النسبية «غير قابلة للرصد».

كُتَّاب قصص الجريمة مغرمون بالإشارة إلى أنه من الصعوبة بمكان استخراج حقائق الأدلة الثبوتية الفعلية من شاهد، لا يستطيع منع نفسه من تغليفها بغلاف براق من لدنه. لقد أصابتنا مبكرًا عادة الاستدلال الجاهز وغير الدقيق عن طريق الغريزة

أو التعليم، و«رجل العلم البحت» يخلط حقائقه بالاستدلالات غير المحددة وغير الموثوقة، مثله كمثل أي شاهد آخر، عندما يحتاج إلى صياغة ما قام برصده. قامت النظرية النسبية بأول محاولة جادة للإلحاح على التعامل مع الحقائق نفسها. في السابق أبدى الفيزيائيون احترامًا عميقًا «للحقائق الصلبة للرصد»، لكنهم لم يتيقنوا مما كانوا عليه.

بتقسيم الفيزيائيين إلى ثلاث فئات: فيزيائيو النسبية، وفيزيائيو الكم والفيزيائيون التجريبيون، يدرس فيزيائيو النسبية الحقائق الصلبة للرصد. يتبع فيزيائيو الكم نفس المبدأ بقدر ما يستطيع؛ لكن بسبب التعقيد الأكبر والطبيعة الأغرب والأكثر انفصالًا لموضوعه، يمثل هدف بنائه لنظرية تتبنى الحقائق المرصودة فقط مثالياته الذهنية أكثر من منجزاته. أما بالنسبة للفيزيائي التجريبي فسأشير فقط إلى أنه لا يُحتم اشتغال الرجل بالمعمل ألا يكون بالضرورة ميتافيزيقيًّا عنيدًا.

-٣-

سوف أبدأ النقاش عن الأشياء غير القابلة للرصد بتذكيرك أن مجرد الكشف حتى عن شيء واحد مفرد غير قابل للرصد كان قد تطفل متسللًا عبر بوابات المعرفة الفيزيائية، قد يكون له تبعات واسعة وبعيدة. كان أساس النظرية النسبية الخاصة وبداية الثورة الحديثة في الفيزياء، إدراكنا أن «سرعة الأثير»[1] هي شيء غير قابل للرصد. إذا ما قلنا إن القمر يبعد 240.000 ميل، فإننا نؤكد على ما سوف يكون

(١) الأثير هو وسط مادي اعتقد العلماء في وجوده، وفي أنه يمتد في كل الكون بين الأجرام السماوية، وهو المسؤول عن نقل موجات الضوء وسائر الموجات الكهرومغناطيسية حيث إن الصوت يحتاج كي ينتقل إلى وسط مادي يتمثل في الهواء أو الماء أو الأجسام الصلبة؛ وذلك لأنه ينتقل عبر هز جزيئات هذا الوسط؛ هكذا زعموا وجود الأثير كي تهتز جزيئاته وتعمل على نقل موجات الضوء وسائر الموجات الكهرومغناطيسية لكن كل التجارب التي أجريت في محاولة للاستدلال عليه خاصة الاستدلال على سرعة الأجسام كالأرض بالنسبة إليه قد باءت بالفشل، ما دفع العلماء للتخلي عنه أخيرًا وتعديل الكثير من فرضياتهم، كان ذلك هو أساس النظرية النسبية. (المترجم)

نتيجة عملية رصدية معينة إذا ما تم القيام بها، لكن إذا ما قلنا إن للأثير سرعة تقدر بـ٨٠ كم لكل ثانية بالنسبة إلى كوكب الأرض، فإننا لا نؤكد نتيجة أي عملية رصدية فعلية أو فرضية.

دعني أولًا أزيل بعض سوء الفهم. لا أعني بمقولتي إن براعة الفيزياء التجريبية ليست على القدر الكافي اللازم لابتكار عملية رصدية قادرة على قياس سرعة الأثير. لم تكن أبدًا مهمة التجريبي ابتكار العمليات الرصدية التي تعد الاختبار النهائي لحقيقة الجزم العلمي. من اللازم الإشارة إلى تلك العملية الرصدية في الجزم العلمي ذاته، مع أخذ تعريفات الاصطلاحات الموظفة فيه في الاعتبار؛ وإلا لن يصبح في الإمكان عرضه على المحكمة الدستورية النهائية، ولن يصبح من الممكن قبوله كعنصر من عناصر المعرفة الفيزيائية. براعة التجريبي لازمة لابتكار عملية مكافئة للعملية المشار إليها في الجزم، لكنها أكثر قابلية للتنفيذ. يتمثل الاكتشاف الذي أصبح أساس النظرية النسبية الخاصة في إدراكنا أن الجزم بأن السرعة النسبية للأثير هي ٨٠ كم لكل ثانية مع الفحص الدقيق لا يحمل تحديدًا لأي عملية رصدية على الإطلاق[١]. لم تُستدعَ براعة التجريبي لتحضر؛ لأنه من غير الممكن أن نطلب منه ابتكار عملية قابلة للتنفيذ مكافئة لعملية لم تُحدد أبدًا.

إذا ما أغمضنا أعيننا عن التفكك المنطقي الذي يكتنف تعريف سرعة الأثير، فمن الممكن معالجة عدم قابليته للرصد كفرضية فيزيائية عادية، يمكن اقتراحها وتأكيدها

(١) مع فهم الأثير باعتباره معزو إلى أثير ماكسويل الكهرومغناطيسي، فمن الممكن تعريفه باعتباره حاملًا للخصائص المعينة في معادلات ماكسويل. (المؤلف)

أعتقد أن إدنجتون يشير في هذا الهامش إلى فكرة شاعت حينها، أن الأثير بمعناه المادي الذي يمكن رصده ويبذل أثرًا، غير موجود، لكننا ربما نحتاج إلى وسط يحمل تلك التأثيرات الكهرومغناطيسية لمعادلات ماكسويل، أو على الأقل نحتاج لمكان كي تحدث فيه وبالتالي فحينها قد نشير إلى الأثير لا باعتباره وسطًا ماديًّا لكنه مجرد إطار لتلك العمليات وبالتالي فاختبار تلك العمليات يكافئ اختباره بشرط أن يكون هذا هو تعريفه (مجرد إطار لتلك العمليات) ولا شيء أبعد. (المترجم)

من خلال الرصد طالما لم يزل ممكنًا اختبار تداعياتها، ولأن الأثير ليس بمادة، فمن غير الممكن افتراض بداهة مسبقة تعزو إليه الخصائص المعتادة للمادة من كثافة وقساوة وزخم... إلخ. وفقًا لذلك فالفرضية التي نسعى لاختبارها -ألا وهي السرعة- بالرغم من كونها خاصية معروفة جيدا للمادة، إلا أنها ليست واحدة من خواص الأثير. على نفس المنوال، فالسرعة ليست حقيقة يمكن التنبؤ بها على نحو مسبق؛ أقل ما يقال على ذلك إنه مدهش، لكن من الواضح أنه من الممكن الخلوص إلى استنتاجات لاحقة من النتائج البسيطة للتجارب المصممة لرصد التأثيرات التي من الممكن توقعها لو كان هناك أثير وضاء، له بنية من الممكن عزو السرعة لها.

يشيع هذا السلوك بين أولئك الذين لا يحبذون التساؤل الإبستمولوجي المرتبط بالتطورات الجديدة للفيزياء. من السهل جدًّا اختصار كل هذا اللف والدوران الحجاجي الذي قد لا يرغب أحد في فهمه بالقول: «لست مهتمًّا بأسبابك، لكنني راغب تمامًا في تجريب أي استنتاج تكون قد وصلت إليه كفرضية من الممكن اختبارها من خلال الرصد، ثم إذا ما تم تأكيدها، سوف تحتل مكانها بين بقية فرضيات الفيزياء المؤكدة؛ ولن نكون في حاجة إلى حجاجك». باستخدام هذا السبيل المختصر، نكون قد تلاشينا أصعب المداولات فيما يتعلق بهذا الموضوع؛ ويمكننا الشروع مباشرة في الحال في الاستنتاج الرياضي المباشر لنتائج وتبعات الفرضية من منظور الاختبار الرصدي. هكذا فقد صُبّت الخمر الجديدة في الزجاجات القديمة؛ لكنها قد فقدت أغلب فعاليتها، ربما يقول خصومي: إنها قد فقدت خواصها المسكرة.

دعنا نحاول إعادة التقاط الفعالية. يمكننا على الأقل إدراك أنه من اللازم متابعة الكشف سواء كان ذلك عن طريق الفحص المنطقي الدقيق أو من خلال الاختبار التجريبي لشيء غير قابل للرصد متنكر في زي شيء قابل للرصد في مخطط الفيزياء الكلاسيكي، ومتابعة النتائج والتداعيات الهامة التي تنتج عن الكشف بالبحث النظامي عن دجالين آخرين. لقد عثرنا على كثيرين آخرين في كل حالة مدروسة

وقد أسفر ذلك عن نتائج واسعة وممتدة، أشهرها اكتشاف هايزنبرج أن الجمع بين الموضع المحدد والسرعة المحددة ليس بالأمر القابل للرصد؛ يشكل هذا «مبدأ اللايقين» الشهير.

كمثال آخر: لقد تبين منذ عشر سنوات[1] عندما كنا نتعامل مع الجسيمات، مثل الإلكترونات التي لا يمكن تمييز بعضها عن بعض من خلال الرصد، أن الإحداثي $\xi = x_2 - x_1$ لجسيم واحد هو كمية غير قابلة للرصد، أما ما هو ممكن الرصد في هذه الحالة، فهو نوع من الكميات غير المعتادة سابقًا في التحليل، تحديدًا «إحداثي بلا إشارة جبرية» $\eta = \pm \xi$. حتى الآن، اختار فيزيائيو الكم تجاهل هذا الدجل؛ ولا تزال المراجع الحديثة تلتزم بالنظرية الخاطئة المتعلقة بنظام لجسيمين من مثل هذا النوع، تفترض أن ξ هو ما يمكن رصده. إنها بذلك تفوت فرصة فتح جديد لتقدم نحن في أمس الحاجة إليه.

لقد ذكرت هذا المثال السابق لأنه يقدم حالة واضحة، فيها عدم القابلية للرصد أمر يتعلق بالمبدأ الإبستمولوجي، وليس بالفرضية الفيزيائية. لأجل التبسيط، فلتتفكر في جسيم في بعد واحد فقط، فلتقل: الشرق والغرب. إذا كان لدينا كرة خضراء وكرة حمراء، فيمكننا رصد أن الكرة الخضراء على بعد -فلنقل- خمس بوصات إلى الغرب من الكرة الحمراء. وفقًا لذلك، ولأغراض تتعلق بالتوصيف؛ أدخلنا إلى المعادلة كمية قابلة للرصد (ξ) تمثل بعد الكرة الخضراء عن الكرة الحمراء مقاسًا إلى الغرب؛ قيمة سالبة لـ (ξ) سوف تشير إلى أن الكرة الخضراء إلى الشرق. لكن فلتفترض عوضًا عن ذلك أن لدينا كرتين متماثلتين تمامًا في لونهما، وبلا أي شيء يمكننا رصده، يميز إحداهما عن الأخرى مطلقًا. في مثل هذا النظام لا يوجد ما هو قابل للرصد مكافئ لـ (ξ). يمكننا رصد أن الكرتين تبعد إحداهما عن الأخرى خمس

(١) صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٩٣٩ (المترجم).

بوصات على خط الشرق – غرب، ويمكننا إدخال كمية قابلة للرصد (η) تحدد المسافة الفاصلة. لكنها ليست كمثل (ξ) لأن (η) كمية بلا إشارة جبرية.

من الطبيعي أن يُرتكب ذلك الخطأ، وأن يتم تطبيق النظرية العادية للسلوك المرصود للجسيمات (ميكانيكا الجسيمات، كما نطلق عليها) على البروتونات والإلكترونات، متجاهلين أنه في مرحلة مبكرة في النظرية، تحديدًا عند إدخال وتعريف الإحداثي النسبي (ξ)، كان من المسلم به إمكانية تمييز الجسيمات عن طريق الرصد. أصبحت هذه الميكانيكا غير قابلة للتطبيق عندما باتت (ξ) كمية غير قابلة للرصد. بالنسبة للبروتونات والإلكترونات لدينا ميكانيكا معدلة، فيها (η) هي الكمية القابلة للرصد. من اللازم متابعة هذا الاختلاف الجوهري في الميكانيكا رياضيًّا؛ وبالرغم من أن المسألة عسيرة بدرجة ما، إلا أنني أظن أن من الممكن الاستدلال على الأمر بدقة صارمة حيث إن الفارق مكافئ لقوى عاملة بين الجسيمات ألا وهي قوى كولوم المعروفة جيدًا بالفعل. ما يعني أن، «قوى كولوم الكهروستاتيكية» بين الإلكترونات والبروتونات ليست «بقوى إضافية» لا نعرف سبب ظهورها، لكنها ببساطة مصطلح تم إسقاطه حال الاشتقاق المعتاد للمعادلات بسبب الغفلة في استخدام (ξ) بدلًا من (η) ككمية قابلة للرصد، لذلك كان من اللازم إعادة دسها تجريبيًّا.

ربما قد يتفاجأ أولئك الذين لا يألفون الميكانيكا الموجبة من وجوب وجود فارق بين ميكانيكا الجسيمات التي يمكن تمييز بعضها من بعض، وميكانيكا الجسيمات التي لا يمكن تمييز بعضها من بعض، لكن لا ينبغي أن يفاجئ ذلك فيزيائيي الكم؛ لأنه من المسلم به بشكل عام أن هناك فارقًا في الإحصاء الخاصة بها، ليس بأقل إلغازًا على أي حال. في الحقيقة لم أستطع أبدًا أن أفهم سبب أن أولئك المدركين على نحو جيد لتداعيات عدم التمايز الهامة في الجموع الكبيرة لا يزعجون أنفسهم بدراسة تداعياتها الدقيقة في الأنظمة الأصغر. على أي حال، سواء كنا منتبهين للتأثيرات

المعروفة جيدًا للجموع الكبيرة على الإحصاء أو للتأثيرات المعروفة بدرجة أقل على ميكانيكا نظام من جسيمين، تبدو الخلاصة غير معقولة وخارقة، ما لم نكن نحمل في عقولنا تصورًا لذاتية العالم الموصوف بواسطة الفيزياء وبكل ما يقال إنه يحتويه. من الطبيعي أن يواجَه بالرفض أي ادعاء يذهب إلى أن الجسيمات من الممكن أن تتأثر بعدم قدرتنا على التمييز بينها، ومن السخافة افتراض أنها قد تعدل سلوكها لهذا السبب. سوف يكون ذلك صحيحًا إذا كنا نشير إلى جسيمات موضوعية بالكلية وإلى سلوك موضوعي بالكلية. لكن تعميماتنا فيما يتعلق بسلوكها –قوانين الميكانيكا– تصف خواصًا فُرضت من خلال عمليات الرصد، تمامًا كما فُرضت التعميمات الخاصة بالأسماك التي تم صيدها من خلال تركيب الشبكة. الجسيمات الموضوعية غير معنية بعدم قدرتنا على التمييز فيما بينها، لكنها بالمثل تمامًا غير معنية بالسلوك الذي نعزوه إليها في جانب منه بسبب تداعيات فشلنا في التمييز فيما بينها. إنه هذا السلوك القابل للرصد، وليس السلوك الموضوعي هو ما نحن معنيون به.

بالعودة إلى مسألة الفرضية الفيزيائية في مقابل المبدأ الإبستمولوجي، من الممكن تخيل أن رجلًا غير راغب في إعمال عقله في أي شيء عدا المعادلات الرياضية قد يعالج تأكيداتنا بأن الكمية القابلة للرصد هي (η) وليست (ξ) كفرضية مطروحة، إما أن تصمد أو تسقط من خلال مقارنة النتائج المستنبطة من التجارب. يشبه الأمر نوعًا ما فرضية فيزيائية، يمكن متابعة نتائجها بنفس الطريقة، لكن في هذه الحالة يكون الاختبار الرصدي سطحيًّا، مثله كمثل محاولات التيقن من مسلمات إقليديس. قد يشير عدم التوافق إلى خطأ في استنباط النتائج الرصدية للتأكيد المدروس، أو قد يدل على أن الإلكترونات في النهاية ليست غير متمايزة بالكلية؛ لكنه لن يقنعنا أبدًا بمناقضة أنفسنا من خلال التأكيد على أن **A** عندما لا تكون متمايزة رصديًّا عن **B**، فمن المحتمل أن نرصد **A** إلى الغرب وليس إلى الشرق من **B**.

سوف يكون من التزيد قولنا: إن عدم قابلية سرعة الأثير للرصد أمر واضح على

نحو مكافئ إبستمولوجيًّا، بحيث إن استحالة رصده تقفز أمام أعيننا بمجرد التفكير في الكيفية التي يجب التخطيط لها كي نرصده بها. يرجع ذلك إلى أن الإشارة إلى الأثير تورطنا في متاهة من تعريفات شبه مغفول عنها، ومن الصعب تحديد طريقنا عبرها دون أن نضيّع أنفسنا في عاصفة غبارية من تناقضات لغوية، لكن للأثير القليل من الأصدقاء حاليًا؛ لذا نعقد أهمية أكبر على كمية غير قابلة للرصد على علاقة وثيقة به، تحديدًا «التزامن عن بعد» عدم قابلية التزامن عن بعد للرصد تشبه جوهريًّا من حيث المبدأ عدم قابلية سرعة الأثير للرصد تمامًا، إلا أنها أكثر تحررًا من تراكيب العبارات الملتبسة المرتبطة بفرضيات الأثير القديمة. وُجد أن عدم قابلية التزامن عن بعد للرصد هو استنتاج إبستمولوجي خالص.

كان المنظور الكلاسيكي يُسلّم بأنه ضمن تاريخ جسم ما في أي مكان في الفضاء/ المكان، يجب أن توجد لحظة محددة على نحو مطلق مصاحبة للحظة "الآن" تلك التي نختبرها نحن أنفسنا في هذه اللحظة. كان من المسلم به كذلك أن العملية الرصدية اللازمة لتحديد أي اللحظات هي تلك التي لها علاقة بالتزامن المطلق هذا، واضحة تمامًا للحس المشترك، لكن لو وُظف تزامن الأماكن البعيدة كمصطلح علمي، لن نكون قادرين على التسامح مع إبهام التعريف، حينها علينا أن نُصِّر على تعليمات دقيقة فيما يتعلق بالعملية الرصدية التي ننوي القيام بها. وقد وُجد أن محاولات صياغة التعليمات تنتهي دائمًا إلى اللف في دائرة مفرغة. على سبيل المثال: قد تربط التعليمات بين لحظات في أماكن مختلفة عن طريق إشارات الضوء أو الإشارات الراديوية، مع القيام بتصحيحات مرجعيتها زمن الانتقال[1]، لكننا عندما نتساءل عن الكيفية التي نحدد بها هذه التصحيحات، فعلى التعليمات أن تقيس زمن الانتقال باستخدام ساعات قد تم ضبطها بالفعل كي تبدي تزامنًا. لم يتطلب الأمر

(١) يقصد الزمن الذي يستغرقه الضوء للانتقال من مكان لآخر. (المترجم).

تجربة مايكلسون – مورلي[1] كي تبرهن لنا على وجود دائرة مفرغة في هذا التعريف، إلا أنه قد كان من المحتمل أن يواصل الخلل تفلته من الملاحظة لوقت طويل، لو لم تبادر تجربة مايكلسون – مورلي إلى فحص الأمر فحصًا دقيقًا.

أحيانًا ما كنا نحصل على لمحة عن طريق الرصد تشير إلى أن كمية ما قد تكون غير قابلة للرصد. يمكننا القول: إنه عندما جرت محاولات لقياس كمية ما، ثبت على نحو غير متوقع أن هذه الكمية مراوغة وخادعة، لكن معرفتنا المحددة اليقينية بأن كمية ما هي غير قابلة للرصد لم يأتِ من فشل محاولاتنا لرصدها؛ بل جاء من الفحص الدقيق لتعريفها، حيث وُجد أنه يتضمن تناقضًا ذاتيًّا أو دائرة مفرغة أو مغالطة منطقية ما أخرى. يُعيِّن التعريف شيئًا ما يبدو كعملية رصدية، لكننا عندما نفحص معنى المصطلح (الذي يتضمن دائمًا تعقب سلسلة طويلة من التعريفات)، نجد أن ما تم تعيينه وتحديده في التعريف لا يحمل أي معنى. لأن تمييز الأشياء غير القابلة للرصد يقوم على دراسة عملية الحصول على المعرفة الرصدية، أو المعرفة الرصدية المزعومة وليس على دراسة إجراء العملية ذاته؛ لذلك فهي تندرج تحت

(١) هي التجربة التي حاولت أن تقيس سرعة الأرض في الأثير، وذلك من خلال قياسها لسرعة الضوء بالنسبة إلى الأرض في حالين، الأول في اتجاه حركة الأرض والثاني متعامد على اتجاه حركة الأرض، لكنها أدت إلى نتائج غير متوقعة أبدًا، فقد ثبت أن سرعة الضوء ثابتة في كل الأحوال أيًّا ما كان شكل حركة الأرض أو سرعتها وهو ما أدى إلى التخلي عن الأثير؛ لأن ذلك قد عنى أنه من المستحيل قياس سرعته أبدًا (ما يعني أنه غير موجود على الأقل كوسط مادي)، كذلك أدت التجربة إلى التخلي عن فكرة التزامن عن بعد تلك؛ ذلك لأنه كما أشرنا فكل الأجسام أيًّا كانت سرعاتها ترصد نفس سرعة الضوء، وهو ما يعني أننا لو كنا نتحرك بسرعتين مختلفتين لأننا على كوكبين مختلفين نحو حدث ما وقمنا بضبط ساعاتنا لقياس ذلك الحدث باستخدام سرعة الضوء، فلن نتمكن أبدًا من ضبط ذلك التزامن؛ لأن ساعاتنا –وإن أخذت في الاعتبار الزمن الذي يستغرقه الضوء كي ينتقل– إلا أنها قد تجاهلت السرعة التي نتحرك بها والتي قد تجعلنا نرى نفس الحدث في زمنين مختلفين لاختلاف سرعاتنا. للتقريب لو وقع حدثين أحدهما في القاهرة والآخر في أسوان في نفس الزمن بالنسبة لراصد على الأرض، وكان هناك من يقوم برصدهما على متن طائرة تسافر بين القاهرة وأسوان فسيرصد أحد الحدثين يحدث قبل الثاني (صحيح أن الفارق ضئيل للغاية لكنه موجود) بل إن راصدين يتحركان بسرعات مختلفة ربما يرى أحدهما حدث القاهرة قد وقع قبل حدث أسوان، ويرى الآخر العكس. (المترجم).

الإبستمولوجيا العلمية؛ وكذلك يعد مبدأ عدم القابلية للرصد، مثل مبدأ النسبية الخاصة، أو مبدأ اللايقين، أو مبدأ الميكانيكا المعدلة للجسيمات غير المتمايزة مبدأً إبستمولوجيًّا. لمثل هذه المبادئ وضع مختلف بالكلية عن الفرضيات الفيزيائية، على الرغم من أنها تؤدي إلى ذات نوع النتائج والتداعيات العملية.

عندما يُطرح ما هو غير قابل للرصد من خلال صيغة اصطُلح على كونها تعبيرًا عن المعرفة الفيزيائية، عادة ما يجعل الطرحُ الصيغةَ غير ذات معنى، كعنصر من عناصر المعرفة الفيزيائية عليه أن يجزم بنتيجة عملية رصدية معينة، ويتسبب إدخال المصطلح الذي لا يحمل معنى رصديًّا في ثغرة في المعايير والمحددات. لكن على نحو استثنائي قد يحدث أن ما هو غير قابل للرصد قد يتم تضمينه بطريقة تكون فيها حقيقة الصيغة مستقلة وغير معتمدة على القيمة المعزوة لذلك الذي هو غير قابل للرصد. بذلك لا تَبطُل الصيغة؛ لأنه على الرغم من أن جانبًا من التعليمات الرصدية قد برهن على كونه خادعًا، إلا أن النتيجة التي نفترض أن هذا الجانب قد زود بها غير ذات أهمية. على سبيل المثال، أحد مكونات المعرفة الفيزيائية تذهب إلى أن جسما قد تحرك لأربع ياردات إلى الشمال ثم تحرك ثلاث ياردات إلى «الشرق»، سوف يكون قد تحرك خمس ياردات من نقطة البداية[1]. تنطبق هذا القياسات على الكواكب الأخرى إلى جانب الأرض. من المنطقي الخلوص إلى أنه ينطبق - كذلك- حتى على كوكب لا يدور، على الرغم من أن «الشمال» عندها سيمثل قيمة غير قابلة للرصد؛ وبذلك فعلى الرغم من أن مصطلحي: «الشمال» و«الشرق» يستخدمان في التعبير عن المعرفة، إلا أن حقيقة هذه المعرفة مستقلة عن نتيجة هذه العملية الرصدية التي قد تم التأسيس بها لهذين الاتجاهين المتعامدين.

(١) يمثل الخط المرسوم من نقطة البداية حتى مكان وجود الجسم وترا لمثلث قائم الزاوية، ضلعاه الآخران أربع ياردات وثلاث ياردات، وبتطبيق قاعدة فيثاغورس على ذلك المثلث قائم الزاوية وذلك بأخذ الجزر التربيعي لمجموع مربعي الضلعين الآخرين سيكون طول ذلك الوتر (الضلع الثالث) خمس ياردات. (المترجم).

لذلك فهناك طريقتان للتعامل مع الأشياء غير القابلة للرصد التي تم إدخالها بلا قصد إلى الفيزياء الكلاسيكية. تتمثل احدى الطريقتين في إعادة صياغة معارفنا بطريقة تستأصل هذه الأشياء غير القابلة للرصد بالكلية. أما الطريقة الأخرى فتتمثل في تعقيمها، من الممكن السماح لها بالبقاء بشرط أن تبقى التأكيدات التي تتضمن إسنادًا لها صحيحة بغض النظر عن القيمة التي تُعزى إليها، بغض النظر عن النتيجة التي نفترض أن تلك العملية الرصدية الخادعة قد زودت بها. على الرغم من أن تلك الطريقة الأخيرة تبدو مضطربة من المنظور الفلسفي، إلا أنها الأنسب بشكل عام لتطوير العلم الفيزيائي عمليًّا. تتضمن تدخلًا أقل في الشكل التقليدي للتعبير عن معرفتنا. يمكننا بسهولة أكبر تعقب نتائج وتداعيات عدم القابلية للرصد. تأتي التأكيدات الممكنة التي تتضمن إسنادا إلى أشياء غير قابلة للرصد في أشكال قليلة ومحدودة للغاية؛ ذلك لأنها يجب أن تبدي «ثباتًا» يحفظ صحتها مهما غيرنا قيمة ما هو غير قابل للرصد المفترضة. من الطبيعي أن يصل بنا مثل هذا التقييد إلى فرضية فيزيائية؛ فرضية فيها سلوك الأشياء الفعلي متوافق مع التقييد، لكن في حالتنا الحالية ما التقييد إلا حشو في جوهره؛ بحيث ستكون محاولة القيام بجزم لا يتفق مع التقييد أمرًا غير مفهوم.

-٤-

ربما يكون القارئ قد لاحظ أن الأمثلة التي ضربناها لتطبيق الاعتبارات الإبستمولوجية على الفيزياء ليست مماثلة لتلك التي دُفع نحو توقعها في الفصل الثاني. هناك تأملنا التعميمات (قوانين الطبيعة) التي تنشأ عن التأثير الانتخابي لمنهج الرصد. هنا يبدو اختبارنا لمنهج الرصد وقد قادنا إلى نوع آخر من الاكتشافات، تحديدًا أن كميات معينة متداخلة في المخطط الحالي للفيزياء هي كميات غير قابلة للرصد. بتطوير تداعيات عدم القابلية للرصد هذه، يمكننا استنتاج قوانين الطبيعة التي

تم اكتشافها أو طرحها في السابق تجريبيًّا؛ وبذلك نقلها من خانة أنها قد كانت مبنية على أسس لاحقة إلى خانة أنها قد باتت مبنية على أسس مسبقة؛ لكن يبدو أن هناك القليل حتى الآن مما قد يدعم المنظور الذي أطلقت عليه الذاتية الانتخابية[1]. سوف أحاول لاحقًا تبيان أن هذا التباعد هو تباعد ظاهري فقط. في نفس الوقت قد يكون من الملحوظ أن التباعد الظاهري قد كان متوقعًا؛ لأن التساؤل في الفصل الثاني كان قد تناول الموضوع من مرتكز القابلية للرصد، أما التساؤل العلمي في هذا الفصل فقد تناوله من مرتكز عدم القابلية للرصد، لذلك هناك شوط ما ليقطعوه قبل أن يلتقيا.

تنشأ عدم قابلية كمية ما للرصد من تناقض منطقي في التعريف الذي يدّعي تحديد وتعيين العملية التي ترصد هذه الكمية. عليّ التأكيد على أن هذه المسألة لا تتعلق بنقد يتصيد أخطاء منطوق التعريفات القديمة التي يعتمدها الجميع باعتبارها موثوقة. إننا لا ندين كمية باعتبارها غير قابلة للرصد حتى يكون قد بذل كل جهد لإزالة التناقض بما في ذلك تغيير منطوق التعريفات لو لزم الأمر. كي يكون واضحًا أن النقد لا يقصد مجرد المنطوق والصياغة اللفظية، سوف أشير من جديد إلى الكميتين غير القابلتين للرصد اللتين قد ناقشناهما للتو.

في البداية فلتأخذ عدم قابلية رصد الفارق بين إحداثيين (ξ) لجسيمين غير متمايزين. لا يوجد ما يستدعي تعديل تعريف (ξ) عندما يتعلق الأمر بدراسة جسيمين متمايزين حيث يكون من غير الممكن الاستغناء عنه. يبزغ التناقض المنطقي عند تطبيقه على الجسيمات غير المتمايزة، بتغاضينا عن أنه يفترض على نحو مسبق أن الجسيمات متمايزة عند الرصد.

يفجر عدم قابلية التزامن البعيد للرصد تناقضًا أصعب؛ لأن مفهوم التزامن البعيد موجود منذ الأزل، وقد كان من المسلم به أن الراصد العملي سوف يعرف كيف

(١) مع ذلك فهناك لمحة ملحوظة في ذلك الاتجاه (هذا الفصل، المقطع الثالث). (المؤلف).

يحدده من دون تعليمات دقيقة. عند محاولة صياغة التعليمات الدقيقة، وجدنا أنها تحتوي على دائرة مفرغة. نفترض معرفة مسبقة بشيء، ويفترض هو بدوره معرفة مسبقة بالتزامن البعيد، لكن علينا أن نجابه الاعتراض الذي يذهب إلى أن التعليمات التي أطحنا بها هي تلك التي قمنا نحن أنفسنا بوضعها، ولو كانت هذه التعليمات قد وضعت من قبل أشخاص أكثر رشدًا، لما احتوت على تلك الدوائر المفرغة. ردنا على الاعتراض أن أولئك الأشخاص الأكثر رشدًا لهم الآن ثلاثون عامًا كي يحرزوا أي تقدم، لكن لم يقدر أحدهم على صياغة تعليمات تخلو من تلك الدوائر المفرغة. نحن راغبون في تحمل مصاعب معقولة من أجل اكتشاف معنى، حتى لو كان التعبير عنه غير مثالي، لكنها لن تكون مجرد مماحكة إذا ما رفضنا مواكبة التقدم الذي تحقق في الفيزياء واستغرقنا في بحث لا ينتهي عن معنى حيث لا يوجد أي سبب لافتراض وجود معنى.

في الحقيقة لقد اقتربنا من إثبات أن الإيمان المثير للشفقة لأولئك الذين يتحدثون عن التزامن البعيد، وادعاءهم أن أحدهم قد يمتلك يومًا المهارة الكافية التي تمكنه من اكتشاف ما الذي يعنونه، قد أوشك أن يكون مبررًا. لقد اكتُشف في البحث الكوني أنه إذا كان توزيع المجرات عبر الفضاء متماثلًا (أو قريبًا من التماثل) فهناك نظام طبيعي (أو نظام تقريبي) لتقدير الزمن مناسب للكون ككل. من الممكن أخذ اللحظات بعرض العالم في هذا التقدير باعتباره تحديدًا مقبولًا للتزامن البعيد، لكن سيكون من الشاذ لو أخذنا بذلك كتعريف وتقنين للتزامن البعيد كما هو وارد في نظام نيوتن للفيزياء. لا أعتقد في أن الفيزيائي الكلاسيكي لديه في مرجعياته للتزامن هاجسًا بعلاقة مشروطة له تربطه بوجود قانون لتوزيع مليارات المجرات؛ حيث إنه أمر لم يكن يتنبأ به علم الكونيات في زمنه.

-٥-

تتمثل أحد ملامح التقدم في الفيزياء النظرية في النقصان المتزايد في عدد فرضياته الأساسية.

بالرغم من أننا نميز عادة بين فرضيات الفيزياء الأساسية والفرضيات السببية التي صيغت لتفسير ظواهر معينة أو لملء فجوات في معرفتنا الرصدية بالأشياء من حولنا، إلا أنه من العسير رسم حد فاصل صارم. مع ذلك، نادرًا ما يتصاعد الشك عند الممارسة؛ ومن دون أن أقر بالتصنيف الحالي (الذي سوف أطرح لاحقًا إحلال تصنيف أكثر دلالة محله) سأستخدمه كأنه حقيقة واقعة. ضمن هذا النطاق نجد نفس الأساس وقد غطاه عدد مستمر في التناقص من الفرضيات.

يأتي هذا التناقص بعدد من الطرق. أولًا: أدى التخلي عن مثالية التفسير الميكانيكي لكل شيء إلى التخلص من قدر عظيم من الفرضيات التي لا قيمة لها. أصبحت خواص المكونات الأساسية للفيزياء ممثلة في صورة معادلات رياضية، بدلًا من أن تفسر من خلال آليات فرضية. الصياغة الرياضية اقتصادية للغاية في حفظ موضوع الفرضية بدرجة ما، تمكننا من النص على استنتاج، لا يذهب إلى ما وراء الحقائق المؤكدة؛ هي ليست بأكثر من صياغة نظامية لما تم رصده. يأتي الحفظ على الصورة التالية، حيثما كانت الحقائق المؤكدة تبرر الصيغ الرياضية ضمن قدر محدود من التقريب، تحت ظروف محددة، وفي عدد من الحالات المحددة، تهمل المعادلات الرياضية الإشارة إلى هذه المحددات. إذا كان علينا أن نلحق بالمعادلات مخططًا للحالات التي وُجد أنها قد كانت صحيحة فيها، فإن فائدتها تتلاشى. من منظور ما فإن قانون أينشتاين أو قانون نيوتن للجاذبية ليس بفرضية؛ إنه ملخص بالحالة التي قمنا برصدها ضمن حدود معينة للتقريب. يصبح فرضية عندما نؤكد على دقته وعموميته (كونيته). ولأن

الصيغ الرياضية قد تم تبنيها عبر كل القسم الأساسي للفيزياء، فالفرضيات الأساسية المطلوبة هي فرضيات لتعميمات من هذا المنطلق فقط.

هناك عامل آخر فعال في تقليل عدد الفرضيات يتمثل في التوحيد المتنامي للفيزياء. وُحدت فروع تم التعامل معها فيما سبق باعتبارها مستقلة بعضها عن بعض، كما وُجد أن مجموعات الفرضيات المنفصلة المعبر عنها لم تكن إلا تكرارات غير ذات جدوى. أحد الأمثلة الملحوظة على ذلك: تعريف الضوء من خلال الموجات الكهرومغناطيسية، الذي محا بضربة واحدة كل فرضيات البصريات، حيث تبين أن فرضيات الكهرومغناطيسية كافية لتغطية الموضوع برمته، حتى لو اعتبرنا تعريف الضوء من خلال الموجات الكهرومغناطيسية كفرضية فيزيائية جديدة. استبدال نظريات أثير القرن التاسع عشر التأملية بهذه الفرضية المفردة هو اختزال هيكلي. لكن هوية الضوء كموجات كهرومغناطيسية لا يمكن اعتبارها كفرضية فيزيائية داخلية؛ لأن أخذ الكيفية التي يحفز بها الضوء العصب البصري من خلال الموجات الكهرومغناطيسية وإيقاظ الشعور الذي ندعوه بالضوء في الوعي في الحسبان هو أمر خارج سلطان الفيزياء.

لقد مضى هذا المحو للفرضيات قدما بقدر مؤثر قبل طرح المنهجيات الإبستمولوجية.

لطالما كان هدف التساؤل العلمي دائمًا تعقب الأسباب الشائعة وراء الظواهر المتباينة؛ وكان التقدم الطبيعي للفيزياء نحو توحيدٍ يعرض نظام الكون بمجمله باعتباره نتيجة لعدة أسباب قليلة بسيطة. قد نشبهه بالهندسة التي اختزلت تنوعًا عظيمًا للنظريات في صورة مسلمات أولية قليلة. لو كان تشبيه الفيزياء بالهندسة متماسكًا صحيحًا، فسوف يكون هناك سقف لمحو الفرضيات؛ حيث إنه من المستحيل التفكير في هندسة بلا أي مسلمات على الإطلاق، لكن هناك تشابه ممكن مكافئ مع

نظرية الأعداد. لدينا ضمن هذه النظرية عدد كبير متنوع من النظريات التي تكشف عن خواص الأعداد غير المتوقعة تمامًا بالنسبة للذكاء المعتاد؛ وحتى الآن لا يوجد شيء قد يطلق عليه مسلمات في كل جوانب الموضوع. سوف نجد من الأسباب ما يجعلنا نعتقد في أن هذه النظرية أكثر شبهًا بنظام قوانين الفيزياء الأساسية.

مع مجيء النظرية النسبية تسللت طريقة ثالثة لاختزال أعداد الفرضيات، تحديدًا إحلال المبادئ الإبستمولوجية محل الفرضيات الفيزيائية. لقد أدركنا بالفعل الطريقة التي يمكن بها للاستنتاج الإبستمولوجي أن يلعب نفس الدور كفرضية فيزيائية، ما دامت النتائج والتداعيات الرصدية معنية.

لقد رأينا في (الفصل الثاني) أن القوانين والخواص التي لها أصل إبستمولوجي إلزامية وعامة. من الممكن إضافة أنه في بعض الحالات على الأقل تكون دقيقة ومنضبطة كذلك. حيث تم تعقب عدم قابلية كميات معينة للرصد – الذي يعد أكثر أشكال إفادات المبدأ الإبستمولوجي – إلى تناقض منطقي في تعريفاتها، أما النتائج فقد جاءت محددة ودقيقة تمامًا (بقدر ما تم الوصول لها من خلال الاستنتاج المنطقي بمفرده، وليس من خلال المزج بين فرضيات غير مؤكدة وغير دقيقة بدرجة ما)؛ لذلك فتخلل الإبستمولوجيا للفيزياء الأساسية قد غير بشكل عظيم من خواصها، وجعل الدقة والانضباط في متناول اليد. فطالما كانت المناهج لاحقة بالكلية، لا توجد ضمانة لاعتبار قوانين الطبيعة المستدل عليها أكثر من مجرد تقريبات.

لاجتناب سوء الفهم فمن الأفضل النص هنا (بشكل سابق لأوانه) على أنه بالرغم من أننا الآن ننظر إلى القوانين التي يمكننا التأكيد عليها في ثقة باعتبارها منضبطة، إلا أن موضوع دراسة هذه القوانين المنضبطة هو الاحتمالات، لذلك لا توجد دقة مناظرة في قوانين الظواهر الرصدية (لتفريقها عن قوانين الاحتمالات التي للظواهر)، وعلى الرغم من الانضباط المكتسب الجديد، إلا أن نظام قوانين الفيزياء الأساسية لاحتمي.

-٦-

لقد تبين لنا أن النتائج الإبستمولوجية تمارس دورًا في نظريات الفيزياء الحديثة كانت الفرضيات الفيزيائية تختص به، وفي الحقيقة ذلك الدور لا يزال معزوًّا في الغالب للفرضيات الفيزيائية من قِبل أولئك الذين لا ينظرون بعيدًا بدرجة كافية لإدراك أصلها. لكن ليس من السهل ضرب مثال مباشر لفرضية في الفيزياء السابقة قد اختفت عن طريق هذا الاستبدال. يرجع هذا إلى أن مخطط الفيزياء النظرية متشابك بقدر كبير للغاية. ليس مطلوبًا من النظرية المنفردة أن تقف بمفردها؛ إنها تفترض على نحو مسبق أن الفرضيات الأخرى في المخطط قد تم قبولها. لا يفسر قانون نيوتن للجاذبية مدارات الكواكب أو سقوط تفاحة ما لم يتم القبول بقوانينه للحركة أيضًا. لذلك لا يمكن أن نتوقع توافق الواحد إلى الواحد بين الفرضيات الفيزيائية في الفيزياء القديمة والمبادئ الإبستمولوجية في المخطط الجديد. يشق مبدأ إبستمولوجي مثل مبدأ النسبية الخاصة مخطط الفرضيات بالكامل من الجانب إلى الجانب. الفرضيات اللازمة لدعمه أقل تشعبًا من نظام الفرضيات الذي كان مقبولًا في السابق، لكن التغيير لا ينحصر في حذف بسيط لفرضية واحدة أو أكثر تاركة البقية بلا تغيير.

أفضل ما يمكنني القيام به عقد مقارنة بين عناصر الفرضية في قوانين نيوتن وفي قوانين أينشتاين للجاذبية. لتسهيل المقارنة أقسم فرضية نيوتن إلى ثلاث خطوات متزايدة في خصوصيتها:

(ف 1) هناك قانون عام للجاذبية.

(ف 2) يمكن التعبير عنه من خلال معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية.

(ف 3) معادلة الدرجة الثانية (في الفضاء الفارغ) هي $\nabla^2 \Phi = 0$

سأعيد التأكيد على أن العنصر الفرضي يكمن في عمومية وانضباط هذه الإفادات. إذا كنا نقصد درجة معينة محددة من العمومية والدقة، قد نستبدل «الفرضية» «بالحقيقة التجريبية (الإمبيريقية)» في (ف 2) و(ف 3).

بتحليل قانون أينشتاين بالمثل، نجد لدينا:

(إ 1) هناك قانون عام للجاذبية.

(ف 2) يمكن التعبير عنه من خلال معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية.

(إ 3) معادلة الدرجة الثانية (في الفضاء الفارغ) هي $G_{\mu\nu} = \lambda g_{\mu\nu}$

الخطوتان الأولى والثالثة، الموسومتان بحرف (إ) (إبستمولوجيًّا) من الممكن الاستدلال عليهما على نحو صارم من اختبار العملية الرصدية المتبعة في الحصول على القياسات التي يعزى إليها تأسيس قانون الجاذبية. إنهما لا تتضمنان أي فرضيات فيزيائية على الإطلاق، لكن الخطوة الثالثة قد تُركت معلقة في الهواء حتى تُتخذ الخطوة الثانية، وعلى هذا ما زلنا نلجأ إلى الفرضية الفيزيائية. لذلك يجب أن نأخذ استبعاد (ف 1) و(ف 3) وترك (ف 2) بلا تغيير كإجراء لاختزال الفرضية، لكن إلى هذا يجب إضافة اختزال أبعد للفرضية يرتبط بقوانين الحركة. في فيزياء نيوتن تعد قوانين الحركة فرضيات إضافية، لكن في مخطط النسبية يمكن استنتاجها كنتائج رياضية لقانون أينشتاين للجاذبية.

لدي قليل من الشك في أن الخطوة (ف 2) يمكن تتبعها كذلك إلى أصل إبستمولوجي، لكن كي نبحث ذلك، من الضروري أن نوسع من منظور المناقشة من أجل أن يغطي فعليًّا كل الفيزياء غير النووية، لا مجرد الميكانيكا. سوف يؤدي ذلك إلى دمج التساؤل بالمعضلة العامة لتقدير كم الفرضيات التي بقيت في قوانين الفيزياء الأساسية بعد التطهير الإبستمولوجي الذي جرى. سوف نهتم بذلك في الفصل الرابع.

الفصل الرابع

نطاق المنهج العلمي

- ١ -

جزء كبير من مجال العلم الفيزيائي مغطى بكفاءة بواسطة الفيزياء الكلاسيكية. عادة ما يتم تطعيم هذه المعرفة الأقدم بالمنجزات الأكثر حداثة؛ حيث تبدو كتصحيحات لها. لقد رأينا في الفصل السابق أن الفحص الدقيق الإبستمولوجي قد كشف عن خدع ودجل كما عرى المغالطات المنطقية في تعريف الكميات في المخطط الكلاسيكي. بتقديم النتائج بهذه الطريقة، فإننا نعرض الإبستمولوجيا من ملمحها السلبي -إلى حد ما- المضي بالفيزياء قدمًا عبر محو الأخطاء التي كانت تعوق مسيرتها.

على الرغم من أن المقارنة بالفيزياء الكلاسيكية هي الطريقة الأبسط والأعم والأكثر فائدة لعرض المنجزات الجديدة، إلا أن علينا السعي أيضًا للقبض على الملمح الإيجابي للنظرية المؤسَسة إبستمولوجيًّا كتطور للفيزياء مكتمل ذاتيًّا، ذلك التطور الذي إذا تعقبناه من البداية لن يكون معوَّقا بنوع الأخطاء التي كنا نتدارسها.

من هذا المنطلق، فإن الخاصية المميزة للفيزياء الإبستمولوجية أنها تتقصى المعرفة مباشرة، بينما تتقصى الفلسفة الكلاسيكية أو تسعى لتقصي كينونة ما (العالم الخارجي)، ذلك الذي يقال إن المعرفة تصفه. وفق ذلك فقد ابتكر الفيزيائي الحديث

تقنية مناسبة لتقصي معرفة من النوع المُسلَّم به في الفيزياء، بينما ابتكر الفيزيائي الكلاسيكي تقنية مناسبة لفحص كينونة مثل تلك التي يتصور أن العالم الخارجي عليها. إذا ما أدركنا من البداية أن المعرفة الرصدية هي تلك التي نقوم بتحليلها -حيث تمثل الرموز الرياضية عناصر المعرفة، لا مكونات العالم الخارجي- لن يكون ممكنًا طرح الكميات غير القابلة للرصد إلا ككميات إضافية في الرياضيات عن عمد. غالبًا ما يُلام الفيزيائي الحديث لأنه يذهب إلى افتراض عدم وجود شيء لمجرد عدم امتلاكه معرفة به. لكن هذا مفهوم خاطئ؛ لا توجد حاجة للقيام بأي افتراضات عن أشياء لا نملك حيالها أي معرفة مباشرة أو غير مباشرة، حيث لا يمكن أن تظهر في أي تحليل لمعرفتها.

هذا الفارق يبدو أوضح ما يكون في نظرية الكم الحديثة. بحسب المفهوم الكلاسيكي للفيزياء الميكروسكوبية، كانت مهمتنا اكتشاف نظام معادلات يربط بين المواضع والحركات وما إلى آخره في لحظة تالية. لقد برهنت هذه المسألة على كونها محيرة بالكلية؛ لا يوجد لدينا سبب يدفعنا للاعتقاد في وجود أي حل حاسم، وقد تخلينا صراحة عن البحث. لقد استبدلت نظرية الكم الحديثة تلك المهمة بمهمة أخرى، تحديدًا اكتشاف المعادلات التي تربط المعرفة بالمواضع والحركات وما إلى آخره في لحظة ما، بالمعرفة بالمواضع والحركات وما إلى آخره في لحظة تالية. يبدو حل هذه المسألة ضمن حدود قدرتنا تمامًا.

يصف الترميز الرياضي معارفنا ومعادلاتنا الرياضية التي تتعقب التغير في هذه المعرفة مع مرور الوقت. معرفتنا بالكميات الفيزيائية دائمًا ما تكون غير منضبطة ودقيقة إلى حد ما، لكن نظرية الاحتمالات تمكننا من منح المعرفة غير المنضبطة وغير المحددة توصيفات منضبطة ومحددة، بما في ذلك توصيفات عدم الانضباط وعدم التحدد. يؤكد إدخالنا للاحتمالات في النظريات الفيزيائية حقيقة أنها هي المعرفة التي تتم معالجتها. الاحتمالات هي سمة لمعرفتنا بحدث، ولا تنتمي للحدث نفسه،

الذي سوف يقع أو لن يقع بكل تأكيد.

تتقصى الميكانيكا الموجية الطريقة التي تعيد بها الاحتمالات توزيع نفسها بمرور الوقت، تحللها إلى موجات وتحدد قوانين انتشار تلك الموجات. بشكل عام تميل الموجات إلى الانتشار؛ يمكننا القول إن معرفتنا بموضع نظام (أو أي خاصية أخرى له) تصبح أكثر إبهامًا مع مرور الوقت على الرصد. اقتحامنا المفاجئ للمعرفة -إدراكنا لنتيجة رصد جديد- ما هو إلا انقطاع (لا استمرارية) في «عالم» الموجات الاحتمالية؛ أُعيد تركيز الاحتمالية، وبدأ الانتشار مجددًا من التوزيع الجديد. هناك أشكال استثنائية لتوزيع احتمالات سمات معينة للأنظمة الميكروسكوبية التي لا تنتشر، أو تنتشر ببطء شديد؛ لذلك فمعرفتنا بهذه السمات لا تصبح عتيقة وغير محدثة سريعًا. كان هناك سخاء في إغداق الاهتمام على هذه «الحالات الثابتة» وعلى المعادلات المحددة لها، لأنها تمدنا بأساس لتوقعات واسعة المدى.

كثيرا ما يثار أن كون الإلكترون في النظرية الحديثة ليس بجسيم بل موجة يعد أمرًا مضللًا. تمثل «الموجة» معرفتنا بالإلكترون، إلا أن العبارة تعد طريقة غير دقيقة للتأكيد على أن المعرفة وليس الشيء نفسه هو موضوع الدراسة المباشر، وربما من الممكن التماس العذر لذلك من خلال حقيقة أن مصطلحات نظرية الكم في أقصى درجات الارتباك الآن ومن المستحيل تقريبًا التصريح بإفادات واضحة عنها. لمصطلح «الإلكترون» ثلاث معان مختلفة[1] على الأقل مستخدمة على نحو شائع في نظرية الكم، بالإضافة إلى استعماله الفضفاض في موجة الاحتمالات نفسها. في الحال تبين لنا الميكانيكا الموجية السبب الذي يجعل التمييز بين ما هو قابل للرصد وما هو غير قابل للرصد ضروريًّا جدًّا. بالرغم من أن الرصد الجيد لكمية لا يحدد تلك الكمية على نحو دقيق، إلا أنه يضيق من مدى الاحتمالات الذي تقع فيه. إنه

(١) تحديدًا، الجسيم الممثل بدالة ديراك الموجية والجسيم المطروح في التكميم الثاني والجسيم الممثل بالدالة الموجية الداخلية (النسبية) لذرة الهيدروجين. (المؤلف).

يخلق تكثفًا في توزيع الاحتمالات للكمية، أو كما نقول عادة يشكل حزمة موجية فيه. على منهج الميكانيكا الموجية فحص المعادلات الموجية التي تحكم انتشار الموجات من مثل هذا المصدر، لكن لو كانت الكمية غير قابلة للرصد، فمن غير الممكن أن تتكون هذه الحزم الموجية. قد لا يكون هناك أي تطبيق فيزيائي لدراسة انتشار الموجات التي لا توجد أي وسيلة لإنتاجها؛ والنظرية التي تعمل على استنتاج النتائج القابلة للإثبات رصديًّا عن طريق مثل هذا التحليل باطلة على نحو واضح من خلال التعريف الخاطئ.

– ٢ –

أتوقع اتهامي بالمبالغة في الإعلاء من شأن العنصر الإبستمولوجي في النظرية الفيزيائية الحديثة، وقبل المضي قدمًا أبعد من ذلك سوف أحاول فحص هذا النقد.

منذ زمن نيوتن حتى وقت قريب كانت إبستمولوجيا العلم جامدة بلا تغيير؛ لمائتي عام بقي امتداد وترتيب معرفتنا بالكون الفيزيائي من دون تعديل. لقد تبين لنا أن الفيزيائي ما هو إلا فيلسوف في الأصل، تخصص في اتجاه محدد، لكن بالنسبة له قد أصبحت الإبستمولوجيا تاريخًا قديمًا، كما توقف منذ وقت طويل عن شغل نفسه بها. وبشكل عام باهى بنفسه باعتباره شخصًا عمليًّا يسعى وراء الحقيقة ولا شيء آخر، وقد كانت هذه هي طريقته لوصف ذلك الشخص الذي يقبل بالواقعية الساذجة لإبستمولوجيا نيوتن، إذا ما سمح لنفسه بممارسة الفلسفة على أي حال، فلا يزيد الأمر عن كونه هواية، احتفظ بها منفصلة عن انشغاله الهام بتقدم العلم.

هكذا، بالرغم من أن الإبستمولوجيا العلمية قد كانت دائمًا جزءًا من نطاق الفيزياء، إلا أن الفيزيائي قد تركها طويلًا غير منماة أو معتنى بها؛ لذلك عندما حوَّل انتباهه إليها مؤخرًا، باتت أحقيته في العبور موضع تساؤل. كان الدخول من جديد في هذا الحقل المهمل بداية ثورة الفيزياء الحديثة، كانت النتيجة الأولى لها النظرية النسبية، لكن

علينا ألا ننظر إلى الإبستمولوجيا نظرتنا إلى قريب مبعد، أَورثنا على نحو غير متوقع ثروة تمثلت في مبدأ النسبية. الطريقة الراشدة للتعامل مع قريب غني تتمثل في دعوته للالتحاق بالحلقة الأسرية من جديد، وبذلك يمكنك أن تتواصل معه لفترة أطول.

قد يتبادر إلى الذهن تساؤل: إلى أي مدى يدرك الرأي العام الشائع بين طليعة الفيزيائيين اليوم أهمية لم الشمل هذا؟ من الصعب الإجابة بيقين. يمكن وصف انطباعي عن الاتجاه العام بالقبول المتحفظ. من الممكن السماح بالاحتكام إلى الاعتبارات الإبستمولوجية الجديدة حال الضرورة، لكن من غير المسموح له أن يصبح جزءًا من التقدم العلمي الروتيني. هناك إدراك عام أن المنجزات الهامة قد نتجت عن الفحص الناقد لطبيعة معرفتنا الرصدية. أظن أيضًا أن قادة العلم النافذين سوف يوافقون على شرحي المختصر لمنهج نظرية الكم في القسم الأخير –أنها تواصل طريقها بالتحليل المباشرة للمعرفة بالنظام بدلًا من أن تواصل بتحليل النظام نفسه– وسوف يعترفون بأن هذا التغيير في المنهج مسؤول عن التقدم الحادث مؤخرًا. يبدون على وعي بالعنصر الإبستمولوجي الذي طُرح في خضم ثورة الفيزياء، كما أن لديهم خبرة بالقيمة العملية للمنظور الإبستمولوجي المنطقي، لكن هناك تباطؤ غير معلل في تطوير الإبستمولوجيا العلمية نظاميًّا على نحو شامل. على الرغم من أن مبادئ معينة قد حازت تقديرًا واعترافًا وبالفعل تم استعمالها حد الإنهاك، إلا أنه يبدو ألَّا إدراك للربح الجم الشامل الذي سيتحقق من استكشاف المنهج الإبستمولوجي من أجل تطويره والوصول به إلى الفائدة القصوى.

هناك العديد من المعضلات الجديدة المرتبطة بالنواة والإشعاع وعلم الكونيات وما إلى آخره، ومن المسلم به أن نظرية الكم الحالية لا تستطيع تغطيتها من دون تطوير جوهري. قد يذهب أحد ما إلى أن الدرس الذي تعلمناه إلى الآن هو في كيفية الشروع في الهرب من هذه المآزق المغلقة. يجب الاحتكام كذلك إلى الإبستمولوجيا الغنية، تلك التي أنقذتنا في مناسبات سابقة، كما ينبغي أخذ خطوة للأمام فيما يتعلق بالإجابة

عن سؤال؛ ما الذي نرصده بالفعل؟ هذا السبيل في المضي قُدُمًا ما زال مفتوحًا أمامنا؛ لقد توقفنا فقط لأن الفيض الناتج عن التبصر الجديد الذي تكشف من خلال الخطوات السابقة كان أكثر مما نقدر على حمله في تلك اللحظة. بغض النظر عما قد يسفر عنه عملي العلمي في هذا الاتجاه، إلا أنه يبين على الأقل أين تقع الفتحات، وأن المضي قُدُمًا عبر هذه الفتحات غير متعذر التنفيذ بأي حال.

لا يمكن لي على أي نحو افتراض أن فيزيائيي الكم غير واعين بأخطاء التعريف التي تكتنف ما هو قابل للرصد، تلك التي تم تبيانها مرارًا في العشر سنوات الأخيرة، لكنهم يفضلون مواصلة الأخطاء، ربما بسبب أنهم يعتبرون قيامهم بذلك شرًّا أقل مما قد يحيق مع توسع سلطان الإبستمولوجيا. كما قال أحدهم في سذاجة: «ما يمكن رصده مفهوم مراوغ وخادع جدًّا، وإذا ما واصلنا النقد حتى النهاية، سينبغي علينا أن نشك كثيرًا في أشياء لا نريد بأي حال الشك فيها».

من ذلك يبدو أنه، على الرغم من أن السمة الإبستمولوجية للنظريات الفيزيائية الحديثة معترف بها ومؤكدة بقوة في بعض الأحيان، إلا أنه لا يوجد حتى الآن توحيد فعلي بين الإبستمولوجيا العلمية والعلم. لقد كنت أشير إلى سلوك أولئك المتخصصين في المسائل الأساسية الجوهرية، لكن إذا ما تحولنا صوب الدائرة الأكبر من الفيزيائيين، أولئك المشغولين بتطبيق نتائج النظريات الجديدة وليس إنتاجها وتطويرها، فيبدو أن القول بالمكان الذي يقفون فيه أصعب. إلى أي حد يمكن اعتبار القبول العام بالنظريات الجديدة قبولًا بمنظورها الإبستمولوجي؟ أظن أنها لا تزال فكرة غير مألوفة بين العلماء أن من اللازم وجود أي علاقة للفلسفة العلمية بالممارسة العلمية. لو كتب أحد عن الموت الحراري للكون[1]، موضحا أنه لا يمكن الهرب منه

(١) الموت الحراري للكون: نظرية تذهب إلى أن الكون يتحرك نحو موت أكيد حيث تنتقل الحرارة بحسب القانون الثاني للديناميكا الحرارية من الأسخن إلى الأبرد حتى يحدث التعادل، ساعتها سيتوقف الزمن مع توقف كل حدث وفعل ممكن أن يحدث في الكون وقد أصبح الكون في أعلى درجات الفوضى. (المترجم).

وفق القانون الثاني للديناميكا الحرارية، فمن المؤكد أن بعض النقاد سوف يحتجون على اعتبار أن هذا مفهوم خاطئ بالكلية فيما يتعلق بقانون علمي؛ سوف يقولون إن القانون العلمي ليس أكثر من تعميم تجريبي (إمبيريقي) صالح في نطاق المكان والزمان والظروف التي تم التيقن من صحته عندها، ومن غير العلمي تقدير مثل هذا التعميم فيما يخص مستقبلًا بعيدًا غير معروف. مع ذلك فنفس الناقد لو كان يُحكِّم ورقة علمية حول مسألة جديدة ما، مثل تلك التي قد تدور حول المنشأ المحتمل للأشعة الكونية في المجرات التي تقع فيما وراء مدى تليسكوباتنا، سوف ينظر بكل تأكيد ليرى إذا ما كان التفسير المقترح متماشيًا مع القانون الثاني للديناميكا الحرارية، وسوف تكون حظوظ الورقة ضئيلة للغاية كي تُقبل إذا لم تكن متماشية معه.

عندما حضرت نظرية أينشتاين، تلك التي لم تكتف فقط باقتراح إبستمولوجيا جديدة، بل قامت بتطبيقها لتعيين قانون الجاذبية وتداعياته العملية الأخرى، كان العلماء في حيرة تتعلق بكيفية تصنيفها. جادل بعضهم بأنها قد كانت فلسفة، ميتافيزيقا مستعارة، ويجب أن تُرفض وأن يُلقى بها على طول الذراع. تنازل بعضهم الآخر واعترف بها حيث إن صياغاتها بدت موافقة للرصد كما أنجزت تنظيم قَيّم للمعرفة، لكنهم اعتقدوا في أن تفسيرًا "فيزيائيًّا على نحو أصيل" لمعناها سوف يحل مع الوقت محل الرطانة الإبستمولوجية التي تغلفها في الوقت الحالي. قلة قليلة أدركت أن المنظور الإبستمولوجي الجديد هو في محل القلب من النظرية، وقد حل محل نظام التفكير المغلوط الذي كان يعيق التقدم.

حتى الآن غالبًا ما نجد مؤلفين لأوراق علمية على جهل مطبق بأسباب تغير الأفكار، يقترحون نظريات، يدّعون تميزها لأنهم قد ضمّنوا فيها مفاهيم نيوتنية فقط، كما لو أن تضمين وجهات نظر مغالِطة وعفا عليها الزمن لطبيعة المعرفة الرصدية يعد تميزًا.

يعود هذا الالتباس والتناقض في سلوك أغلب الفيزيائيين بدرجة كبيرة إلى الميل نحو معالجة التطور الرياضي لنظرية، باعتباره الجانب الوحيد الذي يستحق انتباهًا جادًّا، لكن في الفيزياء يعتمد كل شيء على التبصر الذي نعالج به الأفكار قبل الوصول إلى المرحلة الرياضية.

يؤدي هذا الميل إلى تعريف النظرية على نحو شائع جدًّا من خلال صياغاتها الرياضية الطليعية. نجد النظرية النسبية الخاصة وقد تم تعريفها باستمرار من خلال تحويلات لورنتز، والنسبية العامة باستخدام التحويلات إلى الإحداثيات المعممة، ونظرية الكم باستخدام المعادلة الموجية أو العلاقات التبادلية. لا يمكن الحجاج بقوة شديدة بأنه من غير الممكن إجمال النظرية النسبية ونظرية الكم في صياغات مؤكدة وبسيطة للغاية كي تستخدم في جميع المناسبات. ليس المشتغل بالنسبية برجل يوظف صياغات لورنتز اللامتباينة (التي طرحت قبل ظهور النظرية النسبية بعدة سنوات)، لكنه رجل يفهم صياغات الظروف التي يجب أن تحظى بلا تباين لورنتز، وليس المشتغل بالنسبية بذلك الرجل الذي يحول المعادلات إلى إحداثيات معممة (ممارسة عمرها قرن على الأقل)، لكنه رجل يفهم في أي ظروف سوف يكون نظام خاص للإحداثيات غير عملي. في مسائل الكم يجب السماح بالحالات النكوصية للنظرية؛ ولا يزال العالم في انتظار مشتغل بالكم يفهم في أي ظروف يمكن تطبيق معادلة موجية معيارية وتبادل العلاقات، يختلف عن ذلك الذي يطبقه بالكاد ويأمل في الأفضل.

من الواضح أنه لا يمكن صياغة فلسفة متماسكة من إدراك نصف متحقق ونصف غير متحقق لمكانة الإبستمولوجيا في العلم. ما يعني بحثنا بالفعل أن طليعة الفيزيائيين قد ألزموا أنفسهم حتى الآن بقبول مساعدات الإبستمولوجيا، وبذلك فالاستيعاب الكامل ما هو إلا مسألة وقت.

- ٣ -

لا أفهم كيف لأحد أن يقبل بالنظرية النسبية ويعارض حدوث إحلال للفرضيات الفيزيائية بالمبادئ الإبستمولوجية؛ ولا أظن أن أولئك الذين يقبلون بالنظرية مع فهمها سوف يميلون إلى معارضة المبادئ الإبستمولوجية. السؤال الأكثر إثارة للجدل هو: إلى أي مدى يمكن لهذا الاستبدال أن يمتد؟ لعل استنتاجي أكثر تطرفًا من ذلك الذي لأي من زملائي، وهو استنتاج قائم على تحرٍ علمي خالص. أعتقد في أنه من الممكن استبدال نظام الفرضيات الأساسية بمجمله بالمبادئ الإبستمولوجية، أو بصيغة أخرى مكافئة، يمكن التنبؤ كليًّا بكل قوانين الطبيعة التي تصنف في العادة كقوانين أساسية من الاعتبارات الإبستمولوجية. إنها تتناظر مع معرفة مسبقة، ولذلك فهي ذاتية بالكلية.

آسف لاضطراري أن أضع في الطليعة ما سوف يعتبر بشكل عام استنتاجًا علميًّا فرديًّا، لكن لم يكن في الإمكان اجتناب ذلك. أظن أن في استطاعتي أن أرى فلسفة صافية تبزغ من الاستنتاج الذاهب إلى أن نظام القوانين الأساسية ذاتي بالكلية. لا يمكنني أن أرى أي فلسفة متماسكة تبزغ من الاستنتاج الذاهب إلى أن البعض ذاتي والبعض موضوعي، وما إن بدأت في تقصي هذا الخط حتى أزعجتني المعارضات والتعقيدات المربكة التي لا أعرف كيفية التعامل معها. لا أدينه لهذا السبب؛ ربما مع قدر عظيم من التفكر أكثر قد يصبح هناك طريقٌ مرئيٌّ للمضي قُدُمًا. لكن لا يوجد دافع يجعلني أُمضِّي وقتي محاولًا التغلب على مصاعب فلسفة مرتبطة بمعتقدات علمية لا أؤمن بها. لن يفكر أحد في الدخول في بحث مبني على مقدمات منطقية، لديه أسباب ليعتقد في خطأها. سوف تجد وفرة من الفلسفات الموضوعية عن قانون طبيعي موضوعي، أما هنا فستجد فلسفة عن قانون طبيعي ذاتي. إذا كان لفلسفة عن قانون طبيعي يحمل مزيجًا من الموضوعية والذاتية أن يتطور أبدًا فلن أنجز أنا هذا،

إنني على قناعة بعدم وجود دعم علمي لمثل هذه الفلسفة.

سواء كان استنتاجي صحيحًا أو كان خاطئًا، فإن له أساسًا علميًّا خالصًا. كونه يؤدي إلى فلسفة بسيطة ومنطقية، فهذا ربما حجة في صالحه، لكن ذلك أمر مستدرك، لم يكن له ثقل وتأثير علي عند وصولي لاستنتاجي العلمي.

لم أنطلق بصحبة أي فكرة مسبقة تتعلق بنطاق المنهج الإبستمولوجي، والاستنتاج الذاهب إلى أن كل قوانين الطبيعة الأساسية يمكن الوصول إليها من اعتبارات إبستمولوجية، فقد كان ذلك خلاصة تجريب. ولأن للمنهج الإبستمولوجي ارتباطات طويلة بالنظرية النسبية، تلك التي أظهر فيها المنهج فعاليته في البداية، ونظرًا لرصدي من وقت للآخر لفرص أبعد يمكن تطبيقه فيها، فقد وجدت أنه يغطي المزيد والمزيد من الفيزياء الأساسية حتى أصبح الاستنتاج لا يقاوم.

يحتاج أحد ملامح هذا الدليل إلى التأكيد عليه. يمكن التعبير عن قوانين الطبيعة حاليا من خلال المعادلات الرياضية. فقط يمكن القول بأن معرفتنا بالقانون كاملة إذا كنا نعرف قيم الوسائط[1] الواقعة فيه، لا مجرد الصيغة الجبري للمعادلة، لكن من المعتاد أن نقصر مصطلح «قانون الطبيعة» على الصيغة الجبرية، أما الوسائط فيتم الإشارة لها بشكل منفصل باعتبارها «ثوابت الطبيعة». على سبيل المثال: تطرح نظرية نيوتن للجاذبية قانونًا، بالتحديد قانون التربيع العكسي، كما تطرح ثابتًا بالتحديد ثابت الجاذبية، بالمثل قوانين أينشتاين في الفصل الثالث، هناك قمت بتجاهل كل إشارة إلى ثابت الجاذبية، لكن الأبحاث الأكثر تشعبًا وعمقًا التي أُسند إليها الآن، تضم الثوابت كما تضم الصيغ الرياضية. إن استنتاجي يذهب إلى أنها ليست فقط قوانين الطبيعة التي يمكن الاستدلال عليها من الاعتبارات الإبستمولوجية لكن من الممكن الاستدلال على ثوابت الطبيعة كذلك من تلك الاعتبارات الإبستمولوجية، وبذلك

(١) الوسائط **parameters** وهي جمع وسيط وهو عنصر أو قيمة ثابتة في المعادلة الرياضية. (المترجم).

ففي إمكاننا أن نحظى بمعرفة مسبقة بها.

بمعالجة مخطط قوانين الطبيعة ككل، كما تم عرضه في معادلات الفيزياء الأساسية، نجده متضمنًا أربعة ثوابت للطبيعة في هيئة أعداد بحتة[1]. تلك التي اكتشفت أنه من الممكن التوقع بها كمعرفة مسبقة. إنني أركز الانتباه عليها؛ لأنها تمثل اختبارًا أكثر تشددًا وصرامة لقوة المنهج الإبستمولوجي في تزويده بعدد (يمكن التحقق من صحته في بعض الحالات حتى واحد في الألف) بدلًا من مجرد التزويد بصيغ قانونية. أعتقد أن الفيزيائي الكلاسيكي قد امتلك شعورًا بأن قانون التربيع العكسي قد كان صورة طبيعية لضعف التأثير بسبب بعد المسافة، وهو التأثير الذي قد يعد كمعرفة مسبقة يمكن تطبيقها على الجاذبية، إلا أن ذلك -بالتأكيد- سوف يكون ضد مبادئه التي لا تعترف بأي تنبؤ مسبق. لكنه بالكاد يمتلك شعورًا داخليًّا غير مباشر -معترفًا به أو غير معترفٍ به- بالاحتمالية الكبيرة لمثل هذه القوة.

الآن علينا التذكير بأنه بغض النظر عما قد يُعَدُّ إبستمولوجيًّا ذاتيًّا بطبيعة الحال، فإنه يدحض جزءًا من العالم الموضوعي. بعد اكتشاف عدد معتبر من تلك النتائج، سيأتي وقت نتوقف عنده عن الارتكاز على قوالبنا الثابتة ونحكم -إن كان ذلك في مقدورنا- على امتداد المنطقة التي تم وسمها بالدحض. لعل التعميمات المعتادة قد طرحت في وقت أبكر أن تلك المنطقة ممتدة في شراكة مع قوانين الفيزياء الأساسية (متضمنة الثوابت). لكن لا يمكنني أن أدفع نفسي نحو الاعتقاد في التعميمات إلى أن يتم إخضاع الثوابت الأربعة الأخيرة. كان يكبحني الشعور العام الذي بت أرى الآن أنه غير مؤسس فلسفيًّا على نحو جيد، ذلك الشعور الذاهب إلى أنه من الضروري ترك وتد موضوعي واحد على الأقل؛ لتعليق عباءات الذاتية عليه. بالتأكيد يعد الوتد

(١) تنشأ عن التخلص من وحداتنا الثلاثة الاعتيادية (السنتيمتر والجرام والثانية) من الثوابت السبعة للطبيعة التي ندركها عادة.

new pathways in science p. 232 (المؤلف).

الموضوعي لازمًا، لكننا لسنا في حاجة إلى افتراض أنه قد موه على نفسه كي يشبه العباءات.

أحد الثوابت الطبيعية الأربعة عدد كبير جدًّا يدعى بالعدد الكوني، ربما تكون أسهل وسيلة للإشارة إليه، الإشارة إليه باعتباره "عدد الجسيمات في الكون"، على الرغم من أنه يظهر في الفيزياء بطرق أخرى أكثر عملية. نميل إلى القول بأنه إن كان لأي شيء ألا يُتوقع له أن يكون معرفة مسبقة، فهو عدد الجسيمات في الكون، يبدو كأنه الحصن الحصين وآخر قلاع الموضوعية في قلب مركزها، لكن بعد العمل على الثوابت الأخرى، يصبح من السهل نسبيًّا تعقب الأصل الإبستمولوجي لهذا العدد.

من مرتكز فلسفي فإن كل العمل السابق يعد فرعيًّا جانبيًّا بالنسبة لمهاجمة العدد الكوني، ذلك الهجوم الذي يعد نقطة التحول الفعلية في تفكيرنا، ما دامت موضوعيته ظلت قائمة، حتى إن مثَّل الحقيقة الموضوعية البحتة الوحيدة في الفيزياء، فسنظل نطالع انكشاف التأثيرات الذاتية برباطة جأش. إننا لا نخشى من التوحيد؛ في ظل وجود حقيقة موضوعية واحدة مؤكدة يمكن الإشارة لها، فبهذا لن يوجد ما قد يهدد الموضوعية بالإبطال. لكننا عندما نجد أن الرقم الكوني ذاتي كذلك؛ أي أن تأثير التجهيزات الحسية التي نرصد بها، والتجهيزات العقلية التي نصيغ بها نتائج الرصد كمعرفة هو تأثير واسع للغاية وممتد لدرجة أن تلك التجهيزات تقرر بنفسها عدد الجسيمات الذي يبدو أن مادة الكون قد انقسمت لها، فإننا لا نفقد فقط الدعم الذي كنا نعتمد عليه، لكن لا تبقى في قلوبنا أي رغبة في مكافحة فيضان المد الذاتي المكتسح لأكثر من ذلك.

على ذلك فسوف أتعامل بعض الشيء مع ذاتية العدد الكوني في الفصل الحادي عشر. من الصعب بالتأكيد شرح الاشتقاق الفعلي من الاعتبارات الإبستمولوجية كاملًا هناك لأنه سيكون معقدًا للغاية تقنيًّا، لكن الإيضاح الرياضي على أي حال

لا يحمل أي إقناع إذا ما كانت نتيجته "واضحة الاستحالة"؛ هو يوجه فقط أولئك المكتفين بالاهتمام بالبحث عن ثغرة في الإيضاح. بدلًا من ذلك سوف أبين الطريقة التي حصلت بها الذاتية على موطئ قدم في منطقة الفكر الذي كان الانطلاق منه يؤدي بالفرد إلى استبعادها في صرامة، لذلكً فحتى تقدير عدد الجسيمات في الكون سوف يتم استيعابه على نحو واضح باعتباره غير مستحيل.

لا أقوم بتضمين الأنوية الذرية في هذه المناقشة لقوانين الفيزياء؛ لأن الوضع الحالي للنظرية النووية يشبه وضع نظرية الكم قبل عام ١٩٢٥، ولا يوفر أي أساس للاستدلال الفلسفي. لا يبدو أننا في حاجة عاجلة جدًّا لسد هذه الثغرة. الهيدروجين -الذي نتذكره بكل تأكيد- لا يحتوي على أي أنوية (باستثناء بروتون وحيد)، لذلك فالنقاش الحالي يغطي أمره بشكل كامل[١]. حتى الآن لم يحدث لأحدهم أن دافع عن فلسفة مثالية فيما يخص الهيدروجين، وواقعية فيما يتعلق بالأكسجين، أظن أنني قد أفترض على نحو مماثل أنه عند دراسة طبيعة الكون الذاتية أو الموضوعية، فإن تركيبه الكيميائي غير ذي صلة نوعًا ما.

علي أن أذكر هنا نقطة، تبينت في النهاية أهميتها العظيمة. لا يعد "قانون الاحتمال" عادة كقانون أساسي للفيزياء، ولا أقوم بتضمينه بين القوانين التي من الممكن التنبؤ بها بشكل كلي من الاعتبارات الإبستمولوجية، لكن بحسب نظام الفيزياء الحديث، فإن كل تنبؤاتنا عن الظواهر هي تنبؤات عما هو محتمل الحدوث، وهي مبنية على افتراض لاارتباط (لاتعالق) سلوك الجسيمات المنفردة المستمد من قانون الاحتمال[٢]. من دون احتكام لقانون الاحتمال، فإن الفيزياء لن تكون قادرة

(١) يتضمن ذلك القوى غير الكولومية التي تظهر نفسها بالقرب من البروتونات. ولأن هذه القوى تلعب دورًا كبيرًا في النظرية النووية، فإن النواة حتى هذا المدى مضمنة في المناقشة. (المؤلف).

(٢) حيث تبدو حركة الجسيمات دائما عشوائية لكنها تخضع في النهاية لقوانين الاحتمالات، وبالتالي فإن كان من المستحيل التنبؤ بسلوك جسيم واحد، إلا أنه يمكن التنبؤ بمجموع حركة عدد كبير من الجسيمات وفق قوانين الاحتمالات. (المترجم).

على القيام بأي تنبؤات في المستقبل، لذلك قد يتم الدفع بأن قانون الاحتمال هو أكثر قوانين الفيزياء جميعًا أساسية، لا يمكن الاستغناء عنه. السبب في تجاهله أن المنظور المعتاد يذهب إلى أن العشوائية تعد غيابًا للقانون؛ ويبدو من غير الضروري وضع قانون يقول ألا وجود لقانون هناك، لكن المنظور المعتاد يسلم بأن الكون الفيزيائي، والجسيمات الموجودة فيه التي نحللها، هي موضوعية بالكلية؛ وأمر قانون الاحتمال (أو اللا ارتباط) يتطلب إعادة نظر عندما يتم تطبيقه على كون ذاتي جزئيًّا. من المستحيل علاج نقطة كتلك بشكل كامل حتى مرحلة متأخرة من النقاش. المنظور النهائي المتخذ يوجد في (الفصل الحادي عشر والفصل الثالث عشر). في نفس الوقت إذا ما وجد القارئ حجاجيًّا يميل بشكل واضح نحو استنتاج أكثر وأكثر لا معقولية، فعليه أن ينتظر انعطافًا قادمًا، سوف يلطف من ذلك ويحوله إلى شيء، لا يهين فطرته على نحو فظيع للغاية، فيما أظن.

-٤-

دون مزيد من الاعتذارات، سوف أفترض الآن قبول القارئ بالطرح الذاهب إلى أن كل القوانين الأساسية وثوابت الفيزياء يمكن الاستدلال عليها بشكل لا لبس فيه من اعتبارات مسبقة، ولذلك فهي ذاتية بالكلية. على الأقل يبدو عبء البرهان وقد وقع على كاهل أولئك الذين يدّعون موضوعية أي قانون، بذلك يشوشون على تجانس المخطط بلا ضرورة واضحة.

دعنا نعود إلى التشبيه الخاص بالأسماك (الفصل الثاني)؛ كي نفسر الوضع الذي بلغناه الآن. عندما رفض العالم المتخصص في دراسة الكائنات البحرية مقترح الناظر المتعلق بمملكة موضوعية للأسماك باعتباره ميتافيزيقيًّا للغاية، وفسر ذلك بأن هدفه قد انحصر في اكتشاف القوانين (أي التعميمات) التي كانت صحيحة فيما يخص الأسماك القابلة للصيد. أظن أن الناظر قد تحرك مبتعدًا، يتمتم: «أراهن أنه لم يحقق

الكثير من علم دراسة الكائنات البحرية خاصته ذلك». إنني أتساءل: ما الصورة التي ستكون عليها نظريته لتكاثر الأسماك القابلة للصيد. إن كل شيء يمضي في سبيل رفضه لوجود صغار للأسماك باعتبار ذلك تخمينًا ميتافيزيقيًّا، لكن بالنسبة لي يبدو من اللازم جلبها إلى المسألة.

أظن أن هناك شيئًا ما يكتنف هذا الاعتراض. ربما يقلل من شأن قوة الرياضي وقدرته على معالجة الموضوع المختار بذكاء. لكن إذا كان هدفنا الخلوص إلى قوانين ذات أصل موضوعي تأتي إلينا في هيئة معدلة من خلال الانتخاب الذاتي، لا أظن أن السبيل الأمثل في كبح كل النظريات حول العالم الموضوعي -كفرضيات عاملة- على أي حال. لكن للوهلة الأولى يبدو تقدم الفيزياء مناقضًا لذلك؛ فقط عندما تم التخلي عن الفرضيات المتعلقة بالعالم الموضوعي، وتحولنا نحو دراسة مباشرة للمعرفة الفيزيائية، أصبح ذلك التقدم سريعًا بشكل مذهل.

التفسير بسيط. يتعلق كل هذا التقدم بقوانين ذاتية. يتعلق كل هذا بتماثلات تفرضها نتائج الرصد من خلال عملية الرصد. بالنسبة لنوع التماثلات الذي يفسره التعميم الثاني للعالِم المتخصص في دراسة الكائنات البحرية والذاهب إلى أن كل المخلوقات البحرية تمتلك خياشيم -التماثلات الجوهرية في العالم من حولنا- فإننا لم نقم بالبدء حتى. كان الناظر محقًّا. لم نقم بأي تقدم مطلقًا يتعلق بهذا النوع من الدراسات البيولوجية التي بزغت في عقله.

لقد ألمحت (الفصل الثالث) إلى صعوبة تكتنف تعريف التمايز بين الفرضيات «الأساسية» والفرضيات «السببية» في الفيزياء. تبزغ نفس الصعوبة، معبرًا عنها بشكل مختلف قليلًا عند القيام بتمييز صارم بين «قوانين الطبيعة» و«الحقائق الخاصة».

لا وجود لمثل هذه الصعوبة في الفيزياء الكلاسيكية. اتباعًا للابلاس[1]، فمن

(١) رياضي وفلكي فرنسي. (المترجم).

المفترض أنه انطلاقًا من الوضع الكامل للكون في أي لحظة ما، يمكن حساب الوضع الكامل للكون في أي لحظة أخرى في الماضي أو المستقبل. بذلك فقوانين الطبيعة الأساسية يمكن تعريفها على أنها القوانين التي تؤخذ كلها معًا؛ للتزويد بمجموعة كافية من القواعد اللازمة لإجراء الحسابات. كي نكمل معرفتنا بالكون يجب أن نعرف –إلى جانب القواعد– المعلومات الابتدائية التي سوف تطبق عليها تلك القواعد. هذه المعلومات هي الحقائق الخاصة.

من المحتمل أن نكتشف –ربما– قاعدةً أو نظامًا يطبق على الحقائق الخاصة. إذا كان ذلك ليحدث، فربما ينبغي علينا ألا ننكر عليه لقب قانون الطبيعة، لكن يمكن تمييزه عن قوانين الطبيعة الأساسية؛ لأنه ليس أحد أجزاء مخطط التنبؤ، إنه مجرد نسق للحقائق الخاصة مضمن دون مُسوِّغ في تصميم الكون.

يمكن التعبير عن ذلك التمايز بإيجاز شديد في لغة رياضية. المعادلات التفاضلية المحددة لتقدم الكون هي قوانين الطبيعة الأساسية، والشروط الحدية هي الحقائق الخاصة.

لكن ذلك النوع من التمييز ممكن فقط في كون حتمي. في نظام الفيزياء الحالي غير الحتمي، لا يوجد مثل هذا التمايز بين القوانين وحقائق الطبيعة الخاصة. لا يزود نظام القوانين الأساسية الحالي بمجموعة كاملة من القواعد لأجل حساب المستقبل، إنه ليس حتى بجزء من مثل هذه المجموعة؛ حيث إن تلك القوانين معنية بحساب الاحتمالات فقط؛ وحتى إذا بدأ البحث عن مخطط لتنبؤات مؤكدة من جديد، فسوف يكون من اللازم البدء مجددًا من البداية من مسارات مختلفة. حتى الجانب الذي تمثله الحقائق الخاصة يتغير كذلك. لا يتم التزويد بالحقائق الخاصة التي تميز الكون الفعلي عن كل الأكوان الأخرى المحتملة التي تطيع نفس القوانين مرة واحدة في حقبة ما ماضية، لكنها تولد بشكل متواصل مع اتباع الكون لمساره غير المتوقع.

علاوة على ذلك، ففي المعادلات التفاضلية لنظرية الكم، لا تكون الشروط الحدية هي الحقائق الموضوعية، لكن هي معرفتنا بها التي صادف امتلاكنا لها.

يرتبط الفصل البسيط بين قوانين الطبيعة الأساسية والحقائق الخاصة في النظرية الكلاسيكية بالحتمية، ولا يمكن نقله إلى النظرية الحديثة، لكن بمقاربة المسألة من منظور الذاتية، يظهر حدًّا جديدًا للفصل. لقد رأينا أن القوانين الأساسية المفترضة هي ذاتية بالكلية. من المنطقي أن ذلك الجزء من معرفتنا الذاتي بالكلية ينبغي أن يكون من نوع مختلف عن ذلك الذي يتضمن خصائص الكون الموضوعية. يبدو أن هذا الاختلاف لم يتم تجاهله من ناحية الفيزيائيين الأوائل، ونجد أن المنطقة التي يجب ضمها إلى الذاتية البحتة قد تم ترسيمها بالفعل تحت اسم آخر، تحديدًا: "أساسية".

على الجانب الآخر، لا يمكن الاستدلال على الحقائق الخاصة من الاعتبارات الإبستمولوجية وهي ليست ذاتية بالكامل. يكمن جوهر مفهومنا عن الحقيقة الخاصة في أنها قد كانت لتكون على هيئة أخرى تمامًا؛ لذلك لا يوجد سبب مسبق يجعلها تبدو على ما هي عليه. من الصحيح أن الكثيرين يعتقدون في وجهة نظر تذهب إلى أن قوانين الطبيعة قد كادت أن تكون على هيئة أخرى، لكنهم نادرًا ما يجزمون بأن هذا جزء لا يتجزأ من مفهوم قانون الطبيعة. يسلم الجميع بأن الأمر على نحو ما يتطلب حرية أكبر في التعامل مع الكون لتخيل قوانين للطبيعة على هيئة مغايرة من تلك الحرية المتطلبة لتخيل الحقائق الخاصة على نحو مغاير.

إن النتائج المستدل عليها عن طريق المنهج الإبستمولوجي إلزامية، ولذلك من المستحيل مد ذلك المنهج ليتنبأ بالحقائق الخاصة، التي "قد كانت لتكون على هيئة أخرى". قبل أن أنتهي أخشى أن أكون قد أقنعت القارئ الطيع بالاعتقاد في أشياء "مستحيلة" كثيرة جدًّا لدرجة أن يصبح للكلمة وقعًا ضئيلًا عليه، فلا يدرك تمام معنى الاستحالة عندما أريده أن يفعل. دعني أوضح الأمر بطريقة أخرى. إذا ما نجحنا من

خلال تقدم النظرية الإبستمولوجية في التنبؤ بواحدة مما ندعوها بالحقائق الخاصة بطريقة مسبقة بالكلية، فعلى الفور سوف نُعدِّل من التصنيف: "من الواضح أننا قد كنا على خطأ بافتراض أنها قد كانت حقيقة خاصة. الآن بات بإمكاننا أن ندرك جيدًا أصلها، ندرك الآن وجود قانون للطبيعة، يجبرها على أن تكون كذلك"

يمثل العدد الكوني مثالًا جيدًا على تغير المنظور هذا. لقد نُظِر إليه عامة على أنه حقيقة خاصة باعتباره ممثلًا لعدد الجسيمات في الكون. الكون الذي تصفه قد يكون مكونًا من أي عدد من الجسيمات، وبقدر عناية الفيزياء بالأمر، يجب علينا القبول بالعدد الذي تم تخصيصه للكون كحادث وصدفة أو كنزوة للخالق، لكن التحري الإبستمولوجي قد غير من فكرتنا حول طبيعته. من غير الممكن أن يتكون الكون من عدد مختلف من الجسيمات الأولية، بحيث يكون متسقًا مع مخطط التعريفات الذي يتم تعيين «عدد الجسيمات» به في نظام في الميكانيكا الموجية، لذلك لا يجب علينا أن ننظر إليه بعد ذلك كحقيقة خاصة عن الكون، لكن كوسيط قائم في قوانين الطبيعة، وهو على ذلك جزء من قوانين الطبيعة.

– ٥ –

يجب أن أقف ضد الانطباع الذاهب إلى أن العنصر الموضوعي في الكون قد كان محصورًا في زاوية ما قبل ارتفاع مد الذاتية، ولا يحتاج الأمر الآن إلا إلى إقرار لا مبالٍ بذلك. لقد زودت الفيزياء بهذا الانطباع؛ لأن الفيزياء (من منظور ضيق) لا تهتم بالحقائق الخاصة إلا كمعلومات تنحيها التعميمات. بقية العلوم الفيزيائية مثل علم الفلك ليست منحصرة، وإلى حد ما تستعيد المشهد كله، لكن الكون الفيزيائي الذي يؤثر فينا يومًا بيوم ليس مجرد حزمة من قوانين الطبيعة، والحقائق الخاصة بالنسبة لنا في نفس أهمية القوانين، لذلك، فعلى الرغم من أنه لا يمكننا تبين أي لمحة عن الكون الموضوعي إلا عبر الحقائق الخاصة، إلا أن تلك النظرة على أي حال نظرة فارغة.

علاوة على ذلك، لم يعد الأمر كما كان في أيام الكون الحتمي عندما كانت الحقائق الخاصة تُجمع في لحظة مفردة. لقد صارت تلك الحقائق الخاصة في حالة من تغير دائم مع مرور الوقت عليها وفق حدود مبدأ اللا يقين.

الحقائق الخاصة ذاتية جزئيًّا وموضوعية جزئيًّا وذلك يعتمد جزئيًّا على طريقتنا في الحصول على المعرفة الرصدية وجزئيًّا على ما هو موجود لنرصده. كي نفصل العناصر الذاتية أو الموضوعية بالكامل، علينا أن نهتم بالقوانين؛ لأن القانون أو التنظيم قد ينشأ كاملًا في عملية الرصد خاصتنا أو قد ينشأ كاملًا في العالم الموضوعي. قد يتبادر إلى الذهن سؤال: إذا ما كان في مقدورنا أبدًا أن نعزل قانونًا موضوعيًّا بشكل كامل تمامًا كما نعزل قانونًا ذاتيًّا، حيث إنه يجب أن يُقدّم لنا من خلال أنماط تفكيرنا الذاتية، لكن على الأقل نستطيع أن نستبين تنظيما وندرك أن أصله موضوعي، حتى لو لم يكن في مستطاعنا وصفه إلا باصطلاحات ذاتية.

يترصدنا خطر السقوط في تشوش يتعلق بقوانين الطبيعة، تشوش بين ما هي عليه وما نقصد في الأصل أن تكون عليه. كي نتجنب اللبس، سوف أميز (مؤقتًا) بين «قوانين الطبيعة» و«قوانين الطِبيعة[1]. سوف يكون لقانون الطِبيعة المعنى الذي كان مقصودًا بالاصطلاح في الأصل أن يحمله، قانون ينبثق من مبادئ العالم خارجنا، التي نقوم غالبًا بتشخيصها في هيئة الطِبيعة، أما قانون الطبيعة فيعني حتى الآن تنظيمًا قد عثرنا عليه في معرفتنا الرصدية، بغض النظر عن مصدره. باختصار قانون الطبيعة هو ما صُكَّ هذا الاسم ليعنيه في الممارسة الفيزيائية الحالية أيًّا ما كان.

سوف يتبين أن قانون الطِبيعة هو قانون الكون الموضوعي، لكن كل قوانين الطبيعة المعروفة هي قوانين ذاتية. ها نحن ذا قد بلغنا مفارقة لفظية تنص على ألَّا قانون

(١) استخدم إدنجتون تعبيري laws of nature وlaws of Nature (لاحظ استخدامه في التعبير الأول small n وفي الثاني capital N وقد استخدمت كترجمة للأولى «قوانين الطبيعة» وللثانية «قوانين الطِبيعة) مع استخدام طاء أكثر ثخانة وتحتها خط في التعبير الثاني. (المترجم)

للطبيعة معروف بأنه قانون للطبيعة. بشكل فعال، أصبح الاصطلاحان لا يعتمدان بعضهما على بعض.

من الصحيح أننا قد خلفنا فرجة. قانون الطبيعة هو قانون للطبيعة إذا كان ليكون (ليس بالضرورة إذا ما كان بالفعل) مقبولًا كما هو في الفيزياء، ذلك يصل بي إلى تساؤل أبعد: هل لدينا أي سبب كي نعتقد في أنه لو كان لقانون للطبيعة – تعميم عن العالم الموضوعي – أن يصبح معروفًا لنا فهل سيكون مقبولًا من قِبَل الفيزياء الحالية كقانون للطبيعة؟ أعتقد أنه سوف يكون مقبولًا فقط إذا كان موافقًا لنمط القانون الفيزيائي الذي اعتدنا عليه. لكن هذا النمط هو نمط القانون الذاتي. سوف نحاول فيما بعد أن نبين من خلال الدراسة الإبستمولوجية كيف تطور النمط عن الجانب الذاتي للمعرفة الفيزيائية. النمط هو السمة المميزة والوسم الخاص بالذاتية. أي توقع ربما نكون قد كوناه يذهب إلى أن قوانين الطبيعة عندما تُكتشف سوف توافق نفس النمط غير معقول تمامًا.

يجب علينا ألا نحاول التأسيس مقدما لنوع التنظيم الذي نسميه عبر التوقع قانونًا للطبيعة. يعد افتراض معرفتنا بنمط القانون الموضوعي سلفًا، تأكيدًا لمعرفة مسبقة بالكون الموضوعي، تنكرها كل مدارس التفكير العلمي. ليست كل نظم المعرفة خاصتنا من النوع "المنضبط" الموظف في العلم الفيزيائي، وفي العلوم الأخرى للقانون تفسير أعرض. حتى الآن لا نجد النوع المنضبط من القوانين مطاعًا إلا في الجانب الذاتي تمامًا من معرفتنا.

ربما قد يجادل البعض أنه بالرغم من أن القانون الموضوعي قد يبرهن على كونه من نمط غير مألوف عندما يُكتشف، إلا أن الفيزيائيين سوف يعدلون من أفكارهم كي يستوعبوه. لم يبقَ نمط القانون الفيزيائي دون تغيير، والنمط الذي نعرفه اليوم لم يكن ليُقبل في الفيزياء الكلاسيكية. إذا ما أدى التقدم في الجانب الموضوعي من معرفتنا

إلى ضرورة توسيع النمط، فلن تكون المرة الأولى التي تقوم فيها الفيزياء بثورة. ذلك احتمال، لكن هناك احتمال آخر بديل. هل سيحتفظ الموضوع الموسع بالضرورة باسم الفيزياء؟ لقد كانت التغيرات السابقة إلزامية. لم نقم بالتخلي عن الفيزياء الكلاسيكية لمجرد أن مجالها قد كان محدودًا للغاية فقط، لكن بسبب اكتشافنا لمواطن الخلل فيها. لكن التغيير المقترح هنا لا يُفرض علينا بواسطة خلل في معالجة المعرفة الذاتية المُؤمَّنة حاليًا، لكنه من أجل التوسعة فقط. ربما سوف نذهب إلى أن الأكثر مناسبة قصر اسم الفيزياء على النطاق الذي تشغله الآن، ومعالجة التطور الجديد تحت اسم "خارج الفيزياء". لو حدث ذلك، فإن قوانين الطبيعة لن تكون أبدًا موضوع دراسة الفيزياء.

يبدو ذلك كمماحكة تافهة حول الأسماء، لكنها تزود بلمحة قد تكون هامة بالفعل. يذهب الطرح إلى أننا حين ننجح في التقدم بدراسة العالم الموضوعي، فإن النتيجة سوف تكون مختلفة جدًّا عن الفيزياء الحالية، ولن يكون هناك سبب معين يجعلنا نتوقع أنها ستدعى فيزياء. لقد تحدثنا عن ذلك كتطور في المستقبل، لكن أليس من المحتمل أن يكون قد حدث بالفعل؟ يبدو لي أن الفيزياء "الموسعة" التي سوف تتضمن الموضوعي بالإضافة إلى الذاتي هي مجرد علم؛ والموضوعي الذي لا سبب لديه ليتسق مع نمط التنظيم المميز للفيزياء الحالية سوف يُعثر عليه في الجانب غير الفيزيائي للعلم. يجب أن نبحث عنه في جزء البيولوجيا (إن كان يوجد) الذي لا تغطيه الفيزياء البيولوجية (الحيوية)، وفي جزء السيكولوجيا (علم النفس) الذي لا تغطيه الفيزياء النفسية (السيكولوجية)، وربما في جزء الثيولوجيا (علم الإلهيات (اللاهوت)) الذي لا تغطيه فيزياء اللاهوت. لقد تمت تسمية المصادر الموضوعية الخالصة للعنصر الموضوعي في معرفتنا الرصدية؛ إنها الحياة والوعي والروح.

لقد وصلنا إذا إلى موقف المثالي[1]، المخالف للمادي[2]. العالم الموضوعي الخالص هو العالم الروحي، والعالم المادي ذاتي في ضوء مفهوم الذاتية الانتخابية.

* * *

(١) المثالية، اتجاه قوامه بوجه عام رد كل وجود إلى الفكر بأوسع معاني هذا اللفظ، فوجود الأشياء مرهون بقوى الإدراك وتقابل المذهب الواقعي.

أما المثالية في الميتافيزيقا:

١ – قديمًا ذهب أفلاطون إلى أن المعاني والمُثُل مفارقة في عالم خاص بها هو عالم المعقولات وهي نماذج وأصول للعالم الحسي. فالمثل هي وحدها الموجودات الحقيقية وليست الأشياء إلا مجرد أشباح للمثل. وتلك هي المثالية الأنطولوجية.

٢– حديثًا ذهب كانط إلى أن المثالية الترانسدنتالية وهي التي تعد الظواهر مجرد تصورات، لا الأشياء في ذاتها وتلك هي المثالية الإبستمولوجية (أي المتعلقة بالمعرفة)

المعجم الفلسفي – مجمع اللغة العربية – القاهرة ١٤٠٣، ١٩٨٣ (المترجم).

(٢) المادية، بوجه عام مذهب يرد كل شيء إلى المادة، فهي أصل ومبدأ أول، به دون غيره تفسر الموجودات. وقد عرف من قديم وبدت آثاره في نزعات فلسفية وسياسية مختلفة ويقابل الروحية والمثابرة.

المعجم الفلسفي – مجمع اللغة العربية – القاهرة ١٤٠٣، ١٩٨٣ (المترجم).

الفصل الخامس

الإبستمولوجيا والنظرية النسبية

- ١ -

يتضمن معجم الفيزياء عددًا من المصطلحات، مثل: الطول، والطاقة، ودرجة الحرارة، والجهد، ومعامل الانكسار، وما إلى آخره، مما ندعوها بالكميات الفيزيائية. تصر النظرية النسبية على أن كل الكميات الفيزيائية سوف تُعرّف بطريقة تمكننا من إدراكها في الخبرة العملية. يجب أن يُعيِّن تعريف الجهد طريقة لتحديد الجهود. يجب أن يُعيِّن تعريف الطول طريقة لقياس الأطوال.

هذا المطلب هو ببساطة إدراك للشيء ووعي به، بحيث إذا ما كان للفيزيائي النظري وللفيزيائي التجريبي أن يتعاونا فمن اللازم أن يتحدثا لغة مشتركة. إذا ما دعونا فيزيائيًّا تجريبيًّا ليختبر حقيقة إفاداتنا، فبالتأكيد سيكون سؤاله الأول: "كيف لي أن أتعرف على الشيء الذي تتحدث عنه؟" الإجابة التي نزوده بها هي: تعريف ذلك الشيء. إذا ما أقر بصحة إفادتنا، فإن شهادته تنطبق فقط، ما دامت الكلمات تعني ما أخبرناه أنها تعنيه. أما لو احتفظنا احتياطيًّا بتعريف ما آخر -يحمل معنى ما غير رصدي- تُكنّي عنه الكلمات في الإفادة، وذلك كي نستخدمه بعد أن راوغنا وحصلنا على الشهادة، فذلك يعد خداعًا وعدم أمانة. لن يكون الخداع وعدم الأمانة أقل لو

اعتقدنا نحن -أنفسنا- في أن التعريفين يدلان على نفس الشيء؛ حيث إن الاعتقاد لم يخضع لاختبار تجريبي، ولم ينل الشهادة.

أُنجز بعض التقدم صوب هذا النوع من التعريفات في زمان ما قبل النسبية. في وقت ما كانت الكتلة تُعرّف باعتبارها كمية المادة، لكن الفيزيائي التجريبي لم يُزود بأي لمحة عن الكيفية التي يمكنه بها التعرف على نفس "كمية المادة" عندما تكون ممثلة في أشكال مختلفة مثل الصوف والرصاص. بناء على ذلك لم تكن هناك أبدًا أي إفادة ثابتة الصحة تجريبيًّا عن المادة (ما لم تكن تلك الإفادة مقصورة على نوع واحد من المادة)، وهو ما لم يكن مدركًا حينها. لكن فيما بعد حل محل ذلك تعريف للكتلة في صورة اصطلاحية للخواص القصورية القابلة للرصد، وبتغيير معنى الكتلة أصبح الاختبار الرصدي ممكنًا. لقد أصبحت الممارسة المقبولة متمثلة في طرح كميات فيزيائية جديدة يتم تعريفها من خلال سلسلة من عمليات القياس والحسابات التي تسفر عن ذلك التعريف كنتيجة لها. أما أولئك الذين يربطون بالنتيجة صورة ذهنية لكيان ما يُلَهي نفسه في فضاء ميتافيزيقي للوجود، يفعلون ذلك بمخاطرة شخصية منهم؛ ولا يمكن للفيزياء أن تقبل بأي مسؤولية عن بهرجتهم هذه.

تمثل الابتكار الذي قام به أينشتاين في نظريته النسبية في أن الكميات الفيزيائية المضمنة في قياس المكان والزمان قد جبلت على أساس هذا القانون. كانت إعادة الصياغة ضرورية على نحو واضح بالنسبة للفيزيائي التجريبي الذين تمت دعوته كي يتيقن من صحة استنتاجاتنا عن المسافات والفترات الزمنية، تمامًا كما تمت دعوته ليتيقن من صحة استنتاجاتنا عن درجات الحرارة والمجالات المغناطيسية. حقيقة يعد تعريف الطول الذي يعين طريقة لتحديد الأطوال رصديًّا أكثر المتطلبات كافة إلحاحًا. عندما نأتي إلى فحص ما الذي نقيسه بالفعل في أي تجربة من أي نوع نجد أنه دائمًا تقريبًا ما يكون طولًا أو قياسًا مكانيًّا طول خيط من الزئبق في «ترمومتر»

أو تحرك نقطة لامعة على مقياس «جلفانومتر»[١]، أو انزياح خط معتم في مقياس «طيف»[٢] وما إلى آخره.

من الغريب أن يثير هذا التحديث معارضة، لم تنقرض من الوجود حتى الآن، حيث إنه لم يزل هناك ازدهار لإصرار بلا منطق يذهب إلى أن الاصطلاحات التي لها مرجعية لقياسات مكانية، لا يجب أن ترتبط بنفس النحو بأرصاد لاصطلاحاتها مرجعية ميكانيكية، أو بصرية، أو كهرومغناطيسية، أو حرارية، أو أي قياسات أخرى. هناك فقرة شهيرة في كتابات «هنري بوانكاريه»[٣] ترجع لزمان ما قبل النسبية، يتم اقتباسها دائمًا في هذا السياق:

لو كانت هندسة «لوباتشيفسكي»[٤] صحيحة، فإن تزيُح[٥] نجم بعيد للغاية سوف

(١) الجلفانومتر، جهاز يعين مرور تيار كهربي ويحدد شدته واتجاهه. (المترجم).

(٢) مقياس الطيف، جهاز يقوم برصد خواص الضوء عن طريق تحليله (المترجم).

(٣) أحد أشهر العلماء الفرنسيين في مجالات الرياضيات والفيزياء وفلسفة العلوم، ويعتبره البعض مؤسس نظرية الشواش (الفوضى)، وهي النظرية التي تحاول دراسة الأنظمة الفيزيائية العشوائية غير الخطية مثل تقلبات المناخ وغيرها والخلوص إلى محاولة لفهمها ووضع قواعد لها قد تصلح للتنبؤ بها وإن كان ذلك لفترات زمنية قصيرة. (المترجم).

(٤) هي الهندسة الزائدية أو الهندسة القطعية الزائدية وهي هندسة لا إقليدية. نعرف أنه في الهندسة الإقليدية من أي نقطة خارج خط مستقيم يمكن رسم مستقيم واحد فقط لا يقطع المستقيم الأول (أي يكون موازيًا له) لكن في هندسة لوباتشيفسكي يمكن رسم مستقيمين على الأقل من أي نقطة لا يقطعان المستقيم الأول أي يوازيانه، يمكن فعل ذلك لو حاولنا رسم تلك المستقيمات على سطح سرج. (المترجم).

(٥) التزيح هو تغير موضع النجم بالنسبة للخلفية السماوية بتغير موضع رصدنا له، وذلك التغير في موضع رصدنا له قد يحدث بسبب حركة الأرض (أشهر مثال على ذلك هو عندما تنظر إلى شجرة على سبيل المثال وتجد وراءها مشهدا ما ثم تتحرك للأمام قليلًا وتنظر نحوها من جديد فتجد خلفها مشهدًا آخر مختلفًا، نفس الأمر يحدث مع النجوم، فعندما ترصد نجمًا فإنك تجد من خلفه مشهدًا نجميًا ما، وبتغير زاوية رصدك له (نتيجة حركة الأرض) فإن ذلك المشهد يتغير، يستخدم ذلك كوسيلة لقياس بعد النجوم عنا.
هناك ثلاثة أنواع من التزيح وهي تزيح إيجابي أو متناهي وفيه يتغير شكل الخلفية النجمية عندما نغير من زاوية رصدنا للنجم، ومعناه أن النجم يقع أمام تلك الخلفية النجمية التي نقارنه بها، وهناك تزيح صفري وهنا يبدو أن النجم يقع ضمن الخلفية التي نقارنه بها وبالتالي فلا يتغير المشهد مع تغييرنا لزاوية الرصد، وهناك تزيح سلبي وهو ما قد يحدث لو أن النجم يقع بعيدًا جدًّا فيما وراء الخلفية التي نقارنه بها. (المترجم).

يكون متناهيًا. لو أن هندسة «ريمان»[1] صحيحة فسوف يكون التزيح سالبًا[2]. تبدو هذه النتائج ضمن قدرة التجارب على الوصول، ومن المرجو أن تمكننا الأرصاد الفلكية من الاختيار بين الهندستين، لكن ذلك الذي نسميه خطًّا مستقيمًا في الفلك ما هو إلا مسار شعاع ضوء ببساطة، لذلك فإذا كان لنا أن نرصد تزيحًا سالبًا أو أن نبرهن على أن كل التزيحات أكبر من حد معين، فينبغي أن نختار من بين الاستنتاجات: قد نهجر هندسة «إقليديس» أو نُعدِّل من قوانين البصريات ونفترض أن الضوء لا ينتشر بصرامة في خطوط مستقيمة فقط، ولا حاجة لأن نضيف أن الجميع سوف ينظرون إلى هذا الحل باعتباره الأكثر فائدة، لذلك فلا داعيَ لأن تخشى الهندسة «الإقليدية» من التجارب الطازجة[3].

عادة ما لا يقبض أولئك الذين يقتبسون هذه الفقرة على المغزى. من الواضح أن المغزى في أن تعريف التزيح أو المسافة التي يبعدها النجم لا يجب أن تترك لعلماء الرياضيات البحتة، أولئك الذين لا تؤرق التجارب الطازجة تأكيداتهم. في زمان بوانكاريه كان من الصحيح إلى حد كبير أن المُنظِّرين الذين يتحدثون عن المسافات، لا تعني أحاديثهم أي شيء على وجه الخصوص، لذلك كان لهم مطلق الحرية كي يختاروا ما إذا كانوا سيلتزمون بهندسة إقليدية أو لا إقليدية. لكن التجريبي قد مضى في طريقه الخاص وقاس المسافات التي عنت شيئًا محددًا جدًّا – حتى الرقم السابع أو الثامن. المُنظّر والتجريبي لا يتحدثان نفس اللغة. لقد أسست النظرية النسبية للإصلاح الواضح، وقد ولت أيام السيولة والنزق. الآن إذا ما كان للمُنظّر أن يصل

(١) هي الهندسة الإهليجية وهي هندسة لا إقليدية أيضًا. لكنها تذهب إلا أنه من أي نقطة خارج خط مستقيم لا يمكن رسم أي مستقيم لا يقطع المستقيم الأول أي لا يمكن رسم أي مستقيم مواز للمستقيم الأول، وأشهر مثال لذلك خطوط الطول على سطح الكرة الأرضية. بذلك فهذه النظرية تكسر مسلمة التوازي الإقليدية لكن على نحو مغاير تمامًا لهندسة لوباتشيفسكي. (المترجم).

(٢) بالتأكيد لو تغيرت هندسة الكون لتغير شكل التزيح (المترجم).

(٣) science and hypothesis, p. 72 (المؤلف).

إلى استنتاج بخصوص المسافات النجمية أو المجرية فهو يفعل ذلك مستشعرًا خوفًا صحيًّا من التجارب الطازجة. يجب أن أُسلّم بطرح استنتاجات من هذا النوع. إنني أرتعد في كل مرة يكونون على وشك الإعلان عن نتيجة تجريبية جديدة، وليس بالضرورة أنني سأصدق فيها.

-٢-

إن تعريف الطول أو المسافة والتعريف المناظر للامتداد الزمني على درجة خاصة من الأهمية؛ ذلك لأن تعريفات الكميات الفيزيائية الأخرى عامة تفترض على نحو مسبق أن الطول والامتداد الزمني قد تم تعريفهما، وأي لبس في معناهما سوف ينتشر عبر كل البنية الفائقة. لو تُرك تعريف الطول لعالم الرياضيات البحتة بدلًا من أن يُعرّف رصديًّا؛ فإن «فيروس» عالم الرياضيات البحتة سوف يصيب كل الكميات الفيزيائية الأخرى.

انشغل الفيزيائيون العمليون لوقت طويل بالتحديد الدقيق للأطوال، وقد أُرسيت المبادئ التي جاهدوا في سبيل إتباعها قبل بزوغ نجم النظرية النسبية. أطلق على هذا الفرع من الفيزياء العملية اسم علم القياس (مترولوجي)، لذلك عندما أصبح من الضروري تبني تعريف رصدي بشكل منهجي، كان في الإمكان -بلا شك- تصميم إجراء رصدي مكافئ. يجب أن يزود التعريف بتعليمات فيما يتعلق بعملية قياس الأطوال. بالنسبة للمشتغل بعلم القياس بدت هذا التعليمات بسيطة كي يشرع في تنفيذها.

ليس من غير الشائع أن يعالج الكتاب تعريف الطول أو الفترة الزمنية كما لو أن معاني هذه المصطلحات متروكة لحرية تدبيرهم، لكن نادرًا ما يكون من الجائز تبني مثل هذا السلوك نحو مصطلحات يجري استعمالها. ربما قد يدّعي الكاتب توفية كامل التزاماته إذا ما جعل معنى المصطلح الذي سيعتمده في كتاباته واضحًا، بغض

النظر عن الطريقة التي يتم توظيفه بها حتى الآن، لكن وجهة النظر العامة تذهب إلى إدانة استخدام مصطلح "الأبيض" لوصف مظهرٍ يعرف عادة على نحو أكبر بأنه "أسود"؛ والممارسة التي ابتدعها مؤخرًا الكتاب في علم الكونيات الكينماتي[1] بإعطاء الطول والزمن معانيَ لن يقبل أي مكتب للمعايير بها، قد لا تمثل ربما انحرافًا أخلاقيًّا، لكنها مصدر إرباك غير ضروري.

في كل النظريات الفيزيائية التقليدية تزود ممارسات قياس الأطوال – أو على نحو أكثر تحديدًا، تزود المبادئ التي تحاول النظرية تحقيقها – بالتعريف النظري. بذلك فهي تضمن أن كلًّا من التجريبي والمُنظّر يتحدثان اللغة ذاتها عندما يحاول التجريبي التيقن من عمل المُنظّر.

على ذلك، فنحن نعني بالطول في النظرية النسبية ما يعنيه المشتغل بعلم قياس الأطوال، لا ما يعنيه المهندس البحت. يهجر الفيزيائي خليلته الرياضيات البحتة بقبوله بمبادئ النسبية، وينبذ الميتافيزيقا التي تسري في أرجائها، ويدخل في علاقة زواج محترم مع علم القياس. أخشى أن أولئك الذين يمثلون العروس يميلون إلى اتهام الفيزيائي بأنه لم يتخلَ تمامًا عن حبه الأول. تبدو بعض الكتابات عن النسبية رياضية قليلًا. وبما أنني لست مقتنعا تمامًا ببراءة بعض زملائي، عليَّ أن أجيب على هذه النقطة عن نفسي فقط. أعلن أن هذا الاتهام بلا أساس من الصحة. إذا ما وظفت أحيانًا رياضيًّا بحتًا، فهو مجرد عامل كادح؛ ينعقد إخلاصه وتفانيه على الفكر الفيزيائي الذي يقف وراء الرياضيات. ما الرياضيات إلا وسيلة للتعبير والتعاطي، لكن قلب النظرية في مكان آخر:

(١) أحد فروع علم الميكانيكا يُعنى بدراسة حركة الأجسام دون أي اعتبار للقوى المؤثرة عليها. (المترجم).

نالت أوفيليا شرف خدمة هدفي

لكن كلوي هي لظاي الفعلي.[١]

يتمثل الجانب المحوري في تعريف الطول في محددات المقياس العياري الذي سوف يكون متاحًا لعقد المقارنات في أي مكان وأي وقت. لا ينظر المشتغلون بعلم القياس إلى عصا معينة من المعدن مثل «متر باريس»[٢]، كمقياس عياري نهائي، تكشف

---

(١) قصيدة غنائية لـ(ماثيو بريور) ويعد بريور أحد أهم الشعراء الإنجليز في مطلع القرن الثامن عشر:

The merchant, to secure his treasure,	التاجر كي يُؤمّن كنزه
Conveys it in a borrowed name;	أرسله تحت اسم مستعار،
Euphelia serves to grace my measure,	نالت أوفيليا شرف خدمة هدفي
But Cloe is my real flame.	لكن كلوي هي لظاي الفعلي.
My softest verse, my darling lyre,	ألطف أبيات شعري، وقيثارتي المحببة،
Upon Euphelia's toilet lay;	دبرا الأمر. بينما كانت أوفيليا تتزين،
When Cloe noted her desire	صدحا بالغناء والعزف،
That I should sing, that I should play.	عندها لاحظت أوفيليا التوق.
My lyre I tune, my voice I raise,	رفعت صوتي وعزفت لحني،
But with my numbers mix my sighs;	بأنغامي امتزجت زفراتي الحارة،
And whilst I sing Euphelia's praise,	وبينما أغني مسبحا بأوفيليا،
I fix my soul on Cloe's eyes.	ثبّت روحي على عينيّ كلوي.
Fair Cloe blushed; Euphelia frowned;	احمرت وجنتا الجميلة كلوي، عبست أوفيليا،
I sung and gazed; I played and trembled;	غنيت وشخصت ببصري، عزفت وتمتمت،
And Venus to the Loves around	بينت ڤينوس للحب المحيط،
Remarked how ill we all dissembled.	كيف كنا جميعا منهكين جراء مداراة مشاعرنا.

(المترجم).

(٢) هو متر تحدده مسافة بين خطين متوازيين محفورين في قضيب لسبيكة من البلاتين والإيريديوم في شروط طبيعية من الضغط الجوي ودرجة حرارة صفر درجة سيليزية، ومحفوظ في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس. (المترجم).

الحقيقة البسيطة المتمثلة في مشاعرهم القلقة تجاه ديمومة ذلك المقياس العياري عن أن لديهم في أذهانهم مقياسًا عياريًّا أكثر مثالية يمكن استخدامه لعقد المقارنات. يتطلب الأمر تركيبًا فيزيائيًّا، ليس من الضروري أن يكون لا يبلى، لكن من اللازم أن يكون قابلا لإعادة الإنتاج على نحو متفرد. «بلورة كالسيت»[1] يحتوي طولها على 108 وحدة من الوحدات المكونة لشبكتها البلورية تمثل نوع المقياس العياري اللازم.

لو تم تعيين ذلك كمقياس عياري للطول، فمن الممكن إعادة إنتاجه في أبعد مجرة، أو في أبعد حقبة زمنية.

دعنا نتفكر من منظور عام في مسألة تعيين مقياس عياري للطول قابل لإعادة الإنتاج. من الواضح أن الأمر يقتضي منا عدم توظيف أطوال في المحددات؛ لأن ذلك سيكون دورانًا في حلقة مفرغة، ولا يمكن استخدام أي من الكميات الفيزيائية "البُعديَّة" الأخرى، حيث إن تعريفاتها تفترض بشكل مسبق أن مقاييس الطول والزمن والكتلة العيارية قد تم تعريفها بالفعل. لذلك فالجزء الكمي من المحددات يجب أن يحتوي على كميات غير "بُعديَّة"، أي: يجب أن يحتوي على أعداد بحتة. على سبيل المثال: فالمقياس المعياري المقترح في الفقرة السابقة يحدده عدد خلايا شبكة البنية البلورية. يمكننا -إذا أحببنا- أن نمضي أبعد، وأن نعين التركيب الكيميائي للبلورة عن طريق أعداد بحتة، تحديدًا الأعداد الذرية للعناصر المتضمنة فيها.

يمكن تفصيل التوصيف العددي لتركيب المادة في نظرية الكم. يوصف التركيب باعتباره مكونًا من عدد معين من الأنوية والإلكترونات، تحدد ترتيبها أعداد الكم. من وجهة نظر رصدية فالتركيب بالضرورة متفرد؛ لو أن عينتين قد أظهرتا اختلافًا مرصودًا، سوف يُعَدّ ذلك دليلًا على أن نظرية التركيب القائمة غير كاملة ويجب طرح أعداد كم إضافية لتمييزهما.

---

(١) كربونات الكالسيوم. (المترجم).

لذلك فالإجابة العامة عن تساؤلنا هي: إن أي تركيب قابل لإعادة الإنتاج عمليًّا من محددات كمية يصلح كمقياس عياري (معيار). كل هذه المقاييس العيارية متكافئة، فهي تمثل نسبًا عددية محددة لوحدة الطول h/mc، تظهر في المعادلات الأساسية لنظرية الكم.

يُعرَّف امتداد الزمن على نحو مماثل. يزود الامتداد المكاني لتركيب كمي محدد بمعيار الطول. تزود الدورية الزمنية لنفس التركيب بمعيار الامتداد الزمني. يكون التوازي وثيقًا إذا ما وظفنا لتعريفاتنا بلورة؛ حيث إنه بالنظر إلى بلورة في الأبعاد الأربعة، تكون الدورية الزمنية هي بنية شبكية في الزمن، ويكون مقياسانا العياريان على الترتيب هما عدد محدد لخلايا الشبكة البلورية المكانية وعدد محدد لخلايا الشبكة البلورية الزمنية.

ربما لا يكون تزيدًا لو أضفنا أنه لا أسئلة تتبادر إلى الذهن عما إذا كان معيار الطول المعرّف بهذه الطريقة ثابتًا فعليًّا في كل الأزمان وكل الأماكن. يفترض السؤال أننا نمتلك في عقولنا معيارًا مطلقًا (تكتنفه الواقعية) يستخدم لتعريف جنوح المعايير الفيزيائية. لا يعرف العلم الفيزيائي مثل تلك المفاهيم الذاهبة إلى أن الكميات الفيزيائية يجب أن تتفق مع دور ما معين تم تعيينه مقدمًا ضمن نطاق خيالي غير محدد للواقعية. يتم طرح كميات مثل الطول وامتداد الزمن بهدف التوصيف الموجز فقط للقياسات الرصدية، سواء كانت فعلية أو فرضية.

-٣-

يتبين لنا أن على النظرية النسبية أن تذهب إلى خارج حدودها الخاصة كي تحصل على تعريف للطول، من دونه لا تستطيع أن تبدأ. إنها البنية «الميكروسكوبية» للمادة هي ما تطرح مقياسًا محددًا للأشياء. بما إننا قد فصلنا «الفيزياء المولية» عن «الفيزياء الميكروسكوبية» تلك التي تقع خارج اهتمام ضخامة التجهيزات الحسية، فمن غير المعقول توقع كونها مكتملة بنفسها. في مقدورنا أن نجعلها تبدو كاملة منطقيًّا حتى

نقطة فقط، تبدأ عندها جذورها في الخمش عميقًا في بنية الفيزياء ككل. وبالمثل لا تكتمل «النظرية الميكروسكوبية» بنفسها حال فصلها عن بقية الفيزياء. من اللازم كذلك تزويد الكميات الفيزيائية المتعلقة بالذرات والإلكترونات والفوتونات، تلك التي نتحدث عنها في النظرية الميكروسكوبية بتعريفات تمكن التجريبي من قياسها. لكنه لا يقيسها، وليس من المتخيل قياسها حتى في التجارب الافتراضية، فيما يتعلق بالذرات والإلكترونات والفوتونات لا تكون إفادات الفيزياء الميكروسكوبية تأكيدات لنتائج مثل هذه التجارب التي لا يمكن تخيلها. تُجرى القياسات باستخدام المقاييس المترية والميكرومترات[١] ومُرسّمات الطيف[٢]، وفي النهاية باستخدام أعضائنا الحسية الخاصة الضخمة. الفيزياء المولية دائمًا لها الكلمة الأخيرة في مسألة الرصد، حيث إن الراصد نفسه ينتمي لتلك المولية.

سر اتحاد الفيزياء المولية والفيزياء الميكروسكوبية – النظرية النسبية ونظرية الكم – هو "الحلقة الكاملة". إلى حد كبير هما ليسا بأفرع متشعبة من جذر واحد مثلما هي أنصاف الدوائر التي تلتقي عند نهاياتها. بشكل عام ندخل إلى الدائرة عند نقطة الالتقاء التي نحن بصددها الآن، حيث تأخذ النظرية النسبية معيار الطول من نظرية الكم. لكن النظرية النسبية التي أنجزت تقدما أكبر على طول منحناها من ذلك الذي قامت به نظرية الكم على طول منحناها تستكشف بالفعل نقطة الالتقاء الأخرى، حيث «الثابت الكوني»[٣] وأشياء من هذا القبيل متضمنة. عند نقطة الالتقاء تلك تتغلغل

(١) جهاز يستخدم لقياس الأطوال الصغيرة للغاية. (المترجم).

(٢) جهاز يقوم بتحليل الضوء أو الموجات الكهرومغناطيسية ثم يقوم برسم أطيافها. (المترجم).

(٣) هو ثابت أدخله أينشتاين في معادلاته عام ١٩١٧ كي تتماشى معادلاته مع الاعتقاد الذي كان سائدًا وقتها أن الكون ثابت، لكنه سرعان ما تخلى عنه في ثلاثينيات القرن الماضي عندما اكتشف تمدد الكون، ساعتها ذهب أغلب العلماء إلى أن هذا الثابت يساوي الصفر لو كان موجودًا. في أواخر التسعينيات اكتشف أن تمدد الكون ليس فقط موجودًا لكنه يتسارع أيضا ما دفع العلماء إلى التفكير مجددًا في ثابت كوني لا يساوي الصفر. بغض النظر عن قيمته، يشير الثابت الكوني إلى كثافة الطاقة في الكون أو إلى طاقة الفراغ. (المترجم).

جذور نظرية الكم في النظرية النسبية كما كانت جذور النظرية النسبية متغلغلة في نظرية الكم عند نقطة الالتقاء الأخرى. فقط في نظرية كمية – نسبية مجمعة (حاذر من أن تختلط بنظرية «الكم النسبوية»[1] الحالية التي انتزعت الاسم دون وجه حق) يمكننا عرض الدائرة ككل.

للفشل في جعل النظرية النسبية مستقلة بالكامل عن نظرية الكم فائدة عملية واحدة. أمنّ ذلك معيارا للطول في النسبية يكون هو نفسه في نظرية الكم. نفس المعيار النهائي قد عرفه المشتغلون بعلم القياس الذين يسعون لإدراكه في الطول الموجي لضوء الكادميوم[2] أو في البنية الشبكية للكالسيت. هكذا يقصد كل من المشتغلين بعلم القياس وفيزيائيو النسبية وفيزيائيو الكم نفس الشيء عندما يتحدثون عن الطول أو المسافة أو الفترة الزمنية. هناك تماثل تام، يشذ عن ذلك الوافد الجديد فقط، عالم الكونيات الكينماتي الذي يعتبر كل الناس فيما عداه خارج السياق.

دائمًا ما يُطرح أن بعض ثوابت الطبيعة مثل سرعة الضوء أو ثابت الجاذبية تختلف باختلاف الزمن. مثل هذه الدفوع تعتبر بلا معنى إلا في حالة أن هذه المقاييس العيارية للطول وللامتداد الزمني لم تُعرَّف بعناية، ويعد كثير مما كتب في هذا الموضوع بلا قيمة نظرًا لحقيقة أن الكتاب لم يكونوا منتبهين على نحو واضح بطبيعة تعريف هذه المعايير. أمام من قد يطرح اختلافًا يتعلق بثابت أساسي مهمة ثقيلة، حيث عليه أن يعيد بناء النظرية ويعيد تفسير القياسات الرصدية، قبل أن يستطيع الوصول إلى أي تأكيد أو نفي رصدي لطرحه. علاوة على ذلك، أظن أن التقدم في المنهج الإبستمولوجي طمأننا إلى أن ثوابت الطبيعة (بخلاف وحداتنا الاعتباطية) هي أعداد طُرحت من قِبَل

(١) نظرية الكم النسبوية، هي نظرية تنبثق عن ميكانيكا الكم وتنطبق على الجسيمات الضخمة التي تسافر بسرعات تقترب من سرعة الضوء. (المترجم).

(٢) عن طريق استخدام الطول الموجي المنبعث من الكادميوم كمعيار بحيث يكون المتر العياري مكون من عدد وحدات ثابتة من ذلك الطول الموجي. (المترجم).

منظورنا الذاتي، من الممكن احتساب قيمها مسبقًا وهي ثابتة على مر الزمن. لهذا السبب يذهب استنتاجي الشخصي إلى أنه لا داعيَ لأن تخشى من تغير سرعة الضوء أو ثابت الجاذبية مع الزمن بصورة أكبر من خشيتك من تغير النسبة بين محيط دائرة والقطر (π) مع الزمن.

دعنا نفحص بتدقيق أكبر ما يفرضه الطرح الذاهب إلى تغير سرعة الضوء في الفراغ مع الزمن. ستكون النتيجة اللحظية تغير نسبة الطول الموجي (λ) إلى الفترة الزمنية (T) لأي خط طيف، فلتقل: خط طيف ذرة الهيدروجين مع تغير الزمن. بتنا ندرك الآن أن معيار الزمن في كل الحقب الزمنية هو فترة زمنية في بنية كمية محددة ما، ومعيار الطول هو امتداد مكاني في بنية كمية محددة ما. ربما نعتبر أن هذه البنية الكمية هي لذرة هيدروجين في حالة كمية معينة، تشع فيها خط الطيف المعني. يستتبع ذلك أن النسبة بين فترة الضوء المشَع الزمنية والفترة الزمنية الداخلية للذرة المشِعة لا تختلف باختلاف الزمن، وكذلك لا تختلف النسبة بين طول الموجات المشعَة ومقياس بنية الذرة المشِعة المكاني باختلاف الزمن. لا أظن أن أولئك الذين يطرحون فكرة تبدل سرعة الضوء يدركون أنه لو كانت لكلماتهم أي معنى، فإنهم يفترضون ألَّا علاقة ثابتة تربط بين الضوء وأي دورة زمنية في مصدره (على ذلك فهو لا يتحدد بها)؛ أي: لا علاقة ثابتة تربط الطول الموجي للضوء وبين مقياس الطول لمصدره. لو كان ذلك صحيحًا، فسيتضمن مفهومًا للبنية الذرية قد تم التخلص منه بشكل كبير جدًّا في نظرية الكم الحالية، ولا يكاد يبقى شيء من هذه الرؤى في معارفنا الحالية.

-٤-

حتى الآن قد كنا معنيين بكيفية تعريف الطول على نحو لا لبس فيه، لكننا لم نتطرق إلى المعوقات التي قد تظهر عندما تكون الدقة البالغة مطلوبة. لقد كنا معنيين

بتحايلات الكتبة في حكاية تشوسر[1]:

يمكنك عن طريق الجدال أن تجعل مكانًا
مساحته عشرون قدمًا، بعرض ميل.

مثل هذا الجدل لا يزال يظهر في المجلات العلمية، خاصة عند الإشارة إلى أطوال وأزمنة في حقب زمنية كونية بعيدة. على سبيل المثال: طرح البعض مد مقياس الكون الزمني المتقلص على نحو غير مريح إلى حد ما، عن طريق القيام بتحويل لوغاريتمي لتقديرنا للزمن.

دعنا نرى الآن إذا ما كان ذلك المكان قد يكفي
أو فلنجعله يتسع بالكلام كمثل مظهرك المنتفخ.

دعنا الآن نمضي نحو الاهتمام بمسائل تتعلق بالدقة البالغة.

من الممكن إعادة إنتاج معيارنا المحدد كميًّا في أبعد الأماكن والأزمنة، وبذلك فهو يسد أقصى احتياجات النظرية الكونية. مع ذلك، ففيه بعض مواطن القصور. سوف أذكر أكثرهما أهمية:

---

(١) جيفري تشوسر، شاعر إنجليزي، من أشهر أعماله رواية بعنوان (حكايات كانتربري)، تلك التي اقتبس منها إدنجتون وهي مكونة من ٢٤ قصة كتبت في أواخر القرن الرابع عشر، وهذا الاقتباس من حكاية الكاتب وهي عن كاتب شاب يدرس الفلسفة واللاهوت يحكي عن الماركيز سالوزو الذي قرر أن يختبر ولاء زوجته جريسلدا (تلك الفتاة الفقيرة التي وعدت زوجها يومًا جراء عطفه أن تطيع كل ما يأمر به) فأرسل لها بموظف كي يأخذ ابنتهما متظاهرًا بأنه سيقتلها، لكنه بدلًا من ذلك أرسلها إلى بلاد بعيدة فأطاعت الزوجة ولم تعترض وطلبت أن تدفن ابنتها على نحو جيد فقط، وعندما أنجبت ولدًا بعد ذلك بسنوات فعل معها الزوج نفس فعلته الأولى ولم تعترض كذلك. كاختبار أخير لها أخبرها أنه بصدد الزواج ويريدها أن تجهز لهذا الحفل وأن تكون في استقبال زوجته الجديدة، وقد نفذت كل ما أشار به، لكنه بدلًا من أن يدخل عليها رفقة زوجته، جاء رفقة ولديه وعاشوا جميعًا في سعادة بعد ذلك. (المترجم).

أولًا: لا يوفر المعيار المعين كميًّا، تعريفًا منضبطًا للطول في المجالات الكهربية والمغناطيسية القوية. ذلك بسبب أنه لا يعاد إنتاجه بصرامة في مثل هذه المجالات. لا يمكن لبنية في مجال كهرومغناطيسي أن يكون لها بدقة نفس المحددات الكمية مثل البنية التي لا توجد في مجال كهرومغناطيسي. نلجأ بلا جدوى للمشتغل العملي بعلم قياس الأطوال كي يحكم في هذه المعضلة؛ بالكاد يشير إلى أنه عند استخدام معيار للطول، فمن الأمور الأساسية أن نحتاط للتخلص من المجالات الكهربية والمغناطيسية. لا معنى لإخبار رجل يدرس الظاهرة في مجال مغناطيسي أن عليه التخلص من المجال المغناطيسي قبل القيام بأي قياسات. دعنا نفترض أنه يرغب في قياس منحنى مسار جسيمات مشحونة في مجال مغناطيسي. ربما لن تكون نصيحة سيئة لو قيل: إن عليه بدلًا من أن يضع المقياس العياري في المجال المغناطيسي أن يقوم على سبيل المثال بالتقاط صورة فوتوغرافية للمسارات، ومن ثم يقيس الصورة بمقياسه العياري. عليه إذن بعد ذلك أن يستخدم المعادلات النظرية للحصول على منحنى المسارات في المجال من قياسات الصورة الفوتوغرافية خارجه، لكن كيف له أن يختبر ما إذا كانت معادلاته النظرية صحيحة أم لا؟ يكون الإجراء غير المباشر صحيحًا في حالة واحدة فقط: إذا ما زود بنفس نتائج القياسات المباشرة، لكن في هذه الحالة؛ بسبب عدم القدرة على إعادة إنتاج المعيار؛ فلا يوجد إجراء مباشر للقياس؛ ومن غير الممكن الذهاب إلى أنه من المعروف أن الإجراء غير المباشر يزود بنفس نتائج الإجراء المباشر غير الموجود. وبما إنه لا وجود لاتفاق مسبق نقوم باتباعه، فإن المُنظّر المعني بالمعادلات المنضبطة في المجالات الشديدة حر لطرح تعريفاته الخاصة عن الطول بشرط واحد فقط: أن تلاقي التعريف المقبول عندما يصبح المجال صفرًا. لقد استغل الكثيرون فرصة الحرية هذه لدرجة أنه قد بات لدينا دستة على الأقل من "نظريات موحدة" مختلفة للمجالات الجذبوية والكهرومغناطيسية، كل منها تفرض تعريفًا مختلفًا قليلًا للطول. جميع تلك النظريات صحيحة، صحيحة

إذا ما تم ضبط تعريف الطول كي يناسبها. جميع تلك النظريات «مؤكدة عن طريق الرصد»؛ لأن الاستدلالات التي نقوم بها خارج المجال بناء على القياسات، أو تصحيحات القياسات التي نقوم بها داخل المجال (إن كان هناك تصحيحات) سوف تتحدد من النظرية التي نختبرها:

هناك تسع وستون طريقة لوضع أغنية للعشيرة،
وكل واحدة منفردة منها صحيحة![1]

لكن، قد يقول البعض: أليس من الممكن لنظرية الكم أن تحسب بدقة في النهاية القدر الذي يتمدد أو ينكمش به معيار بلوري عندما يوضع في مجال مغناطيسي؟ أو كيف تتغير الدالة الموجية؟ علينا بعد ذلك أن نطبق التصحيحات الناجمة عن التغير على المعيار، لا أكثر. أخشى أن الأمر ليس بهذه السهولة. ولا حتى في مقدور نظرية الكم حساب كمية لم يتم تعريفها بعد. لا شك أن نظرية الكم ستجد كذلك التصحيحات الخاصة بها؛ لكن ذلك لا يعني إلا أن نظرية الكم مثلها كمثل النظريات الموحدة، قد طرحت (أو سوف تطرح) تعريفها الاصطلاحي الخاص بها. لا شك أن تعريفًا يعزز نفسه بفيزيائيي الكم سوف يسود في النهاية بالقوة الطاغية، وفي الحقيقة من المناسب ترك الأمر بين أيديهم؛ لأنها قد كانت نظرية الكم التي أمدتنا بالتعريف الأصلي، لكن يجب أن يكون محفورًا في الدماغ أنه على الرغم من كون الضرورة تستدعي مد الاصطلاح الفيزيائي المعتاد إلى المجالات الشديدة (يرى البعض ذلك)،

(١) اقتباس من شعر للشاعر الإنجليزي روديارد كبلينج من قصيدة بعنوان «العصر الحجري» السارد فيها مغني من العصر الحجري، يكره النقد لدرجة أنه قد قتل مغنية صغيرة في السن ورسام من الذين يرسمون على حوائط الكهف حين لم تعجبهم أغنيته، غير أن الطوطم زاره في المنام وعنفه بسبب ذلك وقال له الاقتباس المذكور في نص إدنجتون. (المترجم).

إلا أن المسافات التي نتبناها، أيًّا كانت، سوف تكون مسافات كاذبة (وبالمثل سوف تكون كل الكميات الفيزيائية المشتقة بما في ذلك قياس المجال نفسه)؛ حيث إنها تفتقد إلى الخاصية الأكثر أساسية لمفهوم علم قياس الأطوال، تحديدًا التناظر بين تماثل الطول وتماثل التركيب الفيزيائي.

-٥-

القصور الثاني: أن المعيار يجب أن يكون قصيرًا. معيار طويل لن يعمل إلا في ظروف خاصة جدًّا.

فلنفترض أننا نحاول قياس نصف قطر الكرة الأرضية باستخدام معيار بلوري طويل ينغرس فيها مثلما قد تنغرس إبرة الحياكة في برتقالة. من المعروف جيدًا أن الأرض تتعرض لشد يجعلها تخرج عن شكلها بفعل قوى مد الشمس والقمر وجذرهما؛ بالمثل سوف تتعرض البلورة الطويلة للشد. سوف يصر المشتغل بعلم القياس العملي على التخلص من الشمس والقمر (والأرض) قبل محاولة القيام بقياسات دقيقة، حيث إن وجوب عدم تعرض المعيار للشد يعد من المحاذير الأساسية. يمكننا أن نعبر عن الاعتراض على نحو أكثر منهجية بالإشارة إلى أن الشد يعني أن بنية البلورة لم تعد لها نفس المحددات المفصلة في تعريف المعيار.

لا يمكننا دائمًا إزالة الأجسام المسببة للشد. إذا ما كنا بصدد قياس النظام الشمسي، لا يمكننا أن نبدأ الإجراءات بمحو الشمس؛ لذلك، بوجه عام علينا أن نرضى بالمقاييس العيارية القصيرة التي تتأثر بالشد على نحو أقل نسبيًّا. يمكننا قياس المسافات القصيرة فقط باستخدام مقياس عياري قصير. يمكننا تحديد المسافات الطويلة من خلال قياسها كأقسام قصيرة، ثم نقوم بجمع النتائج أو بمكاملتها معًا[1]

(١) ما يعني، أننا نُعرّف المسافة الكبيرة باعتبارها ناتج تكامل مسافات قصيرة (بشرط أن النتيجة غير ملتبسة) بدلًا من تعريفها باعتبارها ناتج مقارنة بمقياس عياري طويل. (المؤلف).

مع استخدام تقريب من الدرجة الأولى، لكن عند التقريب لدرجات أعلى، فإن هذه الطريقة ستؤدي أيضًا إلى نتائج ملبسة. يعرف هذا اللبس بعدم تكامل الإزاحة.

يستحق الأمر الانتباه إلى أن هناك اختبار رصدي مباشر يبين أن العصا البلورية الطويلة لم تعد لها البنية الموصوفة. على سبيل المثال: إذا ما تم اختيار بلورة كاسرة للضوء كسرًا مفردًا[1]، فإنه من الممكن الاستدلال على الشد الواقع عليها من خلال ظهور انكسار مزدوج. الشاهد من هذه الملاحظة هو التدليل على أن عدم إمكانية إنتاج مقياس عياري طويل وما يترتب على ذلك من عدم قدرتنا على تعريف المسافات غير متناهية الصغر بدقة يعد حقيقة، من الممكن اكتشافها عن طريق الرصد المباشر، بدلًا من أن تُستنتج من معارفنا عن قوى المد والجزر في نظرية الجاذبية.

يعد هذا هامًّا؛ لأننا سوف نستخدم لا يقين المسافات الطويلة حاليًا كأساس لنظرية الجاذبية، بدلًا من أن نستدل عليها كنتيجة للنظرية.

كي نقوم بمسح منطقة واسعة علينا أن نطور نظام وصف متري[2]، فيه المسافات متناهية الصغر فقط هي المعلومات الرصدية. هذه مسألة تقنية تخص الهندسة التفاضلية، لا نحتاج لمناقشتها هنا. للتسهيل، قمت بتجاهل مرجعية الزمن، لكن نفس الاعتبارات تنطبق على عالم الزمكان رباعي الأبعاد.

يعد الفشل في تعريف المسافات الطويلة رصديًّا، أو عدم تكامل الإزاحة إذا ما تحدثنا بلغة الرياضيات أساس نظرية جاذبية أينشتاين. وفقًا للمنظور المعتاد فالجاذبية هي سبب الأزمة؛ هي التي تسبب الشد الذي يجعل المقاييس العيارية الطويلة بلا

(١) إذا ما تحرك الضوء من وسط إلى وسط آخر فإنه ينكسر نتيجة لتغير سرعته، وهذا ما يحدث للضوء عند دخوله إلى بلورة تكسر الضوء كسرًا مفردًا؛ إلا أن هناك بلورات كذلك يمكنها أن تكسر الضوء كسرًا مزدوجًا بحيث إن شعاع الضوء لا ينكسر فقط، لكنه ينقسم كذلك إلى شعاعين أحدهما ينكسر والآخر يمر مباشرة. (المترجم).

(٢) يخضع لمنظومة القياس المتري. (المترجم).

فائدة. لكن منظور أينشتاين أقرب إلى أن الأزمة –لا تكاملية الإزاحة– هي سبب الجاذبية. أعني أنه في نظرية أينشتاين تُستنتج الأعراض العادية للجاذبية كنتائج رياضية للاتكاملية الإزاحة. ليس بوسعي التعمق في تفاصيل هنا، تتطلب عرضًا طويلًا، لكن جوهرها أن أينشتاين قد بين كيفية تعيين اللا تكامل كميًّا، واستخدم الأعداد الناتجة عن ذلك – $G_{\mu\nu}$ الشهيرة – كمقياس للتأثير الذي يشوش على الظروف المثلى التي يمكن للإزاحات أن تتكامل فيها. كان الاسم الذي أطلقناه على هذا التأثير هو "الحقل الجذبوي". كما قد يُتوقع، وُجد أن هذه المحدِدات النظامية للحقل الجذبوي أكثر دقة من المحدِدات السببية له التي صادف ولفت انتباه نيوتن –عندما كان جالسًا تحت شجرة التفاح– واحد من تأثيراتها.

محدِدات أينشتاين أكثر دقة من محدِدات نيوتن، لكن الاثنين يشيران إلى الشيء نفسه الذي نراه عندما نقول: إنه قد كان الشد المبذول بواسطة نهايتي المقياس العياري الطويل في محاولتيهما للسقوط بتسارعات مختلفة نحو الشمس أو القمر، وهو ما يبطل عمل ذلك المقياس العياري كمعيار ويحبط جهودنا لقياس طول متكامل مباشرة. لا حاجة بنا إذن لأن نصاب بالدهشة إذا ما تبين أنه من محدِّدات أينشتاين يمكننا استنتاج الأعراض الأكثر اعتيادية للجاذبية في حالات سقوط الأجسام.

يعد هذا مثالًا جيد على الطريقة التي جلبت بها دراسة إبستمولوجية تقدمًا عظيمًا في العلم؛ ويستحق الأمر استعادة الخطوات الرئيسة. لو كانت الفيزياء تصف ما نرصده بالفعل، فإن علينا إذن تعديل تعريفات الاصطلاحات الموظفة فيها بحيث تشير صراحة إلى الحقائق الرصدية، لا إلى الحدس الميتافيزيقي. يحتاج الطول والمدة الزمنية على وجه الخصوص إلى تعريف حذر؛ لأنهما أساس كل التعريفات الفيزيائية تقريبًا. كي نتجنب التعريفات الدائرية فمن الضروري أن تكون المقاييس العيارية للطول وللفترات الزمنية امتدادًا لبنى يتم تعيينها بالكامل من أعداد خالصة. عن طريق استخدام بنى كتلك كمقاييس عيارية نحصل على تعريف للفترات متناهية الصغر (في

حالة غياب الحقول الكهرومغناطيسية)، لكننا لا نحصل على تعريف منضبط للفترات الطويلة. هكذا وكي تعبر الفيزياء عن المعرفة الرصدية بشكل خالص؛ من الضروري أن تطور نظامًا لوصف مواقع الأحداث مبنيًّا بالكامل على المسافات متناهية الصغر والفترات الزمنية؛ بذلك نتجنب الإسناد إلى الفترات الطويلة التي ليس لها تعريف رصدي منضبط. نظام الموقع هذا المعتمد على الفترات متناهية الصغر، هو أساس النظرية النسبية العامة. في النظرية النسبية، تعد المسافة الطويلة بوجه عام مفهومًا تقريبيًّا فقط، لا يمكن له أن يحظى بتعريف منضبط[1].

بمجرد إدراكنا لأن تعريف الطول لا يغطي المسافات الطويلة وبذلك لا يفرض تكاملا للإزاحات، يصبح التكامل فرضية خاصة تتطلب دفاعًا. لا يقبل المرء بالفرضيات دون مسوغات. انطلاقًا من القواعد المنطقية لقياسات الزمكان نجد أن ظاهرة الجاذبية تبزغ تلقائيًّا -ما لم نقم بطرح فرضية للتكاملية بعد بحث وتدقيق تستثنيها- وبذلك فنحن مساقون مباشرة نحو نظرية جاذبية أينشتاين.

-٦-

طوال الوقت كنت أؤكد باستمرار على ذاتية الكون الموصوف في العلم الفيزيائي، لكنك قد تتساءل: ألم تكن مباهاة نظرية النسبية أنها اقتحمت ما وراء الملمح النسبي (الذاتي) للظاهرة وتعاملت مع المطلق؟ على سبيل المثال: بينت أن انفصال الزمان والمكان المعتاد هو أمر ذاتي، كونه يعتمد على حركة الراصد، وهو يستبدل زمكانًا رباعيَّ الأبعاد لا يعتمد على الراصد. ربما يبدو من الصعب توفيق رؤية نظرية أينشتاين هذه باعتبارها كاشفة لحجاب النسبية الذي يخفي المطلق عنا، مع طرحي الحالي عن فيزياء حديثة باعتبارها مقيدة تبذل قصارى جهدها في حدود كون ذاتي جزئيًّا.

(١) انهيار التعريف المعتاد ترك المصطلح لتصرف الباحثين، وقد طُرحت تعريفات تقنية متنوعة للمسافات الطويلة. لكن هذه الاستخدامات التقنية للمصطلح غير ذات صلة هنا. (المؤلف).

من الضروري أن نتذكر أنه قد مضى ثلاثون عامًا من التقدم. بدأت النسبية كمقشة جديدة، تكنس كل الذاتية التي تعثر عليها بعيدًا، لكن مع مضينا قدمًا، رصدنا تأثيرات أخرى للذاتية، لا يمكن التخلص منها بسهولة. على وجه الخصوص، الاحتمال هو أمر ذاتي بوضوح، كونه يعبر عن نسبية المعرفة التي يصادف امتلاكنا لها، بدلًا من أن يُكنس بعيدًا، تم تمجيده والإعلاء من أمره من خلال الميكانيكا الموجية لتتوج مكانته في عمق موضوع القانون الفيزيائي.

الذاتية المشار إليها في هذه المحاضرات هي من ذلك النوع الذي يأتي من تجهيزات الراصد الحسية والذهنية. من الممكن أن يختلف هو نفسه من حيث الموضع والسرعة والتسارع دون أي تفاوت في هذه التجهيزات. مثل هذه الاختلافات هي ما تؤدي إلى التغييرات الذاتية في مظهر الكون بالنسبة له؛ على وجه التحديد تكون التغييرات المعتمدة على سرعته وتسارعه أصعب من أن ترصدها النظرية الكلاسيكية. تسمح لنا النظرية النسبية بالتخلص (إذا ما شئنا) من التأثيرات الذاتية لهذه الخواص الشخصية للراصد، لكنها لا تتخلص من التأثيرات الذاتية للخواص العامة المشتركة بين كل الراصدين "الجيدين»، إلا إذا تمكنت من الوصول بهم لمقام الضوء.

بتركيز انتباهنا على الذاتية الشخصية تمييزًا لها عن الذاتية الجماعية، دعنا نرى بدقة ما المقصود بالتخلص من الذاتية؟ لا تبدو أن هناك صعوبة كبيرة في تصور الكون كهيكل ثلاثي الأبعاد دون فارق في النظر إليه من مكان معين دون الآخر؛ وأفترض أن في مقدورنا –بعد قليل من التكييف– تصوره دون أي معيار للثبات أو عدم التسارع. لسوء الحظ فإن هذا –أو يبدو هذا– سهل التصور جدًّا؛ لأن المفهوم عرضة لأن يكون معيبًا من المنظور الرصدي. ولأن المعرفة الفيزيائية يجب أن تكون في كل الأحوال تأكيدًا لنتائج الرصد (فعليًّا أو فرضيًّا)؛ لا يمكننا تجنب إقامة راصد غبي على الأمر؛ وسوف تكون الأرصاد التي من المفترض أن يقوم بها متأثرة بذاتية موضعه وسرعته وتسارعه. أقصى ما يمكننا تحقيقه اقترابًا من منظور غير ذاتي، لكنه يبقى رغم ذلك

رصديًّا أن يكون أمامنا تقارير كل الراصدين الأغبياء الممكنة، ونمر سريعًا جدًّا في أذهاننا من واحد إلى الآخر، بحيث نُعرّف أنفسنا باعتبارنا قد كنا مع كل الراصدين الأغبياء في نفس الوقت. كي ننجح في تحقيق ذلك، يبدو أننا في حاجة إلى مخ قد مسه تطور أكبر.

وبما أن الطبيعة لم تنعم علينا بمخ أكثر تطورًا، نحتكم إلى الرياضي كي يساعدنا. لقد قام باختراع عملية تحويلات تمكننا من المرور سريعا جدًّا من منظور راصد غبي إلى ذلك الذي للآخر. يتم التعبير عن المعلومات باصطلاحات "المُوَتِرات" التي لها نظام ثابت متداخل معزو لها؛ لذلك فعندما يتغير مُوَتِر فإن كل المُوَتِرات الأخرى تتغير كذلك، كل منها بطريقة محددة. بتخصيص كل كمية فيزيائية لفئة مناسبة من المُوَتِرات، يمكننا ترتيب التالي، عندما يتم تغيير كمية كي تتناسب مع تغيير من قِبَل الراصد الغبي **A** بالنسبة للراصد الغبي **B** فإن كل الكميات الأخرى تتغير تلقائيًّا وعلى نحو صحيح. علينا فقط أن نترك مكونًا واحدًا من مكونات المعرفة كي يمر بتلك التغيرات – كي يحرك مقبضًا واحدًا – كي نحصل على المعرفة الرصدية الكاملة لكل الراصدين الأغبياء.

يمضي الرياضي خطوة أبعد؛ يقوم بالتخلص من خطوة تحريك المقبض. يتصور رمز المُوَتِر باعتباره يحوي في ذاته كل تبدلاته الممكنة؛ لذلك عندما ينظر إلى معادلة مُوَتِرات، يرى كل مصطلحاتها تتبدل في دوران متسق. لا شيء من هذا يقع خارج طريقة الرياضي في العمل. من المعتاد أن تعبر رموزه عن كميات غير معروفة، ودوال لكميات غير معروفة؛ إنها كل شيء في نفس الوقت حتى يختار أن يعين الكمية غير المعروفة، وبذلك يدون التعبيرات التي هي معرفة كل الراصدين الأغبياء في نفس الوقت رمزيًّا، حتى يختار أن يعين راصدًا غبيًّا محددًا.

لكن في النهاية، ما هذه الحيلة إلَّا ترجمة رمزية لما أسميناه مخًّا متطورًا. ربما

يُقال: إن المُوَتِر يرمز للمعرفة المطلقة؛ لكن ذلك بسبب أنه يقوم مقام المعرفة الذاتية لكل الذوات المحتملة في نفس الوقت.

ينطبق ذلك على الذاتية الشخصية. كي نتخلص من الذاتية العامة، الناتجة عن تجهيزاتنا الذهنية، علينا أن نقوم بالمثل بترميز المعرفة كما تُفهَم من قِبَل كل أنواع الأذهان المحتملة في نفس الوقت، لكن بالكاد قد يُنجز هذا عن طريق نظرية تحويلات رياضية. وماذا سوف تكون النتيجة إن تم إنجاز الأمر؟ وفقًا للفصل الرابع، إذا ما تخلصنا من كل الذاتية فإننا نتخلص من كل قوانين الطبيعة الأساسية ومن كل ثوابت الطبيعة، لكن في النهاية، صادف أن كانت هذه القوانين والحقائق الذاتية مهمة للكائنات التي لم يتم تجهيزها بأمخاخ متطورة وأذهان متنوعة. وإذا لم تتصدَ الفيزياء لحمل مسؤوليتها، فلا أحد آخر مؤهل للقيام بذلك.

حتى في النظرية النسبية التي تتعامل مع المطلق (بشكل محدود نحوًا ما)، نصغي باستمرار إلى النسبي عائدين إليه؛ كي نختبر الكيفية التي سوف تظهر بها النتائج في خبرة راصد فرد. لسنا تواقين جدًّا الآن كما كنا منذ عشرين عامًا للتخلص من الراصد وتنحيته عن عالمنا. في بعض الأحيان ربما قد يكون نفيه ونفي تهويماته الذاتية عن الأشياء هو أمر مرغوب لبعض الوقت، لكننا مجبرون على إعادته في النهاية؛ فهو القائم مقام أنفسنا.

❊ ❊ ❊

الفصل السادس

الإبستمولوجيا ونظرية الكم

-١-

عليَّ مواصلة التأكيد على ذات السؤال: ما الذي نرصده بالفعل؟ ردت النظرية النسبية بإجابة واحدة: إننا نرصد علاقات فقط. ردت نظرية الكم بإجابة أخرى: إننا نرصد احتمالات فقط.

يعتبر الاحتمال من وجهة نظر إبستمولوجية مفهوما مميزًا جدًّا؛ حيث يتم تفسير المعرفة المعينة والدقيقة للاحتمال باعتبارها معرفة غير معينة وغير دقيقة لشيء ما يمثل احتماليته. يبدو هذا مخالفًا ليقيننا المريح بأن المعرفة هي معرفة والحقائق هي حقائق. يعتبر الاحتمال في العادة كنقيض للحقيقة؛ نقول: "ما هذا إلا احتمال، ولا يجب اعتباره حقيقة". لكن، لو كانت إجابة نظرية الكم صحيحة، فإن «حقائق الرصد المتينة هي احتمالات». ما نعنيه أن نتيجة الرصد، على الرغم من كونها بلا شك حقيقة في ذاتها، إلا أنها ذات قيمة علمية بسبب كونها تمدنا بمعلومات عن احتمالية حقيقة أخرى ما فقط. هذه الحقائق الثانوية المعروفة لنا فقط عن طريق الاحتمال هي التي تشكل المادة التي تشير لها تعميمات الفيزياء.

قد نفترض أن النظرية الحالية صحيحة في استنتاجها أن القياسات لا تحدد إلا احتمالات الكميات والمكونات المُشكلَّة في الفيزياء الكلاسيكية؛ لذلك فمفهوم الاحتمال يقحم بالضرورة مقارنة بين الأفكار الجديدة والأفكار الكلاسيكية. لكن ربما لا يكون من الواضح أن تفسير الاحتمال يعد أمرًا جوهريًّا عندما نسعى لتطوير المنظور الجديد من قواعده المستقلة الخاصة. يمكن تحليل نتائج القياس الرصدي كمعرفة مشوشة أو غير يقينية بمكونات الفيزياء الكلاسيكية، لكن ألا يعني ذلك أن علينا التخلي عن المكونات الكلاسيكية، وأن علينا طرح مكونات أكثر أساسية، يزودنا الرصد بمعرفة معينة ودقيقة عنها؟ يذهب المقترح إلى أن ما يدعى بالاحتمالات في الفيزياء الجديدة هي مكونات واقعية بالفعل –أشياء الكون الفيزيائي الأولية– نملك معرفة دقيقة بها، وسوف يبدو من الرجعية طرح أمر المكونات الأخرى من ورائها التي تكون معرفتنا عنها غير يقينية بالتأكيد.

أظن أن هذه الفكرة تأتي في عجيزة مقترح شائع إلى حد ما، يذهب إلى أن إعادة الصياغة السليمة لمفاهيمنا الأولية سوف يزيل اللاحتمية الحالية من نظام الفيزياء. تذهب الفكرة إلى أن اللا حتمية التي كشفت عنها الفيزياء الجديدة ليست جوهرية في الكون، لكنها تظهر فقط عند محاولتنا لربط الفيزياء الجديدة بكون الفيزياء الكلاسيكية البائد. على ذلك سوف يكون الاحتمال إذن بالكاد مجرد قمع تُصب عبره الخمر الجديدة في الزجاجات القديمة.

لكن المقترح يتجاهل الملمح الأساسي للا حتمية نظام الفيزياء الحالي، تحديدًا أن الكميات التي يمكنه التنبؤ بها بلا يقينية فقط، هي كميات عندما يأتي الوقت المناسب، نصبح قادرين على رصدها بدقة كبيرة، لذلك فالعيب ليس في اختيارنا لمفاهيم لا تناسب المعرفة الرصدية. على سبيل المثال: يخبرنا مبدأ هايزنبرج أنه لا يمكننا معرفة موضع إلكترون في أي لحظة وسرعته إلا بلا يقين تحكمه علاقة تبادلية، وبأخذ المزيج الأكثر تفضيلًا للموضع والسرعة، نجد أن موضع الإلكترون

بعد ثانية واحدة غير يقيني بحوالي ٤ سنتيمتر. هذا هو لا يقين التنبؤ انطلاقًا من أفضل المعارف التي بإمكاننا أن نحظى بها في المرة، لكن بعد ذلك بثانية واحدة يمكن رصد الموضع بلا يقين لا يزيد عن جزء من الميلليمتر. غالبًا ما كان يذهب الحجاج إلى أن استحالة معرفة الموضع المضبوط والسرعة المضبوطة معًا في نفس الوقت يبين فقط أن الموضع والسرعة هما مفهومان غير مناسبين كي نستخدمهما في التعبير عن معرفتنا. ليست لدي روابط خاصة تربطني بهذين المفهومين؛ وسوف أسلم -إذا ما أحببت- بأن معرفتنا عن الكون في اللحظة الحالية من الممكن اعتبارها محددة تمامًا (اللا تحدد المفترض أُدخل عند ترجمتنا لها ضمن إطار مفاهيمي غير مناسب)، لكن ذلك لا يزيل «اللا حتمية» (المختلفة عن «اللا تحددية»)، أي أن هذه المعرفة -بأي طريقة تم التعبير عنها- غير مؤهلة للتنبؤ بالكميات التي من الممكن رصدها مباشرة على نحو مستقل عن إطارنا المفاهيمي عندما يحين الوقت المناسب.

بالعودة إلى الملمح الأكثر عمومية فيما يتعلق بمفهوم الاحتمال، نجد أنه من غير الممكن التخلص منه عن طريق أي تغيير في المنظور. من غير الممكن تغيير نظام الفيزياء الحالي، الذي يربط عن طريق معادلاته بين احتمالات في المستقبل واحتمالات في الحاضر، واستبدال نظام -به- يربط الكميات الفيزيائية المعتادة في المستقبل بالكميات الفيزيائية المعتادة في الحاضر دون تبديل محتواه المرصود. ما يمنع مثل هذا التغيير أن الاحتمال ليس "بكمية فيزيائية معتادة". للوهلة الأولى يبدو أن الاحتمال والكمية الفيزيائية شيء واحد؛ حيث نحصل على معرفتنا عنه عن طريق الرصد، أو عن طريق مزيج من الرصد والاستدلال، تمامًا كما نحصل على معرفتنا عن الكميات الفيزيائية الأخرى، لكنه يختلف عنها بسبب عدم القابلية المميزة لانعكاس علاقاته بالرصد. تحدد نتيجة الرصد توزيعًا احتماليًّا دقيقًا لكمية ما، أو تغييرًا في توزيع احتمالي قد كان موجودًا من قبل، لكن العلاقة غير قابلة للانعكاس، كما لا يحدد التوزيع الاحتمالي نتيجة الرصد بدقة. بالنسبة للكمية الفيزيائية فلا يوجد فارق

بين القيام بتعيين جديد لها وبين التأكد من صحة توقع ما؛ لكن بالنسبة للاحتمالات فالعمليتان متمايزتان.

لذلك قد نقوم بتوسيع إجابة نظرية الكم التي كانت "إننا نرصد احتمالات فقط" لتجيء على صورة: تتصل صناعة المعرفة التي تُكوّن الفيزياء النظرية بالرصد من خلال علاقة غير قابلة للانعكاس من ذلك النوع المعتمد المألوف لنا في مفهوم الاحتمال.

علينا أن نتفكر فيما بعد (فيما يلي في نفس هذا الفصل) في الأسباب الإبستمولوجية التي جعلت لزامًا على الفيزياء النظرية المضي قدمًا في هذا الطريق، بدلًا من الالتزام بصياغة كون لمحتوياته علاقة بالرصد قابلة للانعكاس، لكن في الوقت الحالي سوف نقبل ببساطة النظرية الحديثة على اعتبارها نتيجة لفحص تال للمعرفة الرصدية، ومحاولة فهم طبيعة عدم الانعكاسية التي تبديها.

-٢-

سوف يساعد المثال التالي في توضيح أمر تلك اللا انعكاسية المرتبطة بالاحتمال. لدينا حقيبتان متماثلتان **A** و**B** تحتوي **A** على كرتين بيضاوين وكرة حمراء. وتحتوي **B** على كرتين حمراوين وكرة بيضاء. سحبنا كرة من إحدى الحقيبتين ووجدنا أنها بيضاء. من الممكن الاستدلال من ذلك على أن فرصة كون تلك الحقيبة هي الحقيبة **A** تعادل 2 إلى 1. بالمثل فإن سحب كرة حمراء يعد دلالة على أن فرصة كون تلك الحقيبة هي الحقيبة **B** تعادل 2 إلى 1. الآن فلنفترض أنه قد تم تسليمنا حقيبة من الحقيبتين مع معلومة أن فرصة كونها الحقيبة **A** هي 2 إلى 1؛ فما هي نتيجة سحب كرة منها؟ إذا ما كانت النتيجة انعكاسية فيستلزم ذلك أن تكون الإجابة هي: كرة بيضاء بالتأكيد؛ حيث إنه إذا ما سحبنا كرة حمراء فذلك سيشير إلى أن فرصة كون الحقيبة هي حقيبة **B** تعادل 2 إلى 1 – على عكس المعلومات المعطاة. لكن هذه الإجابة بالتأكيد خاطئة تمامًا؛ الإجابة الصحيحة هي 5 إلى 4 في صالح البيضاء.

دعنا نطلق على احتمالية كون الحقيبة (A) اسم (A-ية) الحقيبة. من الممكن استخدام عملية رصدية معينة يمكن تطبيقها على الحقيبة (سحب الكرة) لقياس (A-ية) النتيجتين المحتملتين x وy للعملية، تشير x إلى A-ية 3/ 2 وتشير y إلى A-ية 3/ 1. لكن إذا ما أجريت العملية على حقيبة معروف أن A-يتها 3/ 2 فليس من الضروري أن تكون النتيجة x. هذا على خلاف الأمر مع الكميات الفيزيائية المعتادة. لو كنا بصدد تعيين الوزن بدلًا من الـA-ية فمن نتيجة أو من قراءات x وy يمكننا الاستدلال على الوزنين 1 جرام و2 جرام على الترتيب، فمن البديهي معرفة أن وزنًا قدره 1 جرام سوف يزود بقراءة x وليس y.

يمكن ملاحظة اختلاف آخر. فلنفترض أنه من نتيجة رصد ما قد عينا قيمة x لكمية فيزيائية. إذا قمنا بإعادة الرصد وحصلنا على نفس النتيجة، نعتبر ذلك تأكيدًا لقيمة x. لكن ليس الأمر على هذه الصورة في حالة الاحتمال. بسحبنا لكرة فإننا نعين A-ية الحقيبة لتكون 3/ 2. إذا ما كررنا عملية السحب وحصلنا على نفس النتيجة (أعني الكرة البيضاء)، فبدلًا من اعتبار هذا تأكيدًا للنتيجة، نقوم بتغيير قيمة 3/ 2 إلى 5/ 4! وهذا الرقم هو الـA-ية عند سحب كرتين بيضاوين على التوالي.

كي نبين أن نفس اللاانعكاسية تنطبق على الاحتمال كما نستخدمه فعليًّا في النظريات الفيزيائية الحديثة، فمن الممكن أن نقارن موجات الاحتمال التي تعالجها نظرية الكم بموجات الصوت. بحسب الميكانيكا الموجية، يحدد الرصد، أو ينتج حزمة موجية مركزة في التوزيع الاحتمالي، تتجسد هذه الحزمة الموجية التي تنتشر وفقًا للقوانين في معادلات النظرية؛ وفي مقدورنا حساب الشكل الذي سوف تنتشر به الحزمة الموجية بعد وحدة زمنية واحدة، لكن النظرية لا تؤكد أن هذا هو شكل الحزمة الموجية التي سوف تنتج عن الرصد الذي سيجري بعد وحدة زمنية واحدة. على الجانب الآخر، في إمكاننا حساب الشكل الذي سوف تنتشر به موجة الصوت بعد مرور وحدة زمنية من الشكل الذي كنا قد عيناه عن طريق الرصد قبل مرور تلك

الوحدة، مغزى النظرية كله يكمن في مدنا بالشكل الذي سوف يعينه الرصد الذي سيُجرى بعد مرور وحدة زمنية[1].

لذلك فبغض النظر عن أي آثارٍ أخرى للاحتمال، فإننا قد نقوم بتمييزه منهجيًّا باعتباره اسمًا تم إطلاقه على شيء ما، له علاقة بالمعرفة الرصدية، مختلفة عن تلك التي للكميات الفيزيائية الأخرى – علاقات غير قابلة للانعكاس بدلًا من تلك القابلة للانعكاس– سوف يبقى الفارق المطلق مهما حاولنا تغيير المسميات؛ وسوف يظهر أن الأمل في العودة إلى شيء ما مشابه لنظام الفيزياء الكلاسيكي عن طريق إعادة تسمية الاحتمالات كمكونات لا يمكن أن يتحقق.

أصبح من المعروف أن نظام قوانين الفيزياء في الوقت الحالي بكامله قد بات معنيًّا بالاحتمال، والذي يدلل –كما رأينا– على شيء ما له علاقة غير قابلة للانعكاس بالرصد. تشكل القوانين نظامًا حتميًّا محددًا كاملًا عند النظر إليها كوسيلة لحساب الاحتمالات المستقبلية؛ لكنها تشكل نظامًا غير حتمي عند النظر إليها باعتبارها وسيلة لحساب معرفة مستقبلية محددة. تضمن اللاانعكاسية أنه على الرغم من وضعنا لمعرفة رصدية محددة في آلة الحتمية إلا أننا لا نستطيع أخذ معرفة رصدية محددة منها. على ذلك، فبالنظر إلى المحتوى الرصدي، يُعَدّ نظام الفيزياء الحديث غير حتمي.

لقد قلنا (الفصل الأول) أن كل عنصر من عناصر المعرفة الفيزيائية يجب أن يكون تأكيدًا لما سوف يكون نتيجةً للقيام بعملية رصدية محددة. بات من الضروري حاليًا إضافة أن التأكيد الكفؤ هو ذلك الذي يدّعي درجة معينة من الاحتمال فقط. ولكي نتحدث بدقة، فإن المحكمة الدستورية يجب أن تُسأل كي تقرر ما إذا كانت درجة

(١) يتم التمويه على هذا التوازي من خلال حقيقة إننا نتحدث عن شكل موجة الصوت باعتبارها «معينة رصديًّا»، وعن شكل موجة الاحتمال باعتبارها «منتجة رصديًّا». يعد هذا الفارق في صياغة الجملة في حد ذاته إدراكًا للتمايز بين علاقة قابلة للانعكاس وعلاقة غير قابلة للانعكاس بالنسبة للرصد. (المؤلف).

الاحتمال التي تم النص عليها صحيحة، لا ما إذا كان التأكيد صحيحًا. مع ذلك، عادة ما نعرض التأكيدات التي تدّعي امتلاكها لدرجة عالية من الاحتمال إلى حد اعتبارها "مؤكدة عمليًّا" على الاختبار الرصدي. أما ذات الاحتماليات القليلة فيمكن تعريضها لاختبار إحصائي فقط. هذا يعني أن التأكيدات الفردية ذات الاحتمالية القليلة قد تم استبدال نتائج إحصائية ذات احتمالية عالية بها –عالية إلى درجة تصنيفها كجازمة عمليًّا– ويمكن اختبار ذلك رصديًّا.

على ذلك فالمحكمة الدستورية لا تُستدعى إلا للحكم على التأكيدات التي تدّعي كونها مؤكدة عمليًّا.

بتذكرنا أن كل عنصر من عناصر المعرفة الفيزيائية يجب أن يؤكد نتيجة عملية رصدية، علينا أن نتساءل ما هي العملية الرصدية التي تتأكد نتائجها عندما تكون لدينا معرفة فيزيائية بأن احتمال الحدث موضع البحث هو 1/3. العملية الرصدية الوحيدة على أي حال المرتبطة بهذه المعرفة هي الاختبار الإحصائي المذكور سابقًا، والذي هو عبارة عن تحديد معدل الوقوع ضمن فئة ضخمة من الأحداث المماثلة نوعيًّا للحدث المعين موضع البحث. لقد أدنا من قبل لا أخلاقية إدعاء معرفة رصدية بشيء بينما قد قمنا بالفعل باختبار شيء مختلف. لذلك يجب اعتبار التأكيدات الرصدية كتفسير لما يعنيه الاحتمال المنخفض بالفعل، لا باعتبارها مستنبطة من تأكيدات احتمال منخفض. يعني ذلك أن تأكيدات الاحتمال المنخفض يجب أن تُفهم باعتبارها جزمًا وتأكيدًا لنتيجة الاختبار الإحصائي، على الرغم من أنه لفظيًّا يبدو كأنها تشير إلى حدث منفرد. بغض النظر عن دلالة الاحتمال في أقسام الفكر الأخرى أيًّا ما كانت، إلا أنها تدل في العلم الفيزيائي على مفهوم إحصائي بالضرورة؛ ما يعني أنها تُعرّف باعتبارها معدل فئة من الأحداث.

غالبًا ما يستخدم اصطلاح "الاحتمالية" من دون آثاره الإحصائية عند الإشارة إلى

قوة تنبؤاتنا أو معتقداتنا. عندما يُستخدم بهذا المعنى، من غير الممكن أن يشكل جزءًا من تأكيد (جزم) علمي، حيث إن التأكيد سوف يُحمل بهذه الطريقة على كونه غير قادر على اجتياز اختبار رصدي. لكن لا يزال من الممكن استخدامه للتعبير عن كفاءة التأكيد ككل – لوصف يقيننا من عدمه في كون التأكيد سوف تثبت صحته إذا ما تعرض لاختبار رصدي. من الهام تمييز هذا الاستخدام غير الكمي للاصطلاح من استخدامه العلمي التقني ككمية محددة رصديًّا[1].

-٣-

لقد تزايدت أهمية الاحتمالية، تلك التي طرحت في الفيزياء النظرية لأول مرة؛ لصلتها بالديناميكا الحرارية وبالنظرية الحركية للغازات خلال التطورات الأخيرة، وقد تم ترسيخها الآن بشدة باعتبارها أحد أكثر المفاهيم أساسية. لقد تبين لنا كونها مميزة عن الكميات الفيزيائية الأخرى نتيجة علاقتها بالرصد غير القابلة للانعكاس. لا يمكننا التخلص من هذه اللا انعكاسية عن طريق أي تغيير لإطار تفكيرنا المفاهيمي. إذا كان لزامًا علينا أن نقرر وجوب نزعها من الفيزياء، فالسبيل الوحيد إلى ذلك بالتخلي عن نظام الفيزياء الحالي، وبناء واحد جديد من البداية. هذا يمضي بنا نحو التفكر في الجزء المسبق من المسألة. إذا ما فكرنا في الطريقة التي يتم بها الحصول على المعرفة وصياغتها، فعند أي نقطة قد أصبحت المسألة مسألة ضرورة أو نفع يستدعي الانحراف نحو الاحتمالية؟ ليست الإجابة بسيطة كما قد نتوقع في البداية. يبدو كما لو أن الأمر ليس صعبًا لصياغة معرفة رصدية كتوصيف دقيق للكون دون استخدام مفهوم الاحتمالية؛ ومن السهل على نحو مطلق للواحد أن يضع إصبعه على العيب في مثل هذه المحاولة.

(١) من أجل جوانب أخرى لمسألة الاحتمالية في الفيزياء انظر،
New pathways in science, chapter 4 (المؤلف)

تقتضي الضرورة التذكير بالفهم الضمني لمعنى "الرصد" باعتبار أن المقصود به هو "الرصد الجيد". كي نقوم بتعريف كمية فيزيائية يجب أن نعين عملية تزودنا بقياس جيد لها. لكن علينا الآن طرح نقطة جديدة. لا نعني بالرصد الجيد، رصدًا مثاليًّا تمامًا.

ليست المعضلة في أنه عند الممارسة تكون كل قياساتنا غير مثالية بدرجة ما. بالتأكيد سيكون قولنا بأن أساس المعرفة الفيزيائية الحالي هو الرصد المثالي غير صحيح، لكن هذا مجرد نقد عرفي، قد نذهب إلى كونه مردودًا عليه من خلال نظرية أخطاء الرصد المألوفة. إذا ما كان مفهوم الاحتمال مقصورًا على نظرية أخطاء الرصد فلن يعني ذلك لنا الكثير هنا، لكنه قد تغلغل أكثر كثيرًا في عمق جذور الفيزياء.

تظهر الصعوبة الحقيقية عندما نتفكر فيما يفرضه مفهوم الرصد المثالي. لا نحتاج إلى معدات مثالية أو مهارات مثالية فقط، لكننا نحتاج إلى ظروف مثالية – خالية من أي تأثيرات مُشوِّشة. كي نقوم بإكمال التعريف علينا تعيين الظروف المثالية بمصطلحات الرصد. ليس كافيًا أن نقول: إنه من اللازم التخلص من كل التأثيرات المُشوِّشة؛ لا يمكننا تقرير ما إذا كان تأثير خارجي ما يعد تشويشًا أو جزءًا من الظروف المعيارية لأجل رصد مثالي، لو لم يتم تعريف الظروف المعيارية لأجل رصد مثالي.

يعيد التجريبي الجيد ترتيب الأشياء في محيط النظام الذي يدرسه. يحيطه بمنظم لدرجات الحرارة؛ يغطيه بدرع ليقيه المواد النشطة إشعاعيًّا؛ يُحيّد مجال جاذبية الأرض. هذه هي مجهوداته لتأمين ظروف جيدة معيارية. الراصد الجيد – مُتَطلِّب إلى حد ما. الراصد المثالي لن يطاق، سوف يرغب في إعادة ترتيب النجوم وفي تحسين الكون بما هو خارج حدود التصور بغية تحقيق الظروف المثالية المعيارية التي يطلبها.

الشيء الغريب أن الراصد المثالي في خضم قيامه بترتيباته المثالية غالبًا ما يفشل

في إتمام الأشياء الأولية الأساسية تمامًا بالنسبة للراصد الجيد. ها هو اختبار بسيط. لقد طلب منه وضع جرام من الهيدروجين في درجة صفر درجة سيليزية داخل وعاء كروي، نصف قطره ٥ سم ومن ثم يقيس الضغط. سوف يقوم التجريبي الجيد بهذا دون صعوبة؛ لكن التجريبي المثالي بعد قيامه بمحاولات عديدة للتجريب وبعد حصوله على إجابات واسعة الاختلاف في كل مرة، يستسلم ويعلن أن الضغط غير محدد تمامًا. يرجع السبب في ذلك إلى أنه بجعله للسطح الداخلي للوعاء كرة مثالية، لا مجرد كرة جيدة، فقد تخلص من تلك الوعورة البسيطة التي تبدد أي زخم زاوي قد يمتلكه الغاز عندما يوضع فيه. نتيجة ذلك تُرك الغاز في كل تجربة من تلك التجارب للدوران في اعتباطية واختلف الضغط المقاس في كل مرة بحسب نمط ذلك الدوران. لا ينجح الراصد الساعي فيما وراء المثالية إلا في تحقيق اللا تحدد.

تنتظر نهايات مؤسفة متنوعة من هذا النوع الراصد المثالي الذي يعمل منفردًا؛ لكن إذا ما انضم إليه راصد مثالي آخر فالنتيجة ستكون فوضوية. كل منهما كي يُؤمّن الظروف المثالية لتجربته الخاصة سوف يصر على التخلص من الجهاز الذي أقامه زميله الآخر. يقوم راصد الأطوال بتسوية الكون، بذلك لن يكون هناك وجود لتأثيرات غير متساوقة قد تشوه معاييره؛ بينما راصد الاتجاهات الزاوية سوف يشكو من أن علاماته قد تم محوها، وقد جُعل الكون متساوقًا ومتماثلًا جدًّا، بحيث لم تعد هناك أي نقطة يمكن التعرف عليها لأجل القيام بالقياس منها.

راصد واحد مثالي هو مصدر إزعاج وسوء، راصدان مثاليان سيشتعل بينهما الشجار. ثلاثة من الراصدين المثاليين سوف يدفعون بنا نحو الهرب واللجوء لمفهوم الاحتمالية.

بينما يتورط راصد مثالي واحد في رصد ابتدائي يزود بالكمية الرئيسة أو القراءة الرئيسة، يجب أن يختبر جيش من الراصدين الظروف التي سيتم إجراء الرصد تحتها

حتى يمكن تطبيق التصحيحات المناسبة إذا ما وُجد أن الظروف غير مثالية. ربما قد يكونون قادرين على القيام بذلك دون تداخل مع الراصد الابتدائي، لكن لأنهم راصدون مثاليون، فسوف يطلبون كذلك ظروفًا مثالية لأجل قياساتهم، ويجب أن يتم التثبت من هذه الظروف بواسطة دفعة أخرى من الراصدين المثاليين. سوف ينتهي الأمر إلى أناركية[1] مثالية: راصدين يتقاتلون كي يزيل بعضهم معدات بعض المتداخلة مع تجارب بعضهم، محاولين جعل كل جسيم في الكون مستجيبًا لنصف دستة من الاختبارات في ذات الوقت. كي نتجنب هذه الخيبة، يجب أن نرضى بالتسويات والحلول الوسطى وأن نثق قليلًا في الحظ بالإضافة إلى القياس، وبذلك نحصل على نظام فيزياء فيه الحظ (الاحتمال) والقياس مترابطان معًا.

من المعروف جيدًا أن تداخل أنواع القياس المختلفة هو مصدر مبدأ هايزنبرج للايقين، الذي يعد البوابة الإبستمولوجية التي يدخل منها مفهوم الاحتمال إلى نظرية الكم.

-٤-

إطلاق مصطلح "رصد" على ما سيكون من المناسب له أكثر أن يوصف باعتباره "عنصرا من عناصر المعرفة الرصدية" وهو الاستخدام الذي بات يعد ممارسة عامة عرضة لأن يسبب تشوشًا في المناقشات الفلسفية. فلتتفكر، على سبيل المثال في رصد المقدار[2] الظاهري لنجم. إذا ما طُلب منا النص على الطبيعة الدقيقة لهذا الرصد، فسوف نكتب عن عمليات القياس الضوئية التي جاءت بالنتيجة، فلنقل إن النتيجة التي وصلنا إليها قد أخذت قيمة العدد (س). لكن هذه النتيجة في حد ذاتها

(١) هو توجه سياسي يدعم التخلص من الدولة وكل سلطة مركزية فهي مصدر الشرور، إلا أن الأناركيين كذلك لا يتفقون جميعًا على مبادئ محددة لتسيير الأمور فيما بينهم. (المترجم).

(٢) المقدار هو وحدة لوغاريتمية فلكية لقياس لمعان النجوم. والمقدار الظاهري هو لمعان النجم كما يظهر في سماء الليل الأرضية، ومنه يمكن حساب اللمعان المطلق للنجم (المترجم).

ليست عنصرًا من عناصر المعرفة الرصدية، أو على الأقل ليست عنصرًا لقيمة علمية. نعرف سلفًا أن بين العدد المهول للنجوم سيكون للبعض بالتأكيد ذلك المقدار (س). العنصر القيم للمعرفة الرصدية هو أن النجم الذي تم تسجيل هويته، له مقدار يعادل (س). العملية الرصدية التي استخلصنا منها هذه المعرفة تتضمن الأرصاد اللازمة لتعريف النجم بالإضافة إلى ذلك القياس للمعان النجمي.

لقد طرحت في كتاب (طبيعة العالم الفيزيائي) مصطلح "قراءة المؤشرات" كي أصف الطبيعة العامة للرصد المنضبط[1]. أيًّا ما كانت الكمية التي نقول إننا "نرصدها" فالعملية الفعلية تنتهي تقريبًا دائمًا بقراءة موضع نوع ما من المؤشرات على مقياس مدرج أو ما يعادلها. ما قراءة المؤشرات إلا رصد بالمعنى الدقيق، لكنه هو نفسه لا يشكل أحد عناصر المعرفة الرصدية، التي من المحتمل أن تكون هي المعنى المعتاد أكثر للكلمة. في مثال مشهور نوعًا ما في كتاب طبيعة العالم الفيزيائي، أوردت جملة تنص على معرفتنا الرصدية بأن "كتلة الفيل اثنان طن"، قمت بتعريف الاثنين طن بأنها قراءة مؤشر عند وضع الفيل على ماكينة قياس، لكن المعرفة بأن كتلة الطنين هي كتلة الفيل لا نحصل عليها بإسباغ كل اهتمامنا على حركة المؤشر فقط.

بشكل أكثر عمومية علينا أن ندرك أن عنصر المعرفة الرصدية يتضمن إلى جانب قراءة المؤشر الابتدائي، قراءة مؤشر ثانوي يقوم بتعريف الظروف التي وقعت فيها قراءة المؤشر الابتدائي. يجب التسليم بأنه على الرغم من كون قراءة المؤشر المنعزلة عنصرًا معرفيًّا من نوع ما، إلا أنه ليس من ذلك النوع الذي يتعامل معه المنهج العلمي. بالنسبة للمعرفة العلمية فالارتباطات بقراءات أخرى للمؤشرات يعد أمرًا ضروريًّا؛ ولذلك قد نصف المعرفة الفيزيائية باعتبارها معرفة بارتباطات قراءات المؤشرات.

تعد قراءات المؤشرات الثانوية "كإحداثيات" للمؤشرات الابتدائية (بالمعنى

---

(١) p. 251 «Everyman» edition, p.244 (المؤلف).

صفحة ٢٧٣ في ترجمتنا للكتاب الصادر عن دار «آفاق» (المترجم).

المعمم للكلمة). على سبيل المثال: عندما نعين شدة مجال مغناطيسي فإننا نقوم بربطه بالزمن وبإحداثيات فضاء/ مكان النقطة التي ينطبق عليها التعيين. بذلك فالشدة المغناطيسية هي قراءة المؤشر الابتدائية، وإحداثيات الزمن والمكان هي قراءات المؤشرات الثانوية. لكن سلسلة قراءات المؤشرات لا تتوقف هنا. يتطلب الأمر قراءات مؤشرات قطاع ثالث من أجل تعريف نظام الإحداثيات المستخدم ومن أجل تحديد مقاييسه المترية؛ لكن هذا القطاع الثالث للقراءات مشترك بين كل عناصر المعرفة المعزوة إلى الإطار الإحداثي، و(على نحو مختلف عن قراءات المؤشرات الثانوية) لا يتم تعيينها من جديد لأجل كل قراءة ابتدائية. هناك اقتصاد معتبر فيما يتعلق باستخدام خطة نظامية لتعريف مثل نظام الزمكان الإحداثي هذا، لو لم يكن موجودًا، لكان من اللازم –ربما– تحليل ارتباطات طويل لقراءات المؤشرات، لوصل قراءات المؤشرات الابتدائية بالعناصر الأخرى في معرفتنا الفيزيائية.

في كتاب طبيعة العالم الفيزيائي تم التأكيد على أن المعرفة الفيزيائية معنية بصلات قراءات المؤشرات أكثر من عنايتها بقراءات المؤشرات ذاتها؛ ومن الواضح أنه يتم التعبير عن صلات قراءات المؤشرات من خلال قوانين الفيزياء التي تمد بالخلفية المشتركة التي تتطلبها المسائل الواقعية دائمًا – الخلفية التي يتم توصيفها من خلال قراءات مؤشرات القطاع الثالث التي لا يتم تعيينها كل مرة من جديد لأجل كل عنصر مفرد للمعرفة. لكن إن كنت لأغامر بانتقاد مؤلف ذلك الكتاب، فسأذهب إلى أنه على ما يبدو لم يقدّر الصعوبة التي تنشأ عن تداخل قراءات المؤشرات بعضها مع بعض عندما نتأمل مثل هذه الكثرة التي بلا حدود لقراءات المؤشرات. من الصحيح أنه من الممكن إهمال التداخل في الفيزياء المولية (تلك التي اقتصرت عليها النقاشات في كتاب طبيعة العالم الفيزيائي)، لكن عند الانغماس في نقاش أصولي من هذا النوع ، فمن غير الجائز أن نفصل الفيزياء المولية عن الفيزياء الميكروسكوبية؛ حيث تبين لنا (الفصل الخامس) أنه من غير الممكن أن يكمل أي فرع منهما نفسه منطقيًّا.

ينص تعريفنا للكون الفيزيائي على أنه العالم الذي صيغت المعرفة الفيزيائية لوصفه. يخلق تداخل الأرصاد صعوبة يجب أن تجابه بأحد طريقين. إما أن نلتزم بتوصيف كامل للكون الفيزيائي من أجل تجسيد ما هو أكثر من كامل معرفتنا المحتملة به؛ بذلك مهما كان الرصدان المتداخلان اللذان نختار القيام بهما، سوف نجد لهما مكانا في ذلك التوصيف. وإما علينا أن نتبنى كونًا مرنًا لا يحتوي على شيء غير ممثل في معرفتنا الفعلية (أو غير ممثل في نقاشاتنا التنظيرية القائمة على معرفتنا الفعلية المفترضة المؤسس لها باعتبارها معلومات المسألة موضع الدراسة). فيما يتعلق بالبديل الأول لا يمكننا افتراض تمثيل كل عناصر التوصيف الكامل من خلال قراءات المؤشرات الفعلية؛ وبذلك فمن غير الصحيح القول بأن بنيته هي صلات قراءات المؤشرات. أما البديل الثاني فقد تم تبنيه في الميكانيكا الموجية التي تقبل بموجات الاحتمال كملمح أساسي للكون الفيزيائي، تلك الموجات التي يخلقها الرصد الفعلي للكميات الفيزيائية التي ترتبط بها. من الواضح أنه ليس هناك أكثر من تمايز اصطلاحي بين دراسة كون مرن وفقًا للمعرفة التي تَصادف امتلاكنا لها وبين دراسة مباشرة للمعرفة نفسها. كلا البديلين يحملاننا على العودة إلى الاستنتاج الذاهب إلى أن الخلفية المشتركة مطلوبة لوصل أحد عناصر المعرفة ببقية المعرفة، بدلًا من وصل أحد عناصر الكون الخارجي ببقية الكون.

-٥-

بلغنا نقطة من المحبذ عندها تقييم موقفنا. سوف يذكرنا الملخص التالي بالاستنتاجات الرئيسة التي وصلنا إليها حتى الآن:

تتضمن المعرفة الفيزيائية (من واقع التعريف) المعرفة القادرة على المرور باختبار رصدي فقط؛ لذلك يجب أن يؤكد أي عنصر من عناصر المعرفة الفيزيائية نتيجة عملية رصدية معينة.

يجب أن تُؤمِّن تعريفات الاصطلاحات المستخدمة في التعبير عن المعرفة الفيزيائية أن (١) قد تم تحقيقه. يجب أن يعين تعريف كمية فيزيائية على وجه الخصوص منهجًا لقياسها، لا لبس فيه.

يتضمن الالتزام الصارم بـ (٢) عددًا من التعديلات في مفاهيم وممارسات الفيزياء الكلاسيكية؛ وحقيقة لا تزال هناك انتهاكات صارخة باقية في نظرية الكم الحالية. تبزغ النقاط من (٤) إلى (٩) فيما يلي عند تدارس التعريفات من هذا المنظور.

التعريفات الأولى المتطلبة هي تلك التي للطول والفترة الزمنية؛ ذلك لأن تعريفات الكميات الفيزيائية الأخرى تقتضيها ضمنا. يجب أن تكون ثوابت الطول والزمن العيارية عبارة عن بنى معينة بواسطة أعداد خالصة فقط (حيث إنه لا وجود لأي مصطلحات كمية أخرى متوفرة في هذه المرحلة المبكرة). هذا يعني أن تلك الثوابت العيارية يجب أن تكون قابلة لإعادة الإنتاج من المحددات الكمية.

من الممكن التزويد بالثوابت العيارية القصيرة فقط، تلك المناسبة لقياس الإزاحات متناهية الصغر في المكان والزمن من خلال مثل هذه المحددات؛ ومن اللازم افتراض أن الإزاحات متناهية الصغر المقاسة بتلك الطريقة تكاملية.

نتيجة لتداخل الأرصاد المنضبطة بعضها مع البعض؛ تفشل محاولة التعريف الرصدي للظروف المنضبطة التي يُعتزم القيام برصد كمية فيزيائية تحت تأثيرها، لذلك من اللازم ترك التفاصيل الضئيلة للصدفة.

بهذه الطريقة يُدمج مفهوم الاحتمال في التعريفات الأساسية. يقتضي المفهوم علاقة غير قابلة للانعكاس بين الرصد والمعرفة الرصدية المصاغة. تجعل هذه اللاانعكاسية نظام الفيزياء الموجود غير حتمي، كنظام للتنبؤ بما يمكن أن يُرصد في المستقبل.

وُجد أن كميات معينة مستخدمة في صياغة المعرفة الفيزيائية في الفيزياء

الكلاسيكية لا تحظى بتعريف واف (٢). تلك هي الكميات غير القابلة للرصد، مثل: التزامن المطلق عن بعد.

تم توظيف بعض الكميات القابلة للرصد شرطيًّا في ظروف تكون فيها تلك الكميات غير قابلة للرصد. على سبيل المثال، تعريف الإحداثيات النسبية الذي يفترض مسبقًا أن الجسيمات متمايزة، لكن الإحداثيات النسبية المعتادة لا تزال تُستخدم بشكل خاطئ في مسائل تُعنى بدراسة الجسيمات غير المتمايزة.

يمكن الوصول إلى الاستنتاجات من (٤) إلى (٩) عبر تأمل الطريقة التي يتم بها الحصول على المعرفة الفيزيائية وصياغتها. نشير إليها باعتبارها استنتاجات إبستمولوجية أو استنتاجات مسبقة؛ كي نميز بينها وبين الاستنتاجات اللاحقة التي نستقيها من دراسة نتائج الأرصاد التي تم الحصول عليها وصياغتها بهذه الطريقة.

بالرغم من أن الاستنتاجات الإبستمولوجية ذات طبيعة بديهية، إلا أن لها نتائج وتداعيات واسعة جدًّا في الفيزياء. هكذا قادت عدم قابلية التزامن المطلق (٨) للرصد إلى النظرية النسبية الخاصة؛ أدت لا تكاملية الإزاحة (٥) إلى نظرية أينشتاين للجاذبية؛ أدى طرح مفهوم الاحتمال بطريقة أساسية أصولية (٧) إلى منهج ميكانيكا الكم.

في النظريات المعدلة الناتجة، تلعب المبادئ الإبستمولوجية دورًا، اصطلح في السابق على نسبه للفرضيات الفيزيائية؛ أي اعتباره كتعميمات تقترحها دراسة لاحقة لنتائج الرصد.

لم تقم نظريتا النسبية والكم الحاليتان –في صيغتهما المقبولة في العادة– بالاستفادة الكاملة من هذا المنهج الإبستمولوجي. يبدو أنه عند تطبيق الفحص الإبستمولوجي الدقيق للتعريفات نظاميًّا وتتبع نتائجه رياضيًّا، سيكون في مقدورنا تعيين كل قوانين الطبيعة «الأساسية» (بما في ذلك ثوابت الطبيعة الرقمية البحتة) دون الحاجة إلى أي فرضية فيزيائية.

هذا يعني أن قوانين الفيزياء الأساسية وثوابتها هي ذاتية بالكلية، كونها بصمة تجهيزات الراصد الحسية والذهنية على المعرفة التي تم الحصول عليها من خلال هذه التجهيزات؛ حيث إنه من غير الممكن لنا امتلاك مثل هذا النوع من المعرفة المسبقة بالقوانين الحاكمة لكون موضوعي.

ليس من المطروح أن الكون الفيزيائي ذاتي بالكلية. تتكون المعرفة الفيزيائية – إلى جانب قوانين الطبيعة – من كمية مهولة من المعلومات الخاصة عن أشياء معينة في محيطنا. ومما لا شك فيه أن هذه المعلومات موضوعية جزئيًّا كما هي ذاتية جزئيًّا.

ما القوانين الذاتية إلا نتيجة لإطار التفكير المفاهيمي الذي يتم دفع معرفتنا الرصدية فيه من خلال منهج صياغتنا لها، ويمكن اكتشافها بشكل مسبق عن طريق الفحص الدقيق لإطار التفكير بالإضافة إلى إمكانية اكتشافها على نحو لاحق عن طريق اختبار المعرفة الفعلية التي تم دفعها في إطار التفكير ذلك.

الشكل المميز لقوانين الفيزياء الأساسية هو ختم الذاتية. لو أن هناك قوانين ذات أصل موضوعي، ربما من المتوقع أن تكون من نوع مختلف. يبدو من المحتمل أنه أينما ظهرت تأثيرات لموضوعية حاكمة، فإنها تعتبر كدلالة على أن الموضوع "خارج حدود الفيزياء"، مثل: الإرادة الواعية وإمكانية الحياة.

القوانين الإبستمولوجية (إذا كانت مستنبطة على نحو صحيح) فهي إلزامية وعامة كونية ومنضبطة. وبما أن قوانين الفيزياء الأساسية إبستمولوجية، فإن لها هذه الخاصية – على عكس المنظور الذي يتم الدفاع عنه عادة في فلسفة العلم، ذلك المنظور الذي يفترض أن القوانين الأساسية هي بالكاد نظم إمبيريقية[1] تجريبية.

سوف يتم تكريس الفصول الأربعة التالية من أجل دراسة أكثر تكثيفًا للإطار

(١) الفلسفة الإمبيريقية أو التجريبية هي فلسفة تعزي كل المعرفة العلمية إلى التجريب، فكل المعرفة قد جاءت عن الخبرة والحواس، وهي تنكر أي معرفة مسبقة أو أفكار حدسية فطرية. (المترجم).

المفاهيمي للتفكير المشار إليه في (١٦). سوف يوضح هذا على نحو أكثر مباشرة الطريقة التي يدخل بها العنصر الذاتي في العلم الفيزيائي، ويساعد على تبرير اسم «الذاتية الانتخابية» الذي أطلقناه على النظام العلمي للفلسفة.

* * *

الفصل السابع

اكتشاف أم اختلاق؟

- ١ -

منذ ٢٧٠ عامًا أُجريت تجربة تاريخية في هذه الكلية (كلية الثالوث) التي اعتُبر أنها تبين طبيعة تركيب الضوء الأبيض. كان التقرير الخاص بالاكتشاف المضمن في الكتاب المرجعي الأساسي أثناء دراستي الجامعية ينص على[١]:

كان لا يزال من المفترض أن كل انكسار للضوء يُنتج لونًا فعليًّا بدلًا من كونه بالكاد يفصل الألوان الموجودة بالفعل في الضوء الأبيض المعتاد، لكن عام ١٦٦٦ قام نيوتن باكتشاف الوجود الفعلي لألوان من كل نوع في الضوء الشمسي، الذي تبين أنه ليس إلا مركبًا من ألوان متنوعة، ممتزجة في نسب معينة بعضها مع بعض، وقادرة على الافتراق عن طريق انكسار من أي نوع.

يبدو من السهل تبيان أن الضوء الأبيض للشمس هو بالفعل مزيج أضواء متنوعة الألوان. لكن فلنفترض أننا بدلًا من أن نحاول البرهنة على ذلك لطالب طيّع، علينا إثبات الأمر لروحاني يرى كل شيء نقوم به مشوبًا ببعض الشك وعلينا أن نشعر أن من واجبنا الانغماس في تقصي ادعاءاته. بدأنا بتناول منظار التحليل الطيفي- منظار

(١) Preston, theory of light, 2nd ed., P. 9 (المؤلف).

تحليل طيفي مخروطي سوف يكون أكثر وثاقة بذكرى نيوتن وما استخدم-، لكن صادف أن أمسكنا بمنظار تحليل طيفي ذي محزز حيود[1] ولم يستحق الأمر عناء تبديله. تركنا شعاعًا من ضوء الشمس ليسقط على إحدى نهايتي الأداة، ودعونا الروحاني كي يضع عينه على النهاية الأخرى. كان مندهشًا عندما رأى ضوءًا أخضر لامعًا. أخبرناه أن منظار التحليل الطيفي قد فصله عن بقية الألوان الموجودة في ضوء الشمس الأبيض. لشكه في وجود خدعة ما، قام باختبار كل جزء في الأداة. وثب على جزء الآلة الممتلئ بآلاف خطوط الخدوش المتوازية الدقيقة. أدرك في انتصار كيفية عملها. يسقط الضوء بميل لذلك تعكسه الخطوط المتوازية، واحدًا تلو الآخر وليس معًا. لذلك تتضاعف دفقة مفردة ساقطة عن طريق الانعكاس إلى آلاف الدفقات المتعاقبة على فترات زمنية منتظمة. من الجلي أن هذا قد تم ترتيبه كي يسفر عن الدورية التي تتعرفها أعيننا على أنها ضوء أخضر. الادعاء بأن الضوء الأخضر (أي الدورية الخاصة بالضوء الأخضر) موجود بالفعل في ضوء الشمس هو ادعاء خاطئ؛ لأننا قد قمنا بإخفاء جهاز في أداتنا كي يولج الضوء الأخضر، وكان أملنا ألا يقدر على اكتشافه. مضى الروحاني مبتعدًا واثقًا من كونه قد كشف خدعة خرقاء.

باستخدامنا لمطياف ذي محزز حيود بدلًا استخدامنا لمخروط يعمل على نحو أكثر غموضًا، انكشف سر العرض. كما ذُكر في الاقتباس السابق، كان المنظور السائد قبل نيوتن أن المخروط ينتج اللون بالفعل؛ لذلك فقد كان الجزء الجوهري في عرض نيوتن الإيضاحي سلسلة من التجارب، كان هناك اعتقاد وتصديق فيها وفي قدرتها على البرهنة على كون المخروط لا ينتج اللون بل يقوم بفصله. تلك التجارب التي قررنا إطلاع الروحاني عليها؛ لكن لا فائدة من الإطلاع عليها الآن. هذه التجارب تعمل مع المطياف ذي محزز الحيود نفس عملها مع المخروط؛ وأيًّا ما كان ما تبرهن

(١) مقياس الطيف الأول هو مجرد مخروط زجاجي، أما الثاني فيمتاز بخطوط كثيرة متوازية (حزوز) على عدسته تعكس الضوء. وسيبين إدنجتون طريقة عمله لاحقًا. (المترجم).

عليه في شأن المخروط فهو ذاته ما تبرهن عليه في شأن المطياف ذي محزز الحيود. من غير المفيد الاحتكام إليها باعتبارها داعمة لاستنتاج رأينا أنه غير صحيح في حالة المطياف ذي محزز الحيود.

أظن أنه ليس من المستبعد أن يقع حتى الخبير ربما في هذا الشرك اليوم –مثل هذا الاغراء الخاص بتجربة تاريخية– بالفعل يعرف الخبير أكثر؛ لكن لا يستدعي الواحد منا معارفه دائمًا عندما تكون لازمة. لقد قام ريليه وشوستر[١] بإيضاح الأمر، وهو بالفعل جزء من مقررات تدريس البصريات المعتادة. الضوء الأبيض، مثل ضوء الشمس ما هو إلا اضطراب غير منتظم تمامًا بلا أي ميل للدورية. لكن رياضيًّا، يمكننا تحليل أي اضطراب، مهما كان غير منتظم إلى مجموع مكونات فورييه[٢] الدورية؛ ويمكننا –إذا ما أحببنا– التفكير في الاضطراب باعتباره مؤلفًا من هذه المكونات. سواء كان المطياف يفرز دوريات معينة أو يطبعها، لا يعدو الأمر كونه مجرد تعبير عن الحادث. فكرة «الفرز» مناسبة؛ لأن المطياف سوف يفشل في طبع دورية معينة على الضوء، صادف أن كان مكون فورييه المناظر لها غير موجود؛ وفي الحقيقة يُظهر الطيف الشمسي خطوطًا مظلمة حيث فشل الضوء الأبيض في اتخاذ بصمة الدورية المناظرة، بسبب غربلة مكونات فورييه معينة من الضوء قبل وصوله لنا. لكن فكرة "طبع" الدورية على الضوء مناسبة أيضًا؛ حيث لا يجب أن نتوقع أن البصمة المطبوعة سوف تدمغ خامة غير مناسبة، ومن الممكن اعتبار تحليل فورييه اختبار الرياضي الابتدائي كي يكتشف إذا ما كانت الخامة سوف تحمل البصمة أم لا. هذه الفكرة مناسبة على نحو خاص عند استخدام مطياف ذي محزز حيود، حيث إن "طبع الدورية" في هذه الحالة إذا هو أمر أولي بسيط جراء طريقة عمله.

لم يكن الخطأ في قولنا: إن المكون الأخضر موجود بالفعل في ضوء الشمس،

(١) اللورد ريليه وآرثر شوستر – فيزيائيان إنجليزيان (المترجم).

(٢) جان باتيست جوزيف فورييه، رياضي وفيزيائي فرنسي (المترجم).

حيث إن ذلك على أي حال يعد جائزا كطريقة للتفكير، لكن كان الخطأ في ادعائنا المقدرة على حسم خيارنا بين صيغتين متعادلتين ممكنتين للوصف تجريبيًّا، وبسبب غفلتنا حدث، وكان التوصيف الذي قمنا بإدانته أكثر طبيعية نحوًا ما، ومناسبًا أكثر من ذلك الذي اتخذناه ودافعنا عنه.

كان إدراكنا أن الضوء الأبيض الطبيعي ما هو إلا اضطراب غير منتظم تمامًا، يمكن إدخال التنظيم إليه من خلال منهجنا في الفحص الطيفي الذي طبقناه عليه أول إشارة لعدم الارتياح في أوساط الفيزيائيين، فيما يتعلق بما إذا كنا في تجاربنا قد لا نتداخل بقدر كبير؛ حتى لا ندمر ما نسعى للتحري عنه. أصبح عدم الارتياح أكثر حدة في الفيزياء الذرية الحديثة، حيث إننا لا نملك أداة حساسة كفاية كي تجس الذرة دون أن تسبب اضطرابًا واضحًا لها.

السؤال الذي سوف أثيره – ما المقدار الذي نكتشفه وما المقدار الذي نختلقه عن طريق تجاربنا؟ عندما بين لنا اللورد رذرفورد مؤخرًا النواة الذرية، هل عثر عليها أم اصطنعها؟ لن يؤثر أي من الخيارين على إعجابنا بمنجزه – كل ما هنالك إننا ينبغي أن نعرف ما قام به. لا يكاد يُسلّم مثل هذا السؤال بإجابة محددة. إنه يثير أمر التعبير، تمامًا مثل السؤال عما إذا كان المطياف يعثر على اللون الأخضر الذي يظهره لنا أم يصنعه. لكن بما أن أغلب الناس –ربما– مع الانطباع الذاهب إلى أن رذرفورد قد عثر على النواة الذرية، فسوف أجعل من نفسي مدافعًا عن وجهة النظر التي ترى أنه قد قام باصطناعها.

–٢–

ربما يميل الكتاب عن نظرية الكم إلى المضي أبعد مما أذهب إليه في تأكيد التداخل الفيزيائي لتجاربنا مع الأشياء التي ندرسها. يقال إن التجربة هي التي تضع الذرات أو الإشعاع في الحالة التي نقيس خواصها فيها. سوف أدعو هذه المعالجة

بالبروكرستية[1]. بروكرست، سوف تتذكر أنه كان يقوم بمط أو قطع ضيوفه كي يناسبوا السرير الذي صنعه. لكنك ربما لم تسمع ببقية القصة. كان يقوم بقياسهم قبل أن يغادروا في الصباح التالي، وكتب ورقة تعليمية بعنوان «في شأن اتساق طول قامة المسافرين» للجمعية الأنثروبولوجية[2] في أتيكا[3].

مع ذلك فالعنف الجسدي ليس هو النقطة الجوهرية. تقتضي المثالية أن ينتظر التجريبي –ربما– حتى تقع ظروف تجربته طبيعيًّا، كما هو الحال مع أولئك المنخرطين في العلوم الرصدية، حيث يكونوا مجبرين على ذلك. نتداخل بشكل واضح مع عدم انتظام ضوء الشمس الأبيض من خلال تمريره عبر مقياس الطيف؛ لكن ضوء الشمس قد يسقط بالصدفة عبر شق على بلورة طبيعية ويشكل طيفًا دون مساعدتنا. قد تقع الظروف المعيارية التي تُحوِّل قياسًا بلا مغزى إلى قياس جيد لكمية فيزيائية محددة ومفيد لأجل الاستقراء العلمي، دون تدخل بشري أحيانًا. لكن ما دمنا معنيين بالنظرية الفيزيائية، فما من فارق هناك سواء كنا نخلق الظروف التي ندرسها أو نختارها. سواء كان تداخل الراصد فيزيائيًّا أو انتخابيًّا، فبصمته مع ذلك على الاستنتاجات الناتجة. لا يتوقف نوع الرصد الذي تقوم عليه النظرية الفيزيائية على الملاحظة المعتادة للأشياء من حولنا، ولا على الهرولة في المحيط بعصا قياس. لقد أُخفي سرير بروكرست بدهاء تحت غطاء مصطلح "الجيد".

إلى أي مدى يمكن الوصول بهذا التداخل؟ لا أظن أن من الممكن إقامة أي حد

(١) بروكرست: هو شخصية من الميثولوجيا اليونانية، وتروي الأسطورة أنه قد كان حدادًا وقاطع طريق مهووسًا، كان يدعو أي مسافر عابر إلى بيته ويضيفه ثم ينيمه على سرير حديدي. كان بروكرست مهووسًا بجعل أطوال ضيوفه تناسب طول سريره تمامًا، فإذا كانوا أطول من السرير قام بقطع أرجلهم الأطول، وإذا كانوا أقصر قام بمط أجسادهم حتى تتفسخ أوصالهم. أما البروكرستية نسبة إلى بروكرست فتحمل معنى القولبة الجبرية. (المترجم).

(٢) علم الإنسان (المترجم).

(٣) المنطقة التاريخية التي تضم أثينا عاصمة اليونان (المترجم).

كمعرفة مسبقة. تذكُرنا أن مفهوم المادة قد اختفى من الفيزياء الأساسية هو أمر وثيق الصلة بالموضوع؛ ما بلغناه في النهاية مجرد صيغة. موجات! موجات! موجات!!! أو على سبيل التغيير – إذا ما تحولنا إلى النظرية النسبية – انحناء! قد يُنظر إلى الطاقة – بما أنها باقية محفوظة – كوريث حديث للمادة، الطاقة في النظرية النسبية هي انحناء للزمكان، وفي نظرية الكم هي دورية للموجات. لا أطرح فكرة أن أيًّا من الانحناء أو الموجات يجب أن يؤخذ بالمعنى الموضوعي الحرفي؛ لكن النظريتين العظيمتين في خضم مجهوداتهما لاختزال ما هو معروف عن الطاقة في صورة مفهومة، وجدتا أنهما في حاجة إلى مفهوم "الصيغة".

ربما تكون المادة (إن كان من الممكن الاحتفاظ بها كمفهوم فيزيائي) قد أبدت بعض الممانعة لتداخل الراصد لكن الصيغة قد كانت طيعة في يديه. فلنفترض أن فنانًا قد وضع نظرية خيالية تذهب إلى أن صيغة الرأس البشري توجد في حجر رخامي قاس. سوف تستثار كل غرائزنا المنطقية ضد مثل هذا الافتراض الذي يُشبِّه الحجر بالبشر. من غير المتصور أن تكون الطبيعة قد وضعت مثل هذه الصيغة داخل الحجر. لكن الفنان قد مضى قدمًا في إثبات نظريته تجريبيًّا – باستخدام أداة بدائية كذلك. بالكاد استخدم إزميلًا ليفصل الصيغة لأجل أن ننظر إليها. برهن منتصرًا على نظريته. هل كانت هذه هي الطريقة التي حمل بها رذرفورد تخيلاته العلمية على خلق النواة الملموسة؟

لا يضللك تفكيرك في النواة على اعتبارها نوعًا ما من كرات البلياردو. فكر فيها بدلًا من ذلك كنظام من الموجات. من الصحيح أن اصطلاح "نواة" غير قابل للتطبيق في دقة على الموجات. لكن كذلك من غير الدقيق بدرجة مكافئة الحديث عن النواة باعتبارها قد "اكتُشفت". لا يذهب الاكتشاف لأبعد من الموجات التي تمثل المعرفة التي نمتلكها عن النواة.

هل اختلف صنيع النحات عما قام به الفيزيائي في أي منحى جوهري؟ لدى الأخير مفهوم عن صيغة موجية متناغمة، يراها حيث يكون من غير المحتمل وجودها – على سبيل المثال، يراها في الضوء الأبيض غير المنتظم. باستخدام محزز للحيود بدلًا من الإزميل يقوم بفصل الأخضر عن بقية الضوء الأبيض ويقدمه لأنظارنا. تمامًا كما يفصل النحات الحجر الرخامي الصلب ويحوله إلى تمثال نصفي وركام من شظايا، بذلك فالفيزيائي يفصل الاضطراب الموجي غير المنتظم ويحوله إلى موجة خضراء بسيطة متناغمة وركام من مكونات أخرى. عن طريق منهج فورييه والمناهج الأخرى المتعارف عليها للتحليل، تسمح الفيزياء وتمارس فصل صيغة ما إلى مكونات. تسمح لنا باختيار صيغة قمنا نحن –أنفسنا– بتوصيفها مسبقًا، ومعالجة البقية كتلوث ملحق، يمكننا التخلص منه، إذا كان في مقدورنا اختراع الأداة اللازمة، كي نعرض صيغتنا المختارة نفسها. في كل معمل فيزياء نرى أدوات مبتكرة مخترعة كي تقوم بتنفيذ عمل النحات، وفقًا لتصاميم الفيزيائي النظري. أحيانًا تنزلق الأدوات وتحفر صيغة شاذة غريبة الشكل، لم نتوقعها، وبذلك فقد أضحى لدينا كشفًا تجريبيًّا جديدًا.

من الصعب –إن كان ذلك ليحدث قط– تحديد موضع ترسيم الحد الفاصل. لا يتعلق الأمر بموجات الضوء فقط، ذلك لأن صيغة الفيزياء الحديثة –على وجه الخصوص الصيغة الموجية– هي أصل كل شيء وجذره. إذا لم يكن بمقدورنا رسم خط فاصل، تومض في رؤوسنا فكرة منذرة –ما المُحلِل الفيزيائي إلا فنان في حلة تنكرية، يحيك خيالاته في كل شيء– ولسوء الحظ ليس محرومًا بالكلية من المهارات التقنية كي يدرك تخيلاته في صيغة ملموسة.

قد يبين مثال توضيحي الأسئلة العملية الخطيرة المثارة. مؤخرًا في الوقت الحالي يكتب الفيزيائيون النوويون كتابات كثيرة عن جسيمات افتراضية يدعونها

بالنيوترينو[1]، من المفترض كونها مسؤولة عن حقائق خاصة معينة تم رصدها في تحلل إشعاع β. يمكننا ربما وصف النيوترينو على النحو الأفضل كأجزاء صغيرة من طاقة-لف وقد انفصلت. لست معجبا ومتأثرا كثيرًا بنظرية النيوترينو. قد أقول بالطريقة الدارجة إنني لا أعتقد في النيوترينو[2]. لكنني يجب أن أفكر مليًّا في أن الفيزيائي قد يكون فنانًا، وأنت لا تعلم أبدًا متى تكون في معية فنانين. من غير الممكن أن تكون نزعتي العتيقة من ذلك النوع الذي يذهب إلى الكفر بالنيوترينو مرضية بالكاد. هل أجرؤ على القول بأن الفيزيائي التجريبي لن يكون لديه من الابتكار ما يكفي لخلق النيوترينو؟ بغض النظر عما قد أفكر فيه، فلن أجر إلى إغراء يدفعني للرهان ضد مهارة التجريبيين، تحت تأثير انطباع بأن الرهان ضد مصداقية النظرية. إذا ما نجحوا في خلق النيوترينو -ربما نجحوا حتى في تطوير تطبيقات صناعية له- فسأفترض أن علي التصديق فيه والإيمان به- على الرغم من أنني قد أشعر بأن لعبهم لم يكن نزيهًا.

يتصاعد التساؤل عما إذا كان الفيزيائي التجريبي يبذل بالفعل مثل ذلك التحكم الفاعل المفترض عادة على تصورات الفيزيائي النظري. بكل تأكيد هو ككلب حراسة نزيه ولا يمكن رشوته، لن يسمح بتمرير أي شيء، ليس صحيحًا رصديًّا. لكن هناك سبيلين لفعل ذلك – كما أدرك بروكرست. الأول بكشف خطأ الجزم. والثاني بتعديل

(١) لم يتم اكتشاف النيوترينو إلا في الستينيات، وهو جزء أصيل حاليًا من نموذج الفيزياء العياري (القياسي) وقد افترض فولفانج باولي وجوده عام ١٩٣٠ وذلك ليعوض فقدًا في الطاقة قد تم رصده عند تحلل بعض العناصر المشعة وانطلاق جسيمات β عنها، حيث إن تلك الجسيمات التي هي بالأساس عبارة عن إلكترونات يجب أن تحمل طاقة معينة تمثل الفارق بين طاقة العنصر قبل أن يشع وطاقته بعد أن أطلق إشعاعه وفقًا لقانون بقاء الطاقة، لكن وُجد أن هناك فارقًا في الطاقة أُعزي إلى ذلك الجسيم التخيلي قبل أن يتم اكتشافه لاحقًا، كما أشرنا (المترجم).

(٢) بلا شك من الأفضل التحول إلى النيوترينو عوضًا عن تجاهل المعضلة التي نسعى للتصدي لها، وذلك حتى الوصول إلى فهم أصح لمشكلة اللف. لا اعتراض لدي على النيوترينو كوسيلة مؤقتة، لكنني لا أتوقع لها البقاء – إلا إذا لم يكن البقاء -ربما- مسألة تتعلق بالكلية بالمزايا الجوهرية، على غرار ما هو مطروح في هذه الفقرة. (المؤلف).

الأشياء قليلًا من أجل جعل الجزم صحيحًا. ومن المُسلَّم به أن تجاربنا تقوم بتعديل الأشياء بالتأكيد.

لقد كنت أتقمص شخصية المدافع عن منظور متشدد مفرط، يفترض أن أحكامك المسبقة الطبيعية كلها على الجانب الأخر. علي الآن محاولة استعادة توازن الحكم . لا أظن أن المخيلة التحليلية للفيزيائي الرياضي قد تطورت وأضحت كمخيلة الفنان المتحررة إلى الآن. فهو يمارس اللعب وفق قواعد محددة، للوهلة الأولى قد تبدو اعتباطية، تعبر عن مبدأ إبستمولوجي يتوغل عميقًا في جذور الفكر الإنساني، وهذا ما سوف نناقشه حاليًا، لكن هل نضمن أن القواعد صالحة لكل زمان؟ الولد الذي يكسر قواعد لعبة وهو في فورة غضب قد يكون من المناسب أن يُعاقب من قبل رفاقه أو قد يسود ذكره كمؤسس لكرة الرجبي[1]. الرجل الذي صنع النيوترينو لن يُعاقب لو تخطى القواعد؛ سوف يهللون له لتحريره الفيزياء من عائق لتطورها المفيد.

مع ذلك فنحن معنيون بخواص الفيزياء الحالية، وليس بما قد تصبح عليه في المستقبل. أما الآن فسوف نلج إلى موضوع نقاش واسع جدًّا وممتد، تحديدًا: طبيعة القواعد التي تميز مناهج الفيزيائي عن الخيال الحر للفنان وأصلها.

* * *

(١) رياضة منتشرة في بعض دول العالم مثل فرنسا وإنجلترا، وهي رياضة جماعية يلعبها فريق مكون من ١٥ لاعب، وفيها يجب حمل الكرة والوصول بها إلى خلف خط الخصم أو تسديدها من بعيد بين قائمين. (المترجم).

الفصل الثامن

مفهوم التحليل

-١-

عند تقديم الانتخاب الذاتي (الفصل الثاني) عزوته إلى «التجهيزات الحسية والذهنية» المستخدمة لأجل الحصول على المعرفة الرصدية. قد يبدو تضمين التجهيزات الذهنية مفاجئًا. من السهل إدراك أن لتجهيزاتنا الحسية تأثيرًا انتخابيًّا؛ بحيث تكون الطبيعة ومقدار معرفتنا بعالم خارجي مشروطين بقنوات اتصالهما بالوعي، تلك القنوات التي تزود بها الأعضاء الحسية. ليس من الواضح تمامًا أن هناك أي انتخاب أبعد يحدث داخل العقل، يعمل على المواد الخام المدفوعة إليه عن طريق أعضاء الحس.

أعتقد أن من المحتم أن نتفق على كون كل ما يصل إلى الوعي كنتيجة لتحفيز أعضاء الحس هو معرفة من نوع ما. من غير الممكن أن ندرك دون أن نعرف بكوننا ندرك؛ والإدراك يفرض "معرفة بمداركنا كما هي"، لكننا هنا معنيون بالمعرفة الفيزيائية، التي تعد كصيغة مختصرة للمعرفة المكتسبة عن طريق مناهج العلم الفيزيائي (الفصل الأول). التأمل الداخلي لمداركنا ومحاولة فحصها كما هي لسبر أغوارها ليس جزءًا

من منهجية العلم الفيزيائي. يبدأ النشاط الذهني عندما نبني علاقات بين مداركنا، ونربط بعضها ببعض. ينتهي هذا النشاط إلى تكوين الإدراك وصياغة معرفة من نوع مختلف عن المعرفة بالمدارك وهي منفردة كما هي. إن المعرفة بالصلات والعلاقات بين المدارك الحسية، مثل صوت الرعد الذي يتبع وميض البرق، هو بداية العلم. وبالتأكيد قد تم توظيف مبادئ منهج العلم الفيزيائي قبل أي محاولة لدراسة نظامية لما يجري من حولنا، وحتى الفهم الأكثر بساطة للظاهرة يتضمن الحس المشترك بالإضافة إلى حس (يمكننا القول) ذهني، بالإضافة إلى نشاط حسي خالص للوعي.

لقد انتبهنا بالفعل إلى هذه الخصوصية الذهنية للمعرفة الفيزيائية، بإشارتنا إلى أن الحصول على المعرفة الرصدية يحمل معنى أبعد من الرصد في صورته الأولية باعتباره تسجيلًا لملاحظات. لقد رأينا أنه من أجل نمو علمي منقح، فهناك حاجة إلى رصد جيد (غير مثالي مع ذلك) للكميات المعينة. هناك فجوة كبيرة بين هذا وبين الاستقبال السلبي للانطباعات الحسية؛ ومن هذه الفجوة تنتهز التأثيرات الانتخابية لتجهيزاتنا الذهنية الفرصة. إذا ما تفكرنا في الترتيب (حدث موضوعي – إدراك – معرفة فيزيائية) سنجد أن هناك غربلة مزدوجة، أولًا عن طريق تجهيزاتنا الحسية، ثانيًا عن طريق تجهيزاتنا الذهنية. في المعالجة الإبستمولوجية الراهنة نبدأ من المعرفة، لذلك فالترتيب معكوس، وعلى ذلك فالغربلة الذهنية هي التي نوليها أول انتباه.

عند تحليل هذا النشاط الذهني، فسوف أستعين بصيغة "نمط التفكير"؛ أو عندما يكون النمط مفصلًا بقدر ما فسأستخدم عبارة "إطار التفكير". قد يعد هذا كنمط أو إطار سابق التحدد، فيه يتم توفيق المعرفة المكتسبة رصديًّا. على سبيل المثال، هناك نمط تفكير شديد التجذر ومتغلغل عميقًا يصيغ المعرفة المكتسبة عن طريق الرصد باعتبارها وصفًا للعالم. كل مكون من مكونات المعرفة الفيزيائية يتم توفيقه ضمن نمط التفكير هذا، ويتم اعتباره كحقيقة وصفية عن الكون. هذا النمط سائد بدرجة كبيرة جدًّا لدرجة أن المعرفة غير المعنية بعلاقات وترابطات المدارك الحسية غالبًا ما

تُجبر على الدخول فيه، وتُعالج كحقيقة وصفية عن عالم غير مادي – عالم روحاني. لا أعتقد أن لأي من الأسباب التي تعضد أو تضاد توظيف نمط التفكير هذا يدًا عليا على الأسباب الأخرى. كل ما ندركه – أيًّا ما كان – يجب أن يُدرك بطريقة قد مدت بها التجهيزات الذهنية.

يقودنا منهج البحث والتحري الإبستمولوجي إلى دراسة طبيعة إطار التفكير، ولذلك كن على حذر مسبق من تأثيره على المعرفة التي ستجبر على الانقياد له والدخول فيه. ربما نتنبأ بخواص معينة مسبقة، سوف تحظى بها أي معرفة محتواة ضمن الإطار، ببساطة لأنها محتواة في الإطار. سوف تُكتشف هذه الخواص كخواص لاحقة بواسطة الفيزيائيين الذين يوظفون إطار التفكير ذلك، عندما يقدمون على فحص المعرفة التي قاموا بإجبارها على الانقياد للإطار والدخول فيه. إنه بروكرست مجددًا!

هذه الخواص القابلة للتنبؤ ليست متواضعة بأي حال؛ إنها القوانين أو الثوابت العددية التي عانى الفيزيائي كثيرًا وتكبد المشاق كي يعينها عن طريق الرصد والتجريب. على سبيل المثال، قد نتناول قانون زيادة الكتلة مع ازدياد السرعة، ذلك القانون الذي كان موضوع دراسة العديد من التجارب الشهيرة. لقد بتنا ندرك الآن أن هذا القانون ينتج تلقائيًّا من نمط التفكير المتأصل الذي يفصل الأحداث رباعية الأبعاد إلى أحداث ذات أبعاد مكانية ثلاثية وبعد زمني واحد. عندما تصاغ المعرفة ضمن إطار يفرض علينا فصل بعد الزمن عن الأبعاد الأربعة التي ينتمي لها، ففي المقابل ينفصل مكون يدعى بالكتلة عن المُتَجّه[1] رباعي الأبعاد الذي تنتمي له، ولا يتطلب الأمر دراسة عميقة للغاية لشروط الانفصال كي نرى كيف يرتبط المكون المفصول مع بقية المُتَجّه الذي يصف السرعة. إنها تلك العلاقة التي أعيد اكتشافها عندما قمنا بتعيين تغير الكتلة مع السرعة تجريبيًّا.

(١) المُتجّه هي كمية لها قدر واتجاه. (المترجم).

تذهب إحدى الرؤى إلى أن منظور النظرية النسبية قد حررنا من إطار التفكير الذي يفصل بعد الزمن عن بقية العالم رباعي الابعاد؛ ويجب أن يختفي قانون اختلاف الكتلة مع تغير السرعة من الفيزياء، حيث إنه يرجع إلى مفاهيم مرتبطة بإطار تمت تنحيته. الحقيقة المقابلة له ضمن إطار التفكير الجديد هي بداهة لا تتطلب ذكرًا منفصلًا. لكن نظرة خاطفة على أدبيات الفيزياء الحديثة تكشف عن أن القانون لم يختفِ؛ وأهميته هي نفسها تمامًا عندما وُظفت أفضل مهارات التجريبي لتعيينه إمبيريقيًّا تجريبيًّا. الوضع الفعلي يأتي على الصورة التالية، "ندرك حقيقة" نمط التفكير من خلال منظور النسبية، لكننا لا نقوم بتنحيته فعليًّا – إلا وقتيًّا فيما يتعلق بأبحاث سيكون منظور نمط التفكير المشوه معوقًا لها. لذلك يحتفظ قانون تغير الكتلة مع السرعة بمكانته كاستنتاج علمي؛ وهو ليس باستنتاج متواضع على الإطلاق. يجب أن يكون اختبار التواضع متعلقًا بما إذا كانت النتيجة قد بدت متواضعة قبل أن نفهم طبيعتها الفعلية. حتى إخراج أرنب من قبعة سيعد ظاهرة متواضعة إذا ما علمت كيفية عمل ذلك.

من غير الممكن تعيين إطار تفكير خاص باعتباره الإطار السائد على نحو ملائم ثابت عبر كل فيزياء هذا العصر. يتوجب علينا على أي حال التمييز بين إطار التفكير الذي يتوافق مع مرتكزات النظرية الحديثة والإطار الذي يؤسس أغلب معجمنا اللغوي الحالي. الأخير هو بصورة ما أو أخرى يوافق فهمنا المألوف للأشياء من حولنا. لكن حتى الفهم المألوف لا يلتزم على نحو ثابت بأي إطار واحد للتفكير. على سبيل المثال، عند النظر لأسفل من أعلى ناطحة سحاب، نرى عددًا من الأشياء الضئيلة التي تمشي في الشارع من تحتنا. استدلالنا على كون هذه الأشياء هي قامات بشرية طبيعية، وقد أصبحت صغيرة بسبب المسافة ليس من أمور الفهم الفوري المباشر؛ إنه يعد تأويلًا لما فهمناه. لكن بالنسبة للأشياء القريبة منا فقد أصبح الإطار العلمي إطارًا مألوفًا. عندما يمشي رجلٌ مبتعدٌ عنا في الحجرة، فإننا لا "نراه" يصغر رويدًا رويدًا. إننا نرى، أو نظن أننا نرى شيئًا له حجم ثابت يغير من بعده عنا؛ وعن طريق مجهود

استبطاني فقط يمكننا إقناع أنفسنا أن الصورة المرئية تصبح أصغر فأصغر.

على ذلك فإن جزءًا من فن الفيزياء توظيف أنماط التفكير المعتادة الشائعة كخدام عندما تتوقف عن أن تكون سادتنا. من غير الصحيح الحديث عنها باعتبار أنه قد تمت تنحيتها. من الأفضل القول: إن تقدم الفيزياء قد حررنا من بعض أنماط التفكير المعتادة الشائعة. نقوم باستخدامها لكننا لا ننخدع بها.

-٢-

لقد حررتنا نظريات الفيزياء الحديثة من أنماط تفكير معينة تقليدية. وذلك هو السبب الذي يجعلها تبدو ثورية جدًّا. هل هذه هي خاتمة التقدم، أم لا تزال توجد هناك في منظورنا أنماط تفكير أخرى تعيق التقدم، سوف ينجح فيزيائيو الغد في تحرير أنفسهم منها؟ وإذا كان الأمر كذلك، هل يمكن للتحرير أن يستمر إلى أجل غير مسمى؟ أم يقترب من حد، تكون عنده الأنماط الباقية هي لوازم التفكير العاري؟

سوف نفحص بعض أنماط التفكير ضمن المنظور العلمي التي لم يتم التعرض لها بعد. إننا متشككون في عبارة "لوازم التفكير"، فقد تطور التفكير العلمي معتادًا على العمل من دون الكثير من الضرورات المزعومة. لكن -سواء كانت لوازم أم لا- فللأنماط التي نوشك على مناقشاتها قبضة علينا، تبدو أقوى بشكل لا يقارن من أي مما رمينا به حتى الآن.

بالنسبة للمنظور العلمي أظن أن أكثر أنماط التفكير أساسية هو مفهوم التحليل. هذا يعني تصور الكل باعتباره قابلًا للتقسيم إلى أجزاء، تمامًا كأن يُكوّن وجود الأجزاء معًا وجود الكل. في تعريف منهجي، لا ينبغي أن أستخدم مصطلح "وجود" لأنه يشير إلى مفهوم ربما يكون أقل أساسية وأولية من مفهوم التحليل، لكن التعريف المنهجي غير لازم عند الإشارة إلى نمط تفكيرك الخاص. وصفي كاف لك كي تدرك النمط الذي أقصده، وذلك هو كل ما نحتاج إليه.

النقطة التي عليَّ التأكيد عليها أنني أشير إلى تصور مجموعة الأجزاء، وليس إلى التصور المفرد لجزء. في مفهوم التحليل الجزء دائمًا عضو في مجموعة أجزاء كاملة، ودلالته مرتبطة بنظام التحليل الذي يقع ضمنه. يمكننا -إذا كان ضروريًّا- أن نعبر عن علاقة جزء بنظام التحليل باستخدام مصطلح «المُركبّة»، لكن ربما يكون في هذا تلذذ مبالغ فيه باستخدام مصطلحات رياضية في الوقت الحالي، حيث التطبيق عام جدًّا.

للوهلة الأولى يبدو إصراري على أن الجزء يجب أن يكون دائمًا مرتبطًا مع التحليل بمجموعة كاملة من الأجزاء شكلانيًّا بلا قيمة. يمكننا إدراك أن الرأس هي جزء من الجسد دون الرجوع إلى تصنيف تشريحي نظامي لأجزاء الجسد. كي نستكمل المتطلبات المنهجية لمفهوم التحليل، ربما نقول إن الرأس هو جزء من جسد مرتبط بنظام تحليل يقسم الجسد إلى جزأين، تحديدًا الرأس وبقية الجسد. لكن لأن ذلك ينطبق على أي جزء مختار اعتباطيًّا من أي شيء، فإن الرجوع إلى نظام تحليل يصبح حشوًا بلا طائل.

لكي نفسر لماذا علينا أن نبدأ من مفهوم مجموعة كاملة من الأجزاء بدلًا من أن نبدأ من مفهوم الجزء المفرد الأسهل على نحو واضح، يجب أن أسأل سؤالًا: هل ثقب البرميل هو جزء من البرميل؟ فكر جيدًا قبل أن تجيب؛ لأن بنية الفيزياء النظرية بمجملها على المحك.

فلتفترض أن الإجابة نعم. إذن فالبرميل الفعلي يعتبر مكونًا من برميل غير مثقوب بالإضافة إلى ثقب - بنية خشبية مغلقة بالإضافة إلى كمية ناقصة من الخشب. ليست المسألة عما إذا كان هذا معبرًا عن حقيقة مطلقة. المسألة عما إذا كان هذا نمط تفكير سوف نسمح لأنفسنا بتوظيفه. في نمط التفكير هذا، يكون أحد الأجزاء -تحديدًا- البرميل غير المثقوب أكبر من الكل. فكرة إقليديس البريئة تذهب إلى أن "الكل أكبر من الجزء"؛ لكن إقليديس لم يطلع على الفيزياء الحديثة.

لقد جعلت إجابتنا مصطلح "جزء" بلا معنى في حد ذاته. أيًّا ما كان ما يرمز A وB له، فإن A هي دائمًا جزء من B؛ وحيث إن نمط تفكيرنا يعترف بقسمة B إلى جزأين تحديدًا A وA – B. على ذلك فمن الممكن توظيف مصطلح «جزء» على نحو مفيد مع الأجزاء المرتبطة بنظام تحليل فقط، والدلالة الكلية لجزء تكون مرتبطة بنظام التحليل الذي يظهر فيه. لا يُوَصِّل قولنا إن A هو جزء من B أي شيء، لكنه يُوَصِّل شيئًا ما عند القول إن A هو أحد الأجزاء التي تظهر في نظام تحليل معين مطبق على B.

بعد ذلك فلتفترض أننا نلتزم بمسلمة إقليديس، وقد قررنا أن ثقب البرميل ليس جزء من البرميل. الاعتراض على هذا أن نمط التفكير ذلك لم يعد النمط الموظف في الفيزياء. أظن أنه فعليًّا مركب مرتبط بمفهومين، مفهوم التحليل ومفهوم المادة. يطرح مفهوم المادة تمييزًا واضحًا بين الموجب والسالب؛ على ذلك يمكننا أن نحظى بصيغة مقيدة لمفهوم التحليل، والذي قد ندعوه بتحليل المادة، فيه تقتصر أنظمة التحليل على ما يشكل مجموعة كاملة من الأجزاء الموجبة. عندما لا يكون التحليل مرتبطًا بالمادة (أو مرتبطًا بمفهوم مكافئ هيكليًّا)، عندما يكون على سبيل المثال مرتبطًا بصيغة موجية، يصبح من غير الممكن فرض القيود. في علم البصريات يعتبر الظلام مكونًا من موجتي ضوء متداخلتين[1]؛ قد يكون الضوء جزء من النظام. في تحليل فورييه تلغي المركبات بعضها بعضًا جزئيًّا بحيث تتصرف ككميات موجبة وسالبة. على ذلك، فبالرغم من وجود حالات –ربما– في الفيزياء يتم تطبيق التحليل فيها على مكونات موجبة بالضرورة بحكم التعريف وينطبق عليها قيد تحليل – المادة، إلا أننا ننظر إليها الآن كتقييد عرضي في تطبيق معين وليس كجزء من المفهوم الأساسي للتحليل.

(١) على اعتبار أن الظلام قد ينتج عن تداخل هدام لموجتين تلاشي كل منهما الأخرى. (المترجم).

على ذلك فنمط مفهوم التحليل العام هو النمط المقبول في العلم الفيزيائي ويتضح حصرًا في مثال البوزيترون[1]. البوزيترون هو ثقب أُزيل الإلكترون منه؛ إنه ثقب برميل يمكن تسويته بما حوله إذا ما دُس إلكترون فيه. لكن سيكون من غير الوارد في عصرنا الحالي أن نُعرّف "الجزء" بتلك الطريقة التي تعتبر الإلكترونات أجزاء في نظام فيزيائي لكن البوزيترونات ليست كذلك.

سوف ترى أن الفيزيائي يسمح لنفسه بحرية أكبر حتى من تلك التي يسمح بها النحات لنفسه (الفصل السابع). يزيل النحات المادة كي يحصل على النمط الذي يرغب فيه. الفيزيائي يمضي أبعد ويضيف مادة -إذا كان الأمر ضروريًّا- في عملية يصفها باعتبارها إزالة لمادة سالبة. يملأ ثقب البرميل، قائلًا إنه يزيل بوزيترون. لكنه لا يزال يدَّعي أنه يكتشف -يرتب- فقط شيئًا موجودًا هناك بالفعل.

مرة أخرى، علي أن أذكِّرك أن الحقيقة الموضوعية ليست محل النقاش. علينا ألا نقع في الخطأ الذي أوضحناه في بداية الفصل السابع، بمحاولتنا اتخاذ القرار حيال صيغتين مختلفتين للتعبير من خلال تجارب حاسمة. أجرؤ على القول بأن لديك حشدًا من الحجج التي تبرهن لي من خلال منطق لا يدحض على أن ثقب البرميل ليس جزءًا من البرميل، لكن هذا غير ذي صلة بالموضوع تمامًا؛ ذلك لا يبين إلا أنك لا تستخدم مصطلح "جزء" بالمعنى الواسع العام تمامًا كما يفعل الفيزيائي (إلا سهوًا).

إن غرضنا هو الكشف عن إطار التفكير خلف تعبيرات المعرفة الفيزيائية، لا تبريره بالضرورة. بمجرد أن نحرر أنفسنا جزئيًّا على الأقل من إطار تفكير، إلا وندرك أنه لم يكن سوى إطار تفكير وليس حقيقة موضوعية نقبل بها. أي قدرة له لإيقاع ضرر تُحيّد ما دام بقي مكشوفًا. لا أفضل الذهاب إلى أن مفهوم التحليل لازمًا للتفكير، على الرغم من أنه يبدو لازمًا لأي نمط من أنماط التفكير العلمي، لكن سواء كان نمطًا

(١) جسيم له نفس خواص الإلكترون بالكلية إلا أن شحنته تخالف شحنة الإلكترون، فالإلكترون سالب الشحنة لكن البوزيترون موجب الشحنة. (المترجم).

لازمًا أم لا، فقد هيمن على تطور فيزياء العصر الحالي، وعلينا أن نتتبع تأثيره على مخطط وصف الظاهرة الناتجة.

-٣-

من الواضح أن مفهوم التحليل يجب أن يكون قد طبق على نحو خاص في الفيزياء وفق مبدأ حاكم ما، وإلا لن يكون هناك نفس الاتفاق العام فيما يتعلق بنواتج تحليل العالم الفيزيائي، التي ندعوها، بالجزيئات والذرات والبروتونات والإلكترونات والفوتونات... إلخ. هناك نمط تفكير راسخ آخر قد انتخب نظام التحليل ليكون مطبقًا في الفيزياء. سوف أدعو هذا الشكل الخاص لتطبيق مفهوم التحليل بالمفهوم الذري، أو بشكل أكثر دقة وتحددًا مفهوم الوحدات البنيوية المتماثلة.

لا يذهب التصور الجديد إلى مجرد أن الكل قابل للتحليل إلى مجموعة أجزاء كاملة، لكنه قابل للتحليل إلى أجزاء تشبه بعضها بعضًا. إنه تصور يقع على القطب المقابل من التحليل، على سبيل المثال تحليل الكائن البشري إلى روح وجسد، ففي هذا التحليل ينتمي كل جزء إلى فئة عناصر مختلفة بالكلية. سوف أمضي أبعد وأقول إن هدف التحليل الموظف في الفيزياء يكمن في حل الكون إلى وحدات بنيوية، تشبه بعضها بعضًا تمامًا بدقة.

قد يثار اعتراض حيث إن الوحدات البنيوية المتعارف عليها في الفيزياء الحالية بالرغم من كونها تشبه بعضها بعضًا بدرجة ما، إلا أنها ليست متماثلة تمامًا. بالرغم من كون مُركبّات فوريه للضوء الأبيض كقطارات موجية بسيطة متناغمة تختلف في الطول الموجي -اختلافًا نرصده في صورة اختلاف في الألوان- لكن هذا الاختلاف ليس جوهريًّا فيها، إنه يعتمد على علاقة الراصد بالوحدة البنيوية. إذا ما تراجع عن مصدر الضوء، يتحول الضوء الأخضر إلى أحمر. جوهريًّا، مكونات الضوء -قطارات الموجات أو الفوتونات- متماثلة تمامًا وبدقة؛ لا تختلف إلا في علاقتها بالراصد أو

بالأشياء الخارجية بوجه عام فقط، ذلك هو جوهر النظرية النسبية. كل الأنواع في العالم، كل ما هو قابل للرصد، يأتي من تنوع العلاقات بين المكونات. لذلك عندما نصل إلى التمعن في الطبيعة الداخلية الجوهرية أو بنية المكونات التي على صلة لا يبقى شيء سوى التماثل – ما دامت تلك البنية أو الطبيعة واقعة ضمن نطاق المعرفة الفيزيائية، وتعد جزءًا من الكون الذي تصفه المعرفة الفيزيائية.

مع التسليم بأن الوحدات الأولية المكتشفة في تحليلنا للكون متماثلة تمامًا وبدقة جوهريًّا، يبقى التساؤل عما إذا كان هذا بسبب أن علينا أن نتعاطى مع كون موضوعي مبني من مثل هذه الوحدات؟ أم إن هذا بسبب أن نمط تفكيرنا على مثل هذه الصورة التي تدرك فقط أنظمة للتحليل، تسفر عن أجزاء متماثلة فيما بينها تمامًا؟ يدفعنا نقاشنا السابق إلى اعتبار أن الخيار الثاني هو التفسير الصحيح. لقد ادعينا مقدرة على تعيين خواص الجسيمات الأولية التي تعرفها الفيزياء عن طريق الاستدلال المسبق – تلك الخواص التي تم تأكيدها عن طريق الرصد. سوف يكون هذا مستحيلًا لو كانت تلك الوحدات موضوعية. على ذلك فنحن نعتبر هذه المعرفة المسبقة معرفة ذاتية خالصة، تكشف فقط عن تأثير التجهيزات (المعدات) التي نحصل على المعرفة عن الكون من خلالها وهي قابلة للاستنتاج من دراسة التجهيزات (المعدات). نقول الآن بأريحية أكبر إنها لا تعدو كونها تأثير إطار التفكير على المعرفة التي تجبر على الانقياد للإطار.

لقد رأينا للتو أن مفهوم الوحدات البنيوية المتماثلة راسخ في منظور النسبية، الذي يعزي التنوع والاختلاف إلى العلاقات لا إلى اختلافات جوهرية في المتعالقات، لكنني أفترض أنه سيكون من التزيد لو ادعينا أن منظور النسبية مزروع فينا – حيث إن عقولنا مشكلة على هذا النحو، ولا نستطيع الامتناع عن قولبة أفكارنا على نهج أينشتاين. لذلك أرغب في توضيح أن مفهوم الوحدات البنيوية المتماثلة يعبر عن عادة تفكير أولية جدًّا وغريزية، قد عملت على توجيه مسار التطور العلمي على نحو غير واع. باختصار، إنها عادة التفكير التي تعتبر التنوع دائمًا كتحد يستدعي تحليلًا

أعمق، بذلك لا يمكن للناتج النهائي لعملية التحليل إلا أن يكون تماثلًا. نواصل تعديل أنظمتنا للتحليل حتى تكون على مثل تلك الصورة التي تسفر عن التماثل الذي نصر عليه، رافضين المحاولات السابقة (النظريات الفيزيائية السابقة) على اعتبار أنها غير عميقة بالشكل الكافي. إن تماثل مكونات الكون الفيزيائي النهائية ما هو إلا نتيجة متوقعة لإجبارٍ على الانقياد لنمط التفكير هذا والدخول فيه. إن ذلك مغروس بالفعل فينا ويمكننا استيعابه من خلال الأمثلة التالية.

يصل تحليل المادة كما هو موجود في الفيزياء المعاصرة إلى درجة ملحوظة من التجانس لكنه لا يحقق المثالية تمامًا. نجد البروتونات تشبه بعضها بعضًا بالضبط، ونجد أيضًا الإلكترونات تشبه بعضها بعضًا لكنها مختلفة عن البروتونات. لذلك فالفيزيائي يعرف نوعين من الوحدات الأولية، وفي هذه الأيام من العسير كبحه عن إضافة المزيد من الوحدات الأخرى المختلفة[1]. لماذا يختلف البروتون عن الإلكترون؟ الإجابة المطروحة من قِبَل النظرية النسبية: إنها وحدات بنية متماثلة بالفعل، وينشأ الاختلاف عن علاقاتها بتوزيع المادة العام التي تشكل الكون. يفسر هذا اختلاف الشحنة، واختلاف الكتلة أيضًا (بطريقة أكثر تعقيدًا)، فذلك الاختلاف ما هو إلا اختلاف للعلاقة بالمادة الخارجية، والذي من دونه ما كانت لتوجد أي وسيلة لتعيين الكتلة رصديًّا. لا يوجد أي شك منطقي في أن هذه الإجابة صحيحة، لكن ما يهمنا هنا حقًّا ليس الإجابة العلمية الناتجة عن تطبيق النظرية النسبية، لكن الطريقة

(١) لم يشهد إدنجتون الكثير من الجسيمات التي أضيفت فيما بعد، ولم يطلع على النموذج العياري للجسيمات، حيث باتت لقوى الطبيعة جسيمات تحمل تأثيراتها ويطلق عليها اسم بوزونات، وللمادة جسيمات يطلق عليها اسم فرميونات، وتلك الفرميونات تنقسم إلى هادرونات ولبتونات (تضم الإلكترونات وغيرها) وتنقسم الهادرونات بدورها إلى ميزونات وباريونات (تضم البروتونات والنيوترونات وغيرها)، وتلك الباريونات والميزونات مكونة من جسيمات أصغر تدعى كواركات.
ولعل حجة إدنجتون مع ذلك لا تزال قائمة، لاحظ محاولات الربط المتواصلة بين هذه الجسيمات ومحاولة تتبعها الدائبة نحو أصل واحد (المترجم)

التي حاولنا بها غريزيًّا أن نفسر الاختلاف. لا نستطيع السماح لأنفسنا بالتفكير في الاختلاف بين البروتون والإلكترون كثنائية غير قابلة للاختزال – مثل الاختلاف بين الروح والجسد غير القابل للاختزال. (أستخدم أفضل تشبيه يمكنني العثور عليه، لكن نمط التفكير الذي يلح على التسلل عند تفسير التنوع هو أمر عام وشائع جدًّا حتى إن ثنائية الروح والجسد نفسها على المحك بسببه). ما إن نكتشف اختلافًا بين البروتونات والإلكترونات حتى نبدأ في التساؤل عما جعلهما مختلفين. عندما يبزغ هذا التساؤل، دائمًا ما نستند إلى البنية. نحاول تفسير الاختلاف باعتباره اختلافًا في البنية، كون بنية البروتون هي الأكثر تعقيدًا، ربما. لكن لو امتلكت الإلكترونات والبروتونات بنية، فمن غير الممكن أن تكون البروتونات والإلكترونات وحدات تلك البنية النهائية. لذلك فالتنوع الحالي للنواتج الأخيرة للتحليل الفيزيائي هو مؤشر على أننا لم نلمس القعر بعد؛ وعلينا أن ندفع بأبحاثنا وتحرياتنا أبعد حتى نصل إلى وحدات متماثلة لا تدعونا لتحديها من أجل تحليل أبعد. ينطوي الاستدلال – كما هو واقع – على مغالطة؛ لأن الاختلاف بين البروتونات والإلكترونات هو في العلاقات الخارجية وليس جوهريًّا، لكن الاستدلال المنطوي على مغالطة يحمل معلومات عن خلفية تفكيرنا؛ والتفكير الذي يلح على الولوج عنوة يذهب إلى أن الأشياء المختلفة، تختلف بسبب أن لها بنى مختلفة. يكمن الاختلاف في البنية، لا في الوحدات التي تنبني منها هذه البنية.

لذلك أستنتج أن نمط تفكيرنا الراسخ هو على الصورة التي لا تجعلنا نستكين في رضا، حتى يكون في مقدورنا تمثيل كل الظواهر الفيزيائية في صورة تفاعل متبادل بين عدد هائل من وحدات بنيوية متماثلة جوهريًّا. سوف يتم استيعاب كل التنوع إذن باعتباره موافقًا لأنماط مختلفة من الصلات بين هذه الوحدات، أو كما نقول عادة، موافقًا لتشكيلات مختلفة. ما من شيء في العالم الخارجي يملي هذا التحليل إلى وحدات متماثلة، تمامًا كما لا يوجد شيء في الذبذبات غير المنتظمة للضوء الأبيض يملي تحليلنا له إلى قطار موجي أحادي اللون. يأتي الإملاء من طريقتنا الخاصة

للتفكير، تلك التي لن تقبل بأي نمط آخر للحل كأمر نهائي، تقدمه الخبرة الحسية.

في نظرية الكم الحالية يقترب التحليل من ذلك، لكنه لم يبلغ هذه المثالية بعد. لذلك السبب لا يزال فيزيائيو الكم غير مقتنعين بأنهم قد وصلوا إلى عمق العلاقات فيما بين الأنواع المختلفة من الجسيمات التي يدركونها، وإلى عمق الصلة بين الجاذبية والكهرومغناطيسية والتكمية[١]. بالنسبة لي أظن أن البيانات التي تزود بها أغلب الكتب عن نظرية الكم لا تمثل بأي حال مقدار معرفتنا الحالية الكلي بهذه المسألة. إذا ما وُجِّه انتباه أكبر نحو الجانب النسبي من المسألة، فسوف يكون الإطار الأساسي لتوسع النظرية الفيزيائية من نقطة التعثر الحالية لنظرية الكم إلى وحدات البنية النهائية واضحًا إلى حد كبير. هناك شرح عام لتطوير نظام فيزيائي منطقي، يبدأ من الوحدات البنيوية في (الفصل العاشر). لأجل تفاصيل أكمل فيما يتعلق بالخطوات التي عن طريقها يمكن من هذه البداية أن نقدر على استنباط قوانين وثوابت الطبيعة المقبولة يجب الرجوع إلى أبحاثي الرياضية[٢].

-٤-

عادة ما يقتضي مفهوم التحليل ضمنًا أن الأجزاء مكتفية ذاتيًّا. يمكن للجزء أن يُدرَك كموجود من دون الأجزاء الأخرى المتاخمة، وذلك دون تعنت ذهني، أو كي نشير للأمر بشكل أكثر دقة، يمكننا إدراك الكل الذي لن يسفر عما هو أكثر من هذا الجزء الواحد عند تعرضه لنظام التحليل الذي نوظفه. يوظف الفيزيائي النظري مفهوم الاكتفاء الذاتي هذا، عندما يزيل من اعتباراته الكون بمجمله عدا ذرة واحدة؛ لأجل بحث تركيب هذه الذرة الواحدة.

---

(١) حتى اللحظة لم تسفر جهود محاولات التوحيد بين الجاذبية ونظرية الكم عن نجاح، لكنها لا تزال واحدة من أصخب مناطق التساؤل العلمي. (المترجم).

(٢) relativity theory of protons and electrons (Cambridge,1936) (المؤلف).

لكن يبرز هنا تضارب مفاهيمي. لو أن جزء –على سبيل المثال، ذرة– سوف تكون تمامًا على ذات الصورة التي هي عليها من دون بقية الكون، وبقية الكون سوف يكون تمامًا على ذات الصورة التي هو عليها من دون هذه الذرة الواحدة، فإن أجسادنا (التي تُكوّن جزءًا من بقية الكون) سوف تكون تمامًا على ذات الصورة التي هي عليها من دون هذه الذرة، ولذلك ففي مقدورنا ألا نحظى بأي خبرة حسية ترتبط بأي حال بهذه الذرة أو تنبعث عنها.

تصور أجزاء الكون الفيزيائي المكتفية ذاتيًّا باستمرار هو تصور يناقض ذاته؛ حيث إن مثل هذه الأجزاء هي بالضرورة خارج معرفتنا الرصدية، ولذلك فهي ليست جزءًا من الكون الذي صيغت المعرفة الرصدية لتصفه.

نموذج بنية الذرة غير كامل ما لم يحتوِ على بعض البنود التي تمكننا من أن نصبح قادرين على إدراك ما يحدث في الذرة. باختصار، الفيزياء التي فتتت الكون إلى أجزاء، وقع عليها عبء لصق أجزائه من جديد. يدعى اللاصق باسم "التفاعل البيني".

يتمثل أحد أهم منجزات نظرية الكم الحالية في الطريقة التي تغلبت بها على صعوبة منح أجزاء الكون نوعًا من الكفاية الذاتية، التي لا تعزلها عن التفاعل مع بقية الكون. عزت لكل نوع من الذرات مجموعة من الحالات الأولية (حالات ذاتية)، تتوافق كل حالة مع بنية مختلفة. تلك الحالات هي النواتج النهائية لتحليلنا عوضًا عن الذرات نفسها. ما الذرة نفسها إلا تجمع لحالاتها، أو، كما نقول على نحو عام : إن لها احتمالات متنوعة للوجود في حالاتها المختلفة. بالمثل التركيب النهائي للوحدة البنيوية (المُعرَّف فيما بعد في هذا الفصل باعتباره «وجودًا» بسيطًا لرمز) هو إلكترون أو بروتون في حالة أولية، وليس كما يُرصد عادة كاجتماع لحالات أولية. عندما يتم التشويش على ذرة بسبب جسيمات أخرى، فإن حالاتها الأولية لا يشوش عليها؛ يبقى تركيبها هو ذاته، تمامًا كما كانت الذرة معزولة بالكلية عن محيطها. الشيء الوحيد

الذي يشوش عليه هو توزيع الاحتمالات بين مختلف الحالات الأولية. على ذلك فالأجزاء التحليلية من الكون مكتفية ذاتيًّا فيما يتعلق بالبنية والتركيب، لكن معرفتنا الرصدية معنية بتوزيع الاحتمالات فيما بينها، ومتعلقة بتوزيع الاحتمالات التي تتفاعل معًا.

كلما درسنا منهج التحليل الكمي عن قرب أكثر، أثنينا على إتقان الطريقة التي يتغلب بها على تناقض التفكير الذي يتطلب أجزاء يسفر عنها التحليل كي تكون مستقلة مفاهيميًّا، لكنها متداخلة معًا، وقائمة بعضها على بعض حال الرصد الفعلي.

حقيقة إن إمكانية تحليل الكون إلى أجزاء مستقلة تمامًا، ومن ثم يمكن إضافة تفاعل بين الأجزاء دون تغيير التحليل يُعد أقل غموضًا عندما ندرك أن التفاعل من الممكن أن يكون ذاتيًّا بالكلية. حتى لو كانت الأجزاء نفسها موضوعية بالكلية، وليس لها تأثير فيزيائي على سلوك بعضها ببعض، من الممكن أن يظهر تفاعل ذاتي في معرفتنا بها. لقد تبين لنا أن نواتج تحليلنا النهائية يجب أن تكون وحدات بنيوية متماثلة، على ذلك لا يمكن تمييز بعضها عن بعض رصديًّا، لذلك من الممكن أن تتبادل فيما بينها دون أن يؤثر ذلك التبادل على الرصد. على العكس يكون النظام المستدل عليه من الرصد –النظام الممكن معرفته– أقل تعينا من النظام الموضوعي، حيث إن الجسيمات المنفردة في النظام الممكن معرفته تُترك دون تحديد دقيق. يمكننا أن نقول فقط إن جسيم النظام الممكن معرفته لديه احتمالية متكافئة كي يكون أي واحد من الجسيمات الموضوعية. عند مقارنة سلوك النظام الممكن معرفته بسلوك النظام الموضوعي، يجب أن يؤخذ في الاعتبار التأثير الإحصائي لعدم التمايز هذا. التأثير مكافئ لذلك الناتج عن قوى التفاعل الفيزيائية. على سبيل المثال، جسيم يبدو وكأنه قد انحرف عن موضعه المتوقع بسبب قوة قد عملت عليه أو بسبب يرجع إلى عدم التمايز الرصدي بحيث من الممكن أن أشير إلى جسيم آخر باعتباره هو عن طريق الخطأ. تم ضرب مثال على هذا التفاعل الذاتي الخالص في الفصل الثالث.

بات هناك الآن سبب يدفعنا للاعتقاد في أن كل قوى التفاعل البيني في الفيزياء تنشأ عن عدم تمايز الجسيمات النهائية. لذلك فللتفاعل أصل ذاتي. لقد سلَّمنا بالفعل بذاتية جزئية للجسيمات النهائية، لكن التفاعل نتيجة عدم التمايز مستقل عن هذا. فشل تحليلنا في فصل الكون إلى أجزاء مستقلة بالكلية وتركه لقدر معين من التفاعل فيما بينها ليس عيبا فيه؛ لكنها كفاءته التي خرجت بهذه النتيجة. لقد لاحظنا بالفعل (الفصل السادس) أن هناك نوع من الانفصالية بين «الجيد» و«المثالي» في الفيزياء. إلى حد كبير، ليس «المثالي» صيغة تفضيل مشتقة من «الجيد»، حيث إن الجيد بتجاوزه لنفسه يهزم أهدافه الخاصة. لو أن هدف التحليل هو الفصل، فيجب أن يتوقف قبل بلوغ الوحدات البنيوية النهائية بقليل؛ لأنه عندما تصبح الأجزاء بسيطة جدًّا بحيث لا يمكن تمييز بعضها من بعض، يجعلها عدم التمايز هذا مشوشة في معرفتنا الرصدية، وعلى نحو ما يلغي عدم تمايز الجسيمات هذا الفصل الذي تسبب فيه التحليل.

-٥-

المادة هي أحد أكثر المفاهيم سيطرة ضمن منظورنا المألوف لعالم الخبرة الحسية، وهي أحد المفاهيم التي يجد العلم نفسه باستمرار في حالة حرب معها. لقد لمسنا بالفعل أحد ملامحها – كونها موجبة بالضرورة، بالمقارنة بنمط لا يبالي بالموجب أو السالب. أحد خواص المادة الأخرى هو ديمومتها أو شبه ديمومتها، وفي هذا الخصوص خلّصت الفيزياء نفسها من مفهوم المادة لتستبدل فقط شيء ما بمفهوم المادة يحمل ذات الديمومة؛ لذلك وعلى نحو غير مباشر لا تزال المادة مسيطرة على نمط تفكيرنا – مادة مخففة، لم يبق من خواصها شيء إلا ديمومتها.

لأجل مواكبة نمط التفكير هذا، فمن اللازم ألا يكون تحليل الكون إلى أجزاء مجرد تقسيم عابر، لكنه فصل إلى أجزاء لها درجة ما من الديمومة. تصاغ الديمومة

علميا في شكل قوانين البقاء: بقاء الكتلة، وبقاء الطاقة، وبقاء الزخم (كمية التحرك)، وبقاء الشحنة الكهربية. تقودنا متطلبات الديمومة المقترنة بالمفهوم الذري إلى تمييز الوحدات (البروتونات والإلكترونات) غير القابلة للهدم عادة، وربما غير القابلة للهدم بالكلية باعتبارها الجسيمات الأولية النهائية. علاوة على ذلك، لدينا في الميكانيكا الموجية التي تتعامل مع الاحتمالات صراحة تحليل إلى حالات ذاتية؛ أي: توزيع ثابت للاحتمالات، له درجة ملحوظة من الديمومة.

بسبب اختلاف مقياس الزمن الطبيعي المعني، يكون للديمومة دلالة إبستمولوجية مختلفة في الفيزياء المولية عن تلك الديمومة في الفيزياء الميكروسكوبية. يعتبر الجزء من مائة جزء من الثانية في مقياس زمن التدفق الذري فعليًّا كأبدية. إن كان لهذا المعيار أن يظهر مطلقًا في المقياس الزمني للإدراك البشري العادي فستبدو الخواص المميزة بالتأكيد وكأنها باقية أبدًا. لذلك هناك سبب واضح لانتخاب الملامح الدائمة وتجاهل الملامح المؤقتة للأنظمة الميكروسكوبية. تنهض الميكانيكا الإحصائية الحديثة على هذا الملمح، تمامًا كما كانت تفعل الميكانيكا الإحصائية الكلاسيكية، ذلك الملمح الذي يعد ربما أقدم مبدأ إبستمولوجي مقبول صراحة في الفيزياء. لكن الديمومة في الفيزياء المولية تشير إلى فترة زمنية أطول كثيرًا للبقاء، ولا وجود لذات السبب الذي يدفع لتركيز الانتباه على الخواص التي تملكها. لذلك فصياغاتنا الذاتية للمعرفة الفيزيائية ينبغي أن تفرض انتخابًا في صالح البقاء حتى أجزاء من المائة جزء من الثانية أو نحو ذلك[1] وهي النتيجة الطبيعية للتعرق الخشن لإدراكنا للزمن. لو أن هناك أي انتخاب في صالح ديمومة تصل إلى أيام أو قرون، فيجب أن تقوم على أساسات أخرى.

لقد أكدت على التأثير الانتخابي للإلحاح العقلي على الديمومة في كتاباتي

(١) حاليًا يحتاج تعريف أي جسيم إلى أن تكون له ديمومة تصل إلى أجزاء من مائة مليون مليون جزء من الثانية. (المترجم).

السابقة، والتي كنت معنيًّا فيها بالفيزياء المولية فقط[1]. لقد كان الملمح الأول للانتخاب الذاتي الذي صادفته. باسترجاع ذلك، أجد من الغريب أنني قد كنت مقتنعًا في البداية بالأصل الذاتي لبعض قوانين الطبيعة من خلال تأمل القانون المولي، وكنت ميالًا إلى احتمالية اعتبار القوانين الميكروسكوبية موضوعية (في ذلك الوقت كان طرحها غائمًا تمامًا)؛ لأن تطبيق القانون المولي يبعث على تساؤل صعب، لا يظهر في تطبيق القانون الميكروسكوبي. دعنا نتفكر في هذا الاختلاف.

نعتبر المخ مُتَطلِبًا بسبب "لوازم التفكير" التي تستدعي خواصَ معينة في الأجزاء التي تصنع الكون الفيزيائي. يفرض العقل متطلباته عن طريق رفض الاعتراف بأي نظام تحليل إلى أجزاء، لا يسفر عن أجزاء، لها الخواص المتطلبة. ببساطة ما قوانين الفيزياء الأساسية إلا صياغات رياضية لخواص الأجزاء التي يقسم تحليلنا الكون إليها؛ وقد كان خلافنا في كونها جميعا مفروضة من قِبَل العقل البشري بهذه الطريقة، ولذلك فهي ذاتية بالكلية. سوف يقضي على هذا المنظور اكتشاف أن الكون الموضوعي «يظهر» في تحليلنا – بحيث يبدي ميلًا جوهريًّا للانفصال إلى هذه الأجزاء، كما لو كانت تستبق مطالب العقل. لذلك يلزم أن نختبر في تشكك أي ظاهرة تبدو فيها الأجزاء وقد قدّمت نفسها بشكل منفصل تلقائيًّا، دون أن نحفر عميقًا بالتحليل لنعثر عليها.

بفحص الظاهرة الميكروسكوبية، علينا أن نحمل في عقولنا المناهج البروكرستية للتجريبي الذي يبدع كي يوفر ما يطلبه إطار تفكيرنا، مثل النحات الذي يجعل الأجزاء، أو تجمعات الأجزاء التي تخلقها تصوراتنا التحليلية مرئية، أو على الأقل تزود عمليات الصنعة، أو الفرز خاصته بتأثيرات ترضي إيماننا في وجود الأجزاء هناك. لكن في الفيزياء المولية يكون التداخل التجريبي محدودًا للغاية كي يشكل فارقًا. لا يمكن لجهازنا أن ينتج كواكبَ تنفذ جريًا في مدارات موصوفة وفق نسق

(١) space, time, gravitation, p.169; the nature of the physical world, p. 241 (المؤلف).

وترتيب بنفس الطريقة التي ينتج بها ضوءًا أحادي اللون ينفذ ذبذبات موصوفة وفق نسق وترتيب. لذلك إذا ما وجدنا في الفيزياء المولية أي شيء يبدو وكأنه يدعم نظام تحليلنا المعتمد، فإنه يهدد نظريتنا على نحو أشد خطورة.

من وجهة النظر هذه فإن الظاهرة التي تتطلب اختبارًا هي ظاهرة وجود أجسام صلبة دائمة نوعًا ما، في عالم الإدراك المألوف. على الرغم من أن ثبات أشكال المادة ليس مكافئًا تمامًا لمبدأ بقاء الكتلة العلمي، إلا أن هناك ارتباطًا وثيقًا. على نحو طبيعي، يكون التغيير الملحوظ في الكتلة مرتبطًا بتغيير ملموس في شكل المادة. تقوم الأجسام من حولنا –على نحو تقريبي– بعرض عملي مستمر لقانون بقاء الكتلة. بالكاد من الممكن توقع هذا؛ يمكن للمعرفة المسبقة أن تنبهنا إلى وجوب نفاذ قانون بقاء الكتلة، لكنها لا تنبهنا إلى كونه سيصرخ فينا. سوف يكون هناك بقاء لشيء، لكن ليس بالضرورة أن يكون شيئًا يقبض عليه الحس.

يتكون عالم الإدراك المألوف بشكل كبير من أشياء على درجة ما من الديمومة، وعلى هذا النحو تتوافق تلقائيًّا مع نمط تفكيرنا. يبدو التفسير المناسب لهذا أنه من دون درجة ما من التناغم بين التفكير والحس، سوف يكون استمرار وجودنا مستحيلًا. تساؤلنا عن الكيفية التي جاء بها ذلك التناغم –سواء وضعته خبرتنا الحسية داخل رؤوسنا كي نفكر على هذا النحو، أو سواء تم توجيه حواس الإنسان بواسطة الانتخاب الطبيعي على هذا النحو كي لا تتصارع بشكل جلي تمامًا مع لوازم تفكيره– ربما يشبه التساؤل عما إذا كانت الدجاجة قد جاءت أولًا أم البيضة، وربما ليس من الهام جدًّا أن نقرر. ربما نترك السؤال عما إذا كانت أنماط التفكير التي تسيطر على منظورنا مكتسبة أم غريزية فطرية مفتوحًا. لكنني أميل إلى الاعتقاد في أن الجذر النهائي بالتأكيد عقلي، نزعة لا يمكن فصلها عن الوعي. يجب التذكير بأن الإحساس المجرد لا يُعيِّن ما ندعوه عادة بكون الخبرة الحسية المألوف، الذي تقع فيه الأشياء ذات الشكل والحجم الدائم الثابت إلى حد ما. يتضمن ذلك خليطًا من الحس والحس

المشترك. من بين مختلف حواسنا يتحمل البصر واللمس فقط مسؤولية المفهوم المألوف لعالم خارجي عامر بالأجسام الصلبة الدائمة الثابتة. لا توفر الأشكال البدائية للبصر واللمس –الحساسية العامة للضوء والظلام وحساسية مجسات النبات المرنة– إلا قليلًا من الخام اللازم لتشكل مفهوم الديمومة. من هذه البدايات تطور نظام حسي معقد على ذلك النحو الذي يكفل وضع عالم مُرضٍ لمطلب الديمومة العقلي أمامنا على نحو واضح.

من الواضح أن تجهيزاتنا الحسية يجب أن يكون لها تأثير انتخابي على المعرفة المكتسبة عن طريقها. يمثل نمط التفكير الذي يعرض معرفة رصدية كوصف للعالم الخارجي، ذلك العالم باعتباره محتويًا على أعصاب وأمخاخ، من خلالها تحصل العقول على المعرفة. يحدد انتخاب أجزاء، أو انتخاب مجموعات أجزاء من الكون كي تقوم بوظيفة النقل والتوصيل، البروز النسبي لأجزاء ومجموعات أجزاء متنوعة في خبرتنا الحسية. هدف الفيزياء إزالة هذا البروز العرضي، بذلك فخبرتنا الحسية في النهاية غير معنية بالتوصيف العلمي للعالم؛ على سبيل المثال، لا يتعرف الوصف العلمي على أي فجوة بين الإشعاع المرئي والأشعة فوق البنفسجية. لكن للبروز في منظورنا المألوف الحادث جزئيًا نتيجة علاقته الوثيقة بآلية الإحساس في الفيزياء المولية نفس درجة التأثير التي لفرز التداخل التجريبي في الفيزياء الميكروسكوبية؛ يزود كلا منهجي العزل الجزء بحضور زاهٍ في خبرتنا، يبدو للوهلة الأولى غير متماش مع المنظور الناتج بالكاد عن نظام تحليل معتاد.

أخلص إلى أن العثور على قانون فيزيائي واضح على نحو وثيق في ملمح من ملامح عالم الإدراك المألوف، ليس بالضرورة دحضًا لخاصية المعرفة المسبقة بهذا القانون. يتعرض الإدراك المألوف لذات لوازم التفكير –مثله كمثل تلك المدركات التي تسفر عن الوصف العلمي للعالم– من خلال تطبيق أكثر نظامية، لذلك فالتوافق الجزئي ليس بأمر مستبعد.

-٦-

يؤكد الاستعراض التالي لموقفنا على النقطة التي كنا بصددها في الفقرة السابقة:

يمكننا التنبؤ بالقوانين الأساسية والثوابت من خلال تأمل أنماط تفكير معينة متجذرة بعمق، تلك القوانين الأساسية والثوابت الموجودة في وصف الكون الفيزيائي، الوصف الذي تطور تحت تأثير توجيه أنماط التفكير تلك، لكن لا يمكننا التنبؤ بالتناظر الذي سوف يكون بين العناصر في هذا الوصف الفيزيائي المسبق، والعناصر في إدراكنا المألوف للكون.

قد يكون التناظر بعيدًا جدًّا، حتى إن نظرية المعرفة المسبقة سوف تبدو غير ذات صلة بالرصد إلى حد كبير، لكن التناظر أولي وأساسي تمامًا بالفعل. ليس علينا أن نبحث بعيدًا جدًّا في خبرتنا المألوفة قبل أن نصادف الأشياء التي تطيع القوانين التي تصفها نظرية المعرفة المسبقة. يمكننا تقريبًا رؤية البروتونات والإلكترونات في غرفة ويلسون[١]، يمكننا تقريبًا رؤية الكتلة وهي محفوظة. نحن لا نرى بالفعل هذه الأشياء، لكن ما نراه على علاقة وثيقة جدًّا بها.

في مقدورنا أن نجبر المعرفة الرصدية -بغض النظر عما قد تسفر عنه الأمور- على الانقياد والدخول ضمن إطار تفكير سابق التحدد. دلالة (٢) أن المعرفة الرصدية تبدو وقد أظهرت نزوعًا نحو موافقة إطار التفكير، دون إجبار زائد لها على الانقياد والدخول ضمن الإطار. مع ذلك، لا ينبغي أن تكون هذه النزعة مبالغًا فيها.

---

(١) غرفة ويلسون أو الغرفة السحابية: هي جهاز لرصد الجسيمات، حيث تحتوي على غرفة صغيرة تكون مليئة بغبار الماء المشبع، بحيث إن الجسيم المار عندما يتفاعل مع جزيئات الوسط يسبب تأينها، مما يحفز تكثف الماء على تلك الجزيئات المتأينة، فيصبح مسار الجسيم مرئيًّا. (المترجم).

يعد الصدع الواسع جدًّا الموجود الآن بين العالم المألوف والعالم الموصوف في النظريات العلمية الحديثة مقياسًا لمقدار الإجبار الذي وُجد لازمًا.

من هذا المنظور فإن "رؤية" الإلكترونات والبروتونات ليست على نفس درجة ودلالة "رؤية" حفظ الطاقة. لقد تم فرز الإلكترونات والبروتونات بواسطة التداخل التجريبي، لكن إدراك الأشياء التي تُظهر حفظا للكتلة يقع دون شروط، ومن دون ظروف صناعية ومن الواضح أنه دليل تلقائي لإحساس بملاءمة التحليل المسبق.

يُعَدُّ وجود مسارات معينة للتواصل الحسي، الذي يُرجع الأحاسيس في الوعي لأشياء أو حالات منتخبة في العالم الفيزيائي، عاملًا انتخابيًّا في معرفتنا. هذا الانتخاب هو بالكلية خارج تحكمنا الحالي، لكنه مشروط بحقيقة أن الحياة سوف تكون مستحيلة من دون درجة ما من التناغم بين نتائج الانتخاب وأنماط التفكير الراسخة خاصتنا. يستتبع ذلك أن تمييز مداركنا وتجريدنا لعناصر معينة (الأشياء الفيزيائية الثابتة الدائمة) خارج شبكة التواصلية التي تشكل الكون الفيزيائي، تتبع وفق مقاربات فجة ذات خطوط التحليل العلمي للكون الفيزيائي القائمة على نفس أنماط التفكير الراسخة.

أنماط التفكير البدائية التي واصلت هيمنتها على الفيزياء بالرغم من الثورة الحديثة هي:

النمط الذي يصيغ المعرفة التي نحصل عليها عن طريق خبرتنا الحسية باعتبارها وصفًا للكون. من خلال هذا يتم تقديم الكون وتعريفه.

مفهوم التحليل الذي يمثل الكون باعتباره وجودًا مشتركًا لعدد من الأجزاء. وكما هو معتاد في الفيزياء، لا يقتصر المفهوم على "تحليل – المادة» الذي يتطلب أن تكون جميع الأجزاء موجبة. تكون الأجزاء موجبة أو سالبة بلا تحيز ضمن المفهوم الأعم "لتحليل – النمط»؛ ويستتبع هذه العمومية أن دلالة جزء لا يمكن فصلها عن نظام التحليل الذي تنتج عنه.

المفهوم الذري، الذي يستلزم أن يكون نظام التحليل على النحو الذي يجعل الأجزاء النهائية عبارة عن وحدات بنيوية متماثلة، لذلك فكل التنوع يأتي من البنية وليس من عناصر تشكل هذه البنية.

مفهوم الديمومة (شكل معدل لمفهوم المادة) الذي يستلزم أن يكون للأجزاء النهائية درجة ما من الديمومة. يقودنا هذا إلى تقدير خاص لتجمُّعات الأجزاء الدائمة وشبه الدائمة والخواص التي تبقى دائمة في خضم تقلبات الظاهرة.

مفهوم الكفاية الذاتية للأجزاء (المشتق ربما من مفهوم الوجود). يتعارض هذا المفهوم بدرجة ما مع المفاهيم السابقة. وفق تسوية، تعتبر الأجزاء مكتفية ذاتيًّا جوهريًّا، لكنها تتفاعل فيما بينها في معرفتنا المعنية بالاحتمالات. ذلك يستغل العلاقة غير القابلة للانعكاس بين الرصد والمعرفة المصاغة المطروحة عن طريق مفهوم الاحتمال (الفصل السادس). في الحقيقة، قد نستنتج اللا انعكاسية (وبذلك نستنتج الحاجة إلى مفهوم الاحتمال) كنتيجة إبستمولوجية لإطار التفكير الذي يتطلب أنظمة فيزيائية أولية كي تكون قابلة للعزلة، ولا تزال قابلة للرصد.

قد لا تكون هذه القائمة حصرية لكن فيما يبدو قد ضمت الأنماط الرئيسة المسؤولة عن منظورنا الحالي. من الهام تسليط الضوء عليها، عند تدارس مقدار العلم الفيزيائي الذي يحدده نمط المعرفة المسبقة، والمقدار الناتج عن مصدر موضوعي للمعرفة. بتعقبنا للمصادر البدائية لأطر التفكير العلمي، تحولنا الآن نحو تأمل الإطار وتقديره، الذي تطور عبر مسعى ذهني شديد التعقيد عنها. يمثل الإطار الموصوف في الفصل القادم الحدود الحالية للتقدم. حتى الفيزيائي الرياضي لا يبقي على مثل هذا المستوى المتقدم جدًّا للتفكير على نحو ثابت، وعادة ما يعود لأساليب الصياغة الأكثر ألفة كي يقدر قيمة ثمار التقدم.

الفصل التاسع

مفهوم البنية

-١-

بات الفيزيائي النظري اليوم ممارس للرياضيات بشكل كبير جدًّا. من أين تأتي الرياضيات؟ لا يمكن أن أقبل بوجهة نظر جينز[١] الذاهبة إلى أن مفاهيم الرياضيات تظهر في الفيزياء لأنها تتعامل مع كون مخلوق بواسطة رياضي بحت؛ رأيي أن الرياضي البحت -على الرغم من احترامي له- إلا أنه يجب ألَّا يُمجد على هذا النحو. لا يطرح التأمل غير المنحاز في الخبرة الإنسانية بمجملها أن تلك الخبرة نفسها، أو الحقيقة المتكشفة فيها، هما من طبيعة تجعلهما تحللان نفسيهما تلقائيًّا إلى مفاهيم رياضية. لا توجد الرياضيات هناك إلى أن نقوم بوضعها هناك. السؤال الذي سوف نناقشه في هذا الفصل هو: عند أي نقطة أبدع الرياضي في القبض على المادة التي لا تبدو في جوهرها متفقة خصيصا مع معالجاته؟

(١) سير جيمس جينز: فيزيائي ورياضي وعالم فلك بريطاني، كانت أشهر إسهاماته العلمية اكتشافه ما بات يُعرف بطول جينز، وهو نصف القطر الحرج لسحابة نجمية، وكذلك كتلة جينز وهي الكتلة الحرجة لسحابة نجمية وهي الخواص التي تحدد أي السحابات النجمية سوف تُكوّن نجوم وأيها لن يفعل. (المترجم).

يبدأ الرياضي في المعتاد بطرح عدد من الرموز، على عكس الاعتقاد العام الشائع، لا يحمل هذا في نفسه أي أمر رياضي. إذا ما قمت في محاضرة عامة باستخدام الرمز الشائع N0 فسيمثل عدد صفر من المعترضين، لكن لو رمزت له بـ N، فسوف يُعلن أن «المحاضر قد تحول نحو رياضيات عليا عند هذه النقطة». بإهمال مثل هذه الأحكام المسبقة، علينا أن نميز أن إسناد الرموز: A, B, C,... إلى مختلف المكونات أو الكميات هو بالكاد اصطلاح مختصر، لا يتضمن أي مفاهيم رياضية.

تتمثل الخطوة التالية في طرح نوع ما من العلاقات أو المقارنات بين A وB. إذا ما فحصنا العملية العقلية لمقارنة شيئين، أظن أننا سوف نمسك بأنفسنا بينما نتصور سلسلة من الأشياء البينية بينهما. أفضل طريقة لإدراك أوجه الاختلاف فيما بينهما عن طريق تأمل ما، علينا القيام به لتغيير أحدهما بإطراد إلى الآخر. إذا كانت فكرة التعديل التدريجي لأحدهما نحو الآخر بعيدة المنال للغاية، فسوف نقرر ببساطة أن الشيئين غير متشابهين تمامًا، إلى درجة أن عقد مقارنة فيما بينهما سيكون بلا معنى. لذلك سيكون من المفيد طرح تصور عن عملية تغير أحدهما إلى الآخر. على سبيل المثال: تصور عملية للتمدد سيكون مفيدًا عندما يكون علينا مقارنة أشياء ذات أحجام مختلفة. على ذلك بات لدينا إلى جانب A وB وC و.... الأصلية، زمرة جديدة من الرموز P و Q وR و....، تمثل العمليات التي تحول A إلى B وA إلى C وB إلىC ، وهكذا.

لكننا لا نزال في مرحلة المصطلحات، وتبدو الرياضيات بعيدة تمامًا كما كان الحال دائمًا. كي نواصل، علينا محاولة عقد مقارنة بين العمليات P وQ وR و.... وبعضها البعض. وفق استنتاجنا السابق، يقودنا هذا إلى تصور عملية لتغيير العملية P إلى العملية Q. بذلك بات لدينا زمرة جديدة من العمليات (أو العمليات المفرطة) X وY وZ و.... تلك العمليات التي تحول P إلى Q وP إلى R وQ إلى R... وبذلك نستمر في مجون من الدلالات الرمزية، التي تطرح رموزًا أكثر وأكثر، ولا نصل أبدًا إلى ما وراء الدلالات الرمزية.

من السهل طرح دلالات رمزية رياضية، تكمن الصعوبة في تحويلها إلى بيان مفيد:

فلتجعل X رمزًا للجمال، ولتجعل Y خلق التربية الحميدة،

Z الثروة (هذه الأخيرة ضرورية للغاية)،

فلتجعل L ممثلة للحب – قال فيلسوفنا –

إذن L هي دالة X وY وZ،

دالة من ذلك النوع المعروف بدوال الجهد[١].

الآن فلتحسب تكامل L بالنسبة إلى dt

(تمثل t الزمن والإقناع)

إذن، بين الحدود المناسبة، من السهل رؤية

وجوب وقوع تكامل الزواج المؤكد.

(برهان موجز جدًّا)[٢].

في البداية لا يوجد فارق جوهري بين هذا المثال للتدليل الرمزي الرياضي وبين A وB وC...، وP وQ وR....، وX وY وZ و.... التي كنا نناقشها. يجب أن نكشف عما حوّل المثال الأخير إلى حساب تفاضل وتكامل فعال صالح للأغراض العلمية، بينما ليس للأول أي نتيجة تطبيقية، في حين يواصل الشعر طرح ما هو على علاقة بالرياضيات.

---

(١) دالة رياضية تشير رموزها إلى جهود فيزيائية (المترجم).

(٢) prof. W. J. M. Ranking, songs and fables, 1874 (المؤلف).

(قصص خيالية وأغان) كتاب لويليام جون ماكورن رانكين وهو مهندس وفيزيائي إسكتلندي، له إسهاماته الهامة في مجال الديناميكا الحرارية. (المترجم).

كي نُدخل الرياضيات، علينا بطريقة ما وضع نهاية لانحدار الرموز اللانهائي. سوف نصل إلى مثل هذه النهاية إذا ما وجدنا أن X وY وZ و... ليست بعمليات جديدة، لكنها محتواة بالفعل في زمرة العمليات الأولى P وQ وR و... التي كنا قد طرحناها؛ ما يعني أن هذه النهاية يمكن الوصول إليها لو وجدنا أن نفس العملية التي تغير مكونًا ما إلى الآخر، سوف تغير أيضًا عملية إلى الأخرى.

كمثال: فلتتأمل عمليات المضاعفة إلى مثلين وإلى ثلاثة أمثال وإلى أربعة أمثال إلخ. إذا ما اعتبرنا هذه العمليات هي P وQ وR و... علينا بعد ذلك أن نتفكر فلنقل في عملية Y تلك التي تغير المضاعفة إلى مثلين إلى مضاعفة إلى أربعة أمثال. تتكون المضاعفة إلى أربعة أمثال من عمليتي مضاعفة إلى مثلين، أي مضاعفة مضاعفة المثلين. على هذا فقد تمت مضاعفة العملية Y، وقد سبق طرحها بالفعل باعتبارها p. على نحو أكثر عمومية إذا كانت الزمرة P وQ وR و... ترمز إلى كل عمليات المضاعفة المحتملة، الكسرية وكذلك التكاملية، وإذا كانت عمليات تغيير P وQ و R إلخ. هي أيضًا عمليات مضاعفة، فبذلك لا حاجة إلى رموز جديدة.

كمثال آخر، افترض أن الكميات الأولية A وB وC و.... هي نقاط على كرة. عملية تغيير نقطة ما على الكرة إلى الأخرى هي تدوير الكرة؛ على ذلك فالعمليات P وQ وR و.... هي عمليات تدوير. إذا كانت P وQ عمليات تدوير عبر زوايا متساوية في مستويات مختلفة، فبتنفيذهما يتغير المستوى إلى آخر، كما يمكن تغيير P إلى Q عن طريق دوران آخر، فلنقل R. لو كانت P وQ هي إدارات للكرة عبر زوايا غير متساوية، يمكن تغيير أحدهما إلى الأخرى من خلال الجمع بين عمليتي تدوير ومضاعفة. بجمع كل عمليات التدوير و المضاعفة المحتملة معا، فلا حاجة لطرح أي عمليات أبعد عند مقارنة عملية تدوير للكرة بالأخرى.

لذلك نرى أنه توجد هناك "زمرة عمليات قابلة للانتهاء" لا تقود إلى انحدار

اصطلاحي (مسمياتي) يزداد تعقيدا بشكل دائم. من خلال مثل هذه الزمر القابلة للانتهاء يمكن طرح التفكير الرياضي وتقديمه. تتشكل الأجزاء المختلفة لخبرتنا بالقدر الذي يمكن به إيجاد علاقات فيما بينها في صورة هذه العمليات، المادة الخام للمعالجة الرياضية. تحتوي نظرية المجموعات[1] على التطور الكامل للفكرة، المشار إليها هنا بإيجاز.

-٢-

لزمرة العمليات القابلة للانتهاء -والتي تدعى فنيًّا بالمجموعة- بنية يمكن توصيفها رياضيًّا. تزود حقيقة أن العملية التي تغير P إلى Q ما هي إلا عضو آخر R في المجموعة، بزمرة من روابط مثلثية، يمكن أن تتشابك في أنماط كثيرة التنوع، ونمط التشابك هو ما يُكوّن البنية المجردة. يمكن تمييز بعض المجموعات عن بعض، عن طريق بنيتها المجردة. يعين الوصف الرياضي للمجموعة نمط التشابك فقط ولا يهتم أبدًا بالطبيعة الفيزيائية للعمليات التي تسفر عن هذا النمط. لذلك ربما نحظى بزمر مختلفة تمامًا من العمليات التي لها نفس بنية المجموعة وبذلك فهي متكافئة طالما كان الوصف الرياضي هو المعني.

أحد أهم مجموعات الفيزياء، مجموعة الدورانات في ستة أبعاد، هناك خمسة عشر مستوى مستقلًّا للدوران في فضاء سداسي الأبعاد (في مقابل ثلاثة مستويات مستقلة للدوران في الفضاء ثلاثي الأبعاد)؛ ولأن علينا أن نضيف دائمًا عملية "ترك الأشياء كما هي"، والتي تعد عضوًا دائمًا في كل مجموعة (تماما كأعضاء اللجان الرسمية بحكم مناصبهم)، يصير لدينا ستة عشر عضوًا كي نُكوّن بنية مجموعة بها. يتكون نمط متشابك محدد من خلال الروابط بين هذه العناصر (بخلاف العنصر الموجود بحكم

(١) تجد شرحًا أوليًّا لنظرية المجموعات، وللدور الذي تلعبه في تأسيس الفيزياء النظرية، في كتاب مسارات جديدة في العلم (new pathways in science)، الفصل ١٢. (المؤلف).

منصبه) في ست زمر، تتكون كل واحدة منها من خمسة عناصر، ما يعني أن الزمرة (خماسية)، حيث يكون كل عنصر عضوًا في خماسيتين. يكون التشابك فيما بينها على هيئة ارتباطات بين العناصر في صورة ثلاثيتين، أما الثلاثيتان نفساهما فيرتبطان في شكل زوج مقترن. تلعب كل العناصر الخمسة عشر أدوارًا متكافئة في النمط.

الدوران في ستة أبعاد ما هو إلا عملية واحدة من زمر عمليات عديدة تسفر عن نمط – المجموعة الخاص هذا. على سبيل المثال، إذا وضعنا أربع عملات معدنية مختلفة على الطاولة، تشكل عملية المبادلة فيما بينها في أزواج –مع قلب زوج منها على وجهه الآخر أو من دون قلبه– مجموعة لها هذه البنية[١]. يظهر نفس نمط العلاقات في هندسة سطح كومر[٢] رباعي الدرجة، في نظرية دوال ثيتا، والأهم من بين كل هذه الأمثلة لتعلقه بغايتنا – مجموعة محددات الجسيم الأولي (البروتون أو الإلكترون) في حالة أولية، متضمنة محددات شحنته ولفه المغزلي[٣].

كي ندرك تصور بنية – المجموعة على نحو سليم علينا أن نفكر في نمط النسيج البيني باعتباره متجردًا بالكلية من الكميات والعلاقات الخاصة التي تزود بالنمط. على وجه الخصوص، يمكننا أن نعطي وصفًا رياضيًّا منضبطا للنمط، على الرغم من أن الرياضيات قد تكون غير مناسبة على الإطلاق لوصف ما نعرفه عن طبيعة الكميات والعمليات الداخلة فيه. على هذا النحو فالرياضيات تحصل على موطئ قدم في المعرفة التي لا تطرح تصورًا رياضيًّا من داخلها. مهمتها توضيح بنية مجموعة عناصر تلك المعرفة. تقوم بتنكير العناصر المفردة بتخصيص رموز لها، تاركة إياها للتفكير

---

(١) new pathways in science p. 267

تمت مبادلة العملات هناك بخطابات. (المؤلف).

(٢) رياضي ألماني متميز في مجال الرياضيات التطبيقية والهندسة (المترجم).

(٣) اللف المغزلي أو كمية التحرك الزاوي: هي خاصية أساسية من خواص الجسيمات الأولية (أقرب طريقة لتصورها، تصور الجسيم كأنه يدور حول نفسه) وهي خاصية مغناطيسية كمية تمتلكها تلك الجسيمات (المترجم).

غير الرياضي كي يعبر عن المعرفة التي ربما نمتلكها عما تمثله الرموز.

سوف نشير إلى هذا التجريد باعتباره مفهوم البنية الرياضي، أو باختصار، مفهوم البنية. ولأن البنية قد جُردت من كل ما يملكها (أيًّا ما كان)، فمن الممكن التعبير عنها بشكل دقيق من خلال المعادلات الرياضية، معرفتنا عن البنية تواصلية يمكن نقلها، بينما كثير من معرفتنا غير تواصلية وغير قابلة للنقل. لا يمكنني أن أوصل لك المعرفة شديدة الوضوح التي أحظى بها عن أحاسيسي ومشاعري الخاصة. ما من سبيل لمقارنة إحساسي بمذاق الضأن بإحساسك بمذاق الضأن؛ يمكنني معرفة مذاقه بالنسبة لي فقط، ويمكنك أن تعرف مذاقه بالنسبة لك فقط. لكن لو أن كلينا ينظر إلى قطعة أرض، فبالرغم من عدم وجود وسيلة لمقارنة أحاسيسنا البصرية كما هي، إلا أن بإمكاننا مقارنة بنى انطباعاتنا البصرية المتقابلة عن قطعة الأرض. من الممكن لمجموعة من الأحاسيس في عقلي أن تحظى بنفس البنية التي لمجموعة من الأحاسيس في عقلك. من الممكن كذلك لمجموعة من الكميات التي ليست بأحاسيس في عقل أي أحد، ولا يمكن أن نصيغ عنها أي تصور وتتصل معًا من خلال علاقات أن تحظى بذات البنية. لذلك في مستطاعنا أن نحظى بمعرفة بنيوية عن ذلك الذي يقع خارج عقل الجميع. سوف تتكون هذه المعرفة من نفس نوع التأكيدات التي تصاغ عن الكون الفيزيائي في نظريات الفيزياء الرياضية الحديثة. لأجل التعبير الدقيق عن المعرفة الفيزيائية فالنمط الرياضي ضروري ولازم؛ لأنه السبيل الوحيد الذي به نستطيع أن نقصر تأكيداتها على المعرفة البنيوية. لقد تمت إعاقة كل سبيل لمعرفة ما يقع فيما وراء البنية عن طريق الرمز الرياضي غير القابل للاختراق.

يتكون العلم الفيزيائي من معرفة بنيوية بحتة، لذلك فنحن لا نعرف سوى بنية الكون التي يصفها. ليس ذلك حدسًا يتعلق بطبيعة المعرفة الفيزيائية؛ فهو بالضبط ما تعلن المعرفة الفيزيائية المصاغة في النظرية الحالية أنها عليه. يظهر تصور بنية – المجموعات في الأبحاث الأساسية بشكل صريح تمامًا كنقطة ابتداء؛ ولا نعترف في

أي موضع في الأبحاث التالية بمادة خام لم تشتق من بنية – المجموعات.

تطغى حقيقة أن المعرفة البنيوية من الممكن فصلها عن المعرفة بالمكونات التي تشكل البنية على صعوبة فهم الكيفية التي من الممكن بها إدراك معرفة بأي شيء، ليست جزء من عقولنا. طالما كانت المعرفة محصورة في تأكيدات البنية، تكون غير مرتبطة بأي نطاق معين للمحتوى. نذكر أننا قد فصلنا سؤال طبيعة المعرفة عن سؤال الاطمئنان إلى صحتها. إننا هنا غير معنيين بالكيفية التي تجعل من الممكن الاطمئنان بها إلى صحة معرفة تشير إلى شيء خارج عقولنا؛ إننا مشغولون بالسؤال الأسبق عن الكيفية التي يمكن بها القيام بأي نوع من التأكيدات فيما يتعلق بأشياء تقع خارج عقولنا، تلك الأشياء التي لها معان محددة.

-٣-

إنني أتساءل عما إذا كنت قد ترددت قبل أن تقبل بعبارتي (في بداية هذا الفصل) التي تذهب إلى أن المضاعفة لأربعة أمثال هي مضاعفة لعملية المضاعفة. لو أنني قد قلت إن «الأربع مرات هي مرَّتان مرَّتان»، كنت لتقبل بهذا دون تردد؛ لكنها تطرح نفسها على أساس أن المضاعفة أو حساب المرتين عند تطبيقه على عملية قد يعني القيام بها مرة إضافية للتثبت، ولا يوجد سبب إلى حد ما يجعلك تفترض أن العملية الثانية هي بالضرورة تجرى على الناتج النهائي للعملية الأولى.

خارج الرياضيات نجد أن عبارة "اثنان واثنان، أربعة" هي عبارة كاسحة للغاية؛ لكننا قد نمضي فقط إلى الحد الذي نؤكد معه على أنه إذا كان "اثنان واثنان" هو بأي حال عدد، فإن هذا العدد سوف يكون أربعة. بمعنى آخر، إذا كان مفهوم أن المضاعفة إلى مثلين والمضاعفة إلى ثلاثة أمثال، إلخ. تشكل مجموعة، أي زمرة من العمليات القابلة للانتهاء، فعلى ذلك عند تطبيق بعضها على بعض، سوف تسفر عن عمليات الزمرة، من ثم فعضو الزمرة الذي نحصل عليه من مضاعفة المضاعفة هو المضاعفة لأربعة أمثال.

مع ذلك، فلتفترض أننا قد قبلنا بالمعنى الآخر، على ذلك عند تطبيق عملية المضاعفة على المضاعفة يسفر ذلك عن نوع جديد من العمليات، مختلف عن أي زمرة أصلية، والتي يمكن أن نصفها باعتبارها "مضاعفة تثبتية". دعنا نجرب مضاعفة أخرى. التثنية التي تم الحصول عليها بالضرب في اثنين سوف تتم مضاعفتها هي نفسها؛ ومن غير الممكن أن يكون لهذا أي معنى آخر سوى أن الضرب في اثنين قد تم أربع مرات. هكذا، نصل إلى مفهوم المجموعة للمضاعفة والذي ينحصر في قاعدة أن الأربع مرات هي مرَّتان مرَّتان، إذا لم يكن من الخطوة الأولى فسيكون من الخطوة الثانية على أي حال. يتوافق هذا مع ما لاحظناه بالفعل – أن التفكير الرياضي لا يبدأ في الأخذ بزمام الأمر حتى الخطوة الثانية، عندما نصل إلى العلاقات بين العلاقات، أو العمليات على العمليات.

كي نصيغ هذه النقطة بوضوح سوف نميز بين المفهوم البنيوي ونوع أكثر عمومية من المفاهيم. نحصل على المفهوم البنيوي من المفهوم العام المقابل عن طريق تخليص تصورنا من كل شيء ليس لازمًا للدور الذي يلعبه في بنية – المجموعة. إنه عنصر في نمط معين، بلا أي خواص سوى صلته بالنمط. إن خواصه هي تلك التي للرمز الرياضي، التي تتكون من ارتباطاته (أو على نحو أكثر دقة من ارتباطات ارتباطاته) بالرموز الأخرى فقط لا غير. المفهوم العام المقابل – إذا كان هناك واحد – هو تصورنا عما يمثله الرمز في نمط تفكيرنا المعتاد غير الرياضي. يفتقد المفهوم العام لدقة المفهوم الرياضي ومن الصعب دائمًا ربطه بأي شيء محدد. فيما عدا الأحاسيس والمشاعر وما إلى آخره، مما يمكن أن نكون على وعي مباشر به، هناك شك في المفهوم العام حيث ربما لا يكون أكثر من خداع للذات، يقنعنا بأن لدينا استيعابًا لشيء لا يمكننا استيعابه. أيًّا ما كان، مثل هذه المفاهيم يجب أن تُعَدَّ كجزء من نمط تفكيرنا الراسخ.

المفاهيم المشار إليها في الفصل الثامن كانت مفاهيم عامة تقع ضمن نمط

تفكيرنا العادي. من الممكن الآن أن نضيف أننا بتوظيفنا لها كي تمدنا بنمط التفكير الذي يحوي معرفتنا العلمية، فقد قمنا تدريجيًّا بالتخلص من ملامحها العامة، حتى أصبحنا الآن لا نتعرف سوى على المفاهيم البنيوية المقابلة. وفي المقابل قد أصبح إطار التفكير إطارًا رياضيًّا، وأصبحت المعرفة المحتواة فيه معرفة رياضية – معرفة ببنية المجموعة. من خلال طرح نظرية البنية الرياضية باتت الفيزياء الحديثة قادرة بشكل دقيق على تنفيذ المبادئ العامة المفصلة في الفصل السابق. على سبيل المثال: ألححنا هناك على أن دلالة الجزء لا يمكن أن تنفصل عن نظام التحليل الذي تنتمي إليه. فيما يتعلق بمفهوم البنية، فالجزء ما هو إلا رمز ليس له من خواص إلا كمكون من مكونات بنية مجموعة زمرة الأجزاء.

كي نرى كيفية تطبيق هذه الأفكار، دعنا نتأمل مفهوم الفضاء. فلنأخذ أولًا المفهوم العام، عادة ما نعتبر الفضاء الإقليدي اللانهائي كأبسط أنواع الفضاء المتصورة. سوف يفكر أحدهم في أن اللانهائية عقبة مؤثرة إلى حد كبير أمام التصور؛ لكن أغلب الناس ينجحون في إقناع أنفسهم أنهم قد تغلبوا على الصعوبة، بل يجاهرون بأنهم غير قادرين مطلقًا على استيعاب فضاء من دون لانهائية. لكن، أيًّا ما كانت صحة المفهوم العام، فالمفهوم البنيوي للفضاء الإقليدي صعب على نحو استثنائي. ولأنني أريد أن أقدم هنا شرحًا بسيطًا نسبيًّا، فسوف أتدارس الفضاء الكروي المتماثل والذي يحظى بمفهوم بنيوي أكثر بساطة.

من الممكن لأي نقطة في الفضاء الكروي أن تتغير إلى أي نقطة أخرى عن طريق تدوير الكرة. على ذلك، فلنقاط فضاء الكرة أو عناصره **A** و**B** و**C** و.... توجد عوامل مقابلة **P** و**Q** و**R** و.... تعمل عليها وهي دورانات الكرة؛ وببساطة فمجموعة العوامل هي مجموعة الدورانات في عدد الأبعاد الصحيح (في هذه الحالة أربعة أبعاد). بالنسبة "للفضاء» كمفهوم بنيوي، فإن كل ما نعرفه عن الفضاء الكروي أن له بنية – مجموعة من هذه المجموعة من الدورانات. عندما نطرح الفضاء الكروي في

الفيزياء فإننا نشير إلى شيء – لا نعرف ماهيته – له هذه البنية. بمعنى أننا إذا أشرنا إلى الفضاء الإقليدي، فإننا نشير إلى شيء – لا نعرف ماهيته – له بنية – مجموعة قابلة للتحديد، إلا أنها تتطلب تصورًا رياضيًّا أكثر تقدمًا إلى حد ما لصياغة المحددات. بالمثل فضاء الانحناء غير المنتظم الذي يظهر في نظرية أينشتاين هو شيء له بنية – مجموعة تتطلب محددات أكثر تفصيلًا إلى حد ما.

أما المفهوم العام الذي يحاول وصف الفضاء كما يظهر في الفهم المألوف، كيف يبدو؟ ما المشاعر التي يبثها؟ عدميته وسلبيته عند مقارنته بالمادة، «وجوده» – ما هو إلا زينة وزخرف للوصف البنيوي العاري. ما دمنا كنا معنيين بالمعرفة الفيزيائية، فما هذه الزخرفة إلا إضافات غير مصرح لها. فلسفيًّا، من الجيد جدًّا أن نجد صعوبة في استيعاب أنماط التفكير غير الرياضية لأنواع الفضاء التي قامت الفيزياء الحديثة بطرحها؛ فذلك سوف يثبطنا عن القيام بمثل هذه الزخرفة.

-٤-

نظرية البنية الرياضية هي إجابة الفيزياء الحديثة على سؤال لطالما أرقّ الفلاسفة بشدة.

لكن إذا لم أعرف الأحداث في العالم الخارجي مباشرة أبدًا، باستثناء تأثيراتها المزعومة على مخي فقط، وإذا لم أعرف أبدًا مخي إلا في صورة تأثيره المزعوم على مخي، فيمكنني فقط أن أكرر أسئلتي الأصلية في حيرة: "ما نوع الأشياء التي أعرفها؟" و"أين هي؟"[١].

ما نوع الأشياء التي أعرفها؟ الإجابة: هي البنية. كي أكون محددًا تمامًا، هي بنية من النوع المحدد والمبحوث في النظرية الرياضية للمجموعات.

---

(١) C. E. M. Joad, Aristotelian Society, Supp. Vol. 9, p. 137
وقد اقتبست في L. S. Stebbing, Philosophy and the Physicists, p. 64 (المؤلف).

من الصحيح أنه ينبغي التأكيد على أهمية السؤال وصعوبته. لكنني أعتقد أن كثيرًا من الفلاسفة البارزين، تحت تأثير أنهم قد وضعوا للفيزيائيين لغزًا بلا حل، جعلوا من ذلك عذرًا كي يديروا ظهورهم عن عالم الفيزياء الخارجي، وينغمسوا في واقعية عقيمة، هي نفي لكل ذلك الذي قام العلم الفيزيائي بإنجازه لكشف تعقد الخبرة الحسية. مع ذلك فالفيزيائي الرياضي يرحب بالسؤال كشخص يقع السؤال على نحو خاص ضمن نطاق، قد تكون معرفته المتخصصة فيه في خدمة التقدم العام للفلسفة.

عبارة "إذا لم أعرف أبدًا مخي إلا في صورة تأثيره المزعوم على مخي" إن لم تكن دقيقة بالكلية[1]، فهي تصف على نحو واضح الشروط التي نكدح تحتها. لكنها ليست من بواعث القلق الشديد للفيزيائي الذي يزخر موضوعه بهذا النوع من التبعية الدائرية. إننا لا نعرف القوة الكهربية إلا من خلال تأثيرها على الشحنة الكهربية فقط؛ ولا نعرف الشحنات الكهربية إلا في صورة القوى الكهربية التي تصدر عنها فقط. لزمن طويل كان من الواضح أن هذا لا يمثل عائقًا للمعرفة؛ لكن مؤخرًا فقط أصبح ذلك المنهج النظامي لصياغة مثل هذه المعرفة في صورة بنية – مجموعة عمليات معترف بها في النظرية الفيزيائية.

لقد ظهرت حيرة الفلاسفة بجلاء من الاعتقاد الذاهب إلى أننا لو بدأنا من الصفر، فإن أي معرفة تبدأ – بالتأكيد – بمعرفة عن العالم الخارجي مع افتراض أن الإحساس يجعلنا واعين بشيء في العالم الخارجي – شيء يختلف عن الإحساس نفسه لأنه غير عقلي. لكن المعرفة بالكون الفيزيائي لا تبدأ على هذا النحو. لا يخبرنا إحساس واحد (منفصل عن المعرفة التي حصلنا عليها بالفعل عن طريق الأحاسيس الأخرى) بشيء؛ إنه حتى لا يُلمح لأي شيء خارج الوعي الواقع فيه. نقطة البداية[2] للعلم

(١) سوف تكون الصيغة الأدق كالتالي: «إذا كنت لا أعرف أي مخ إلا في صورة تأثيراته المزعومة على مخ» (المؤلف).

(٢) أعني نقطة البداية المنطقية، لا نقطة البداية التاريخية لموضوع قد نما من بدايات غير محددة. (المؤلف).

الفيزيائي هي المعرفة ببنية – مجموعة زمرة من الأحاسيس في وعي. عندما تُجمع شظايا البنية هذه التي أسهم بها أفراد مختلفون في أوقات مختلفة ويُعاد تقديمها وفقًا لأنماط التفكير التي ناقشناها، وعندما تُملأ الفجوات عن طريق بنية مخمنة وفق انتظام وتناسق الأجزاء المعروفة مباشرة، نحصل على البنية المعروفة بالكون الفيزيائي.

بعد هذا التركيب العام للبنية، بتنا في وضع يخول لنا وصف أي جزء معين من البنية في اصطلاحات يتم التعبير بها في المعتاد عن المعرفة الفيزيائية. سوف يمدنا هذا بوصف بديل (فيزيائي) للأحاسيس الأصلية. وبما أنها عناصر بنية الأحاسيس وبما أن هذه البنية قد أُدمجت مع البنية التي تُكوّن الكون الفيزيائي، فيمكننا وصفها باستخدام اصطلاح فيزيائي. ربما لا تكون معرفتنا الفسيولوجية كافية لتحديد الحدث الفيزيائي الدقيق الذي هو أيضًا إحساس في عقل أحدهم؛ لكنها كافية تقريبًا لأغلب المقاصد، ربما نعتبره كزمرة من النبضات الكهربية الواقعة عند حزم أعصاب النهايات المخية.

من الهام الالتفات إلى أن ترجمة الخبرة الحسية، يشبه ترجمة الشفرة، ويتضمن معضلتين متمايزتين. قد تعني "ترجمة الشفرة"، اكتشاف طريقة الترميز فيها وقد تعني فك ترميز رسالة معينة وفق نمط الترميز المعروف بالفعل. على نفس المنوال، قد تشير عملية ترجمة أحاسيسنا باعتبارها معلومات عن العالم الخارجي إلى المعضلة التي تقف عند بدايات الفيزياء، معضلة ربط شظايا البنية في الوعي ببنية كون خارجي؛ أو قد تشير إلى معرفة معينة من الممكن الحصول عليها عن كل إحساس جديد عند تطبيق المعارف الفيزيائية والفسيولوجية المتراكمة. بالنسبة للمعضلة الاولى، لا يحمل الإحساس المفرد معلومات أكثر مما قد يحمله خطاب مفرد مكتوب بشفرة، لا نملك مفتاحها. لكن بعد حل المعضلة الأولى، نصبح قادرين على ترجمة الأحاسيس منفردة كما تُفك شفرة رسالة باستخدام رسالة. يخبرني إحساس الضوضاء باضطراب كهربي لنهاية عصبية معينة – وذلك لا يعني بالتأكيد أنه قد تم إعلامي بالوصف الفيزيائي الصحيح لما يحدث. لقد تم توفير الوصف سلفًا، عن طريق حل المعضلة

الأولى، لذلك فهو جاهز للاستخدام عندما يخبرني إحساسي أن هناك حدثًا قد وقع، يمكن تطبيقه عليه.

عامة يكون الاضطراب عند النهاية العصبية نتيجة سلسلة طويلة من السببية في العالم الفيزيائي. حال التفكير التقليدي عادة ما نقفز إلى النهاية البعيدة لسلسلة السببية، ونقول إن الإحساس قد سببه شيء على بعدٍ ما من مركز الإحساس. في حالة الإحساس البصري الذي يسببه سديم حلزوني، فالشيء ليس بعيدًا في الفضاء فقط، لكنه قد يبعد ملايين الأعوام زمنيًّا كذلك. تسد السببية الثغرة في المكان والزمن، لكن الحدث الفيزيائي عند مركز الإحساس (عرَّفناه مؤقتًا من خلال الاضطراب الكهربي للنهاية العصبية) ليس سبب الإحساس؛ إنه الإحساس. على نحو أكثر تحديدًا، الحدث الفيزيائي هو المفهوم البنيوي لذلك الذي يُعتبر الإحساس مفهومه العام.

على ذلك عندما تخبرني أنك قد سمعت ضوضاء، فالمعلومة المنقولة يتم تمثيلها في معرفتي بواسطة (أ) مفهوم عام للضوضاء المسموعة، أي مفهوم عن شيء له طبيعة مماثلة لتلك التي لوعيي الخاص بالضوضاء، و (ب) مفهوم بنيوي للضوضاء المسموعة، أي جزء من بنية الكون الفيزيائي الذي نصفه باعتباره نهاية عصب بصري مضطرب كهربيًّا. نجد أن أحد هذين المفهومين للضوضاء المسموعة يشير إلى ما هو واقع فيه هو نفسه، ويشير الآخر إلى ما يعتبر مكونًا من مكونات البنية المعروفة بالكون الفيزيائي.

-٥-

يمحو تمثل المعرفة الفيزيائية باعتبارها معرفة بنيوية كل ثنائية للوعي والمادة. تقوم الثنائية على الاعتقاد في أننا نجد في العالم الخارجي شيئًا له طبيعة لا يمكن قياسها أو مقارنتها بما نجده في الوعي، لكن كل ذلك العلم الفيزيائي الذي يكشف لنا العالم الخارجي هو بنية - مجموعة، وبنية المجموعة موجودة كذلك في الوعي.

عندما نأخذ بنية أحاسيس في وعي معين ونصفها بمصطلحات فيزيائية باعتبارها جزءًا من بنية عالم خارجي، فإنها لا تزال بنية أحاسيس. سوف يكون من العبث تمامًا اختراع شيء آخر لها كي يكون بنية لها. أو بمعنى آخر، لا يوجد مبرر لاختراع مستنسخات غير فيزيائية لأجزاء معينة من بنية العالم الخارجي ونقل خواص غير بنيوية للمستنسخات، تلك الخواص التي نحن على وعي بها في الإحساس. تمثل أجزاء الكون الخارجي التي نملك عنها معرفة إضافية من خلال الوعي المباشر قدرًا ضئيلًا جدًّا من المجمل، نعرف بنية البقية فقط، ولا نعرف إلى ماذا ترجع هذه البنية.

دعنا نرمز بـ $\mathbf{X}$ للوجود الذي بنيته الكون الفيزيائي[1]، ولنميز الجزء الصغير $\mathbf{X_s}$ المعروف بأن له طبيعة حسية من الباقي $\mathbf{X_u}$ الذي ليس لنا وعي مباشر به. قد يفترض البعض أن هناك ثنائية باقية لـ $\mathbf{X_s}$ و $\mathbf{X_u}$ معادلة للثنائية القديمة للوعي والمادة؛ لكن هذا –فيما أظن– منطق ملتبس، يتضمن انتقالًا من منظور إبستمولوجي للكون باعتباره موضوع المعرفة إلى منظور وجودي للكون باعتباره شيئًا علينا أن نحصل على معرفة عنه. بنيويًّا لا يختلف $\mathbf{X_u}$ عن $\mathbf{X_s}$، وكي نسبغ معنى على الثنائية المفترضة علينا تصور معرفة غير بنيوية إضافية ل $\mathbf{X_u}$ تكشف عن كونه لا يشبه $\mathbf{X_s}$. علينا أن نفترض أن الوعي المباشر ب $\mathbf{X_u}$ – إذا كنا لنمتلكه – سوف يكشف عن كونه من طبيعة غير الطبيعة الحسية. لكن هذا الافتراض بلا معنى؛ حيث إنه إذا كان لنا الوعي المباشر المفترض ب $\mathbf{X_u}$، فسوف يكون إحساسًا في وعينا بطبيعة الحال. ذلك كوننا لا نستطيع إعطاء معنى للثنائية دون القيام بافتراض يمحو الثنائية.

بالرغم من أن القول الذاهب إلى أن طبيعة الكون هي "فكرة أو إحساس في عقل كلي" هي عرضة للنقد، إلا أنها تتجنب على الأقل المنطق الملتبس. أعتقد أنها صحيحة من حيث كونها نتيجة منطقية لنمط التفكير الذي يصيغ معرفتنا باعتبارها

(١) عادة ما أدعو X «العالم الخارجي»، «بالعالم الفيزيائي» كونه قاصر على بنية العالم الخارجي. (المؤلف).

وصفًا للكون، لكنها تتطلب تعبيرًا أكثر حذرًا لو كان لها أن تُقبل كحقيقة أنماط تفكير مجاوزة علوية.

إجمالًا، ما الكون الفيزيائي إلا بنية. أما X فهي الوجود الذي بنيته الكون الفيزيائي، نعرف فقط أن X تتضمن إحساسًا في الوعي. بالنسبة للسؤال: ما هي X عندما لا تكون إحساسًا في أي وعي معروف لنا؟ ربما تكون الإجابة الصحيحة أن السؤال بلا معنى – حيث إن البنية لا تفرض بالضرورة X ما، تكون هي بنيته. بمعنى آخر، يأخذنا السؤال إلى نقطة، عندها يتوقف نمط التفكير الذي نشأت فيه عن أن يكون مفيدًا. يمكن الإبقاء على نمط التفكير بالاستمرار في عزو طبيعة حسية إلى X فقط – إحساس في الوعي غير معروف لنا. ما يهمنا ليس القيام باستنتاج إيجابي، لكن الخلوص إلى حقيقة أنه ليس مطلوب منا تحت أي ظرف أبدًا التفكير في X ذات طبيعة غير حسية.

لقد تم الاعتراف بحقيقة أن مفهوم البنية يوفر ملاذًا من الثنائية خاصة في فلسفة برتراند راسل[1]. وبالرغم من أنني قد اقتبست الفقرة القادمة في ثلاثة كتب سابقة، أجدني ملزمًا باقتباسها مجددًا وهي فقرة من كتاب راسل (مقدمة لفلسفة الرياضيات Introduction to Mathematical Philosophy) (١٩١٩)، الكتاب الذي كان له تأثير عظيم على تفكيري الشخصي:

«كان هناك قدر كبير من التخمين في الفلسفة التقليدية، ربما كان ليُجتنب لو تم إدراك أهمية البنية، وصعوبة الوصول إلى ما وراءها. على سبيل المثال، دائمًا ما يقال إن المكان والزمن ذاتيان، لكن لهما نظيران موضوعان؛ أو أن تلك الظواهر ذاتية، لكن تسببها أشياء في ذاتها[2]، والتي يجب أن تحظى باختلافات فيما بينها تقابل الاختلافات في الظواهر التي تنشأ عنها. يصاحب طرح مثل هذه الفرضيات ظن عام أن في مقدورنا معرفة القليل جدًّا عن النظائر الموضوعية. مع ذلك، فعليًّا في الحقيقة

(١) فيلسوف وعالم رياضيات ومنطق إنجليزي، يعد من أشهر فلاسفة القرن العشرين. (المترجم).
(٢) الشيء في ذاته، مصطلح فلسفي والمقصود به الحقيقة الأساسية للشيء، الكامنة وراء الظواهر. (المترجم).

لو أن الفرضيات كما تم النص عليها صحيحة، فإن النظائر الموضوعية سوف تشكل عالمًا، له نفس البنية، مثله كمثل العالم الظاهراتي.... باختصار كل طرح له دلالة تواصلية يجب أن يكون صحيحًا في كلا العالمين، أو غير صحيح في كليهما؛ أي فارق بينهما يجب أن يكون في صميم الفردانية التي تراوغ الكلمات، وتحير الوصف، لكنها لهذا السبب غير ذات صلة بالعلم"

تم النص على هذا على نحو مستقل من جهة النظريات العلمية الحديثة، التي كانت حينذاك في مرحلة مبكرة؛ لكنه كان بمثابة التنوير للتوجه الفلسفي الذي كان قد بدأ الظهور فيها. من المثير مقارنة الموقف عام ١٩١٩ بالموقف العلمي عام ١٩٣٩. عام ١٩١٩ كان هناك استنتاج مقبول مفاده أن المعرفة الفيزيائية يجب أن تكون معرفة بالبنية، ومع ذلك ففي الشكل الذي تم تقديمها فيه حينذاك لم تكن تشبه ذلك كثيرًا. عامة، لم تظهر المعرفة البنيوية في الفيزياء صراحة، كان يُعتقد فيها باعتبارها لب الحقيقة الذي يُعمّر أكثر من النظريات المتغيرة التي تغطيها. في السنوات البينية اعتُرف بأهمية الحفر لاستخراج البنية من الأشياء غير الجوهرية التي تحبسها، وقد بات ملحوظًا الآن في نظرية المجموعات في الرياضيات البحتة تنامي التقنية اللازمة. علاوة على ذلك، وُجد أن فكرة البنية – التي كانت غير محددة إلى حد ما سابقًا – قابلة للتعريف الرياضي المنضبط. نتيجة ذلك لم تعد البنية مجرد حقيقة مخفية في معرفتنا الفيزيائية، بل باتت المعرفة الفيزيائية في شكلها الحالي الذي نميزها به بنيوية.

* * *

الفصل العاشر

مفهوم الوجود

- ١ -

وجدت صعوبة في فهم كتب الفلسفة؛ لأنها تتحدث بقدر كبير عن "الوجود"، ولست أعرف ما يقصدونه. يبدو الوجود كخاصية مهمة نوعًا ما؛ لأنني قد وجدت أن أحد مصادر الانقسامات الرئيسة بين مدارس الفلسفة المختلفة كامن في سؤال ما إذا كانت أشياء معينة توجد أم لا توجد؟ لكنني لم أشرع حتى في فهم هذه الموضوعات، لأنني لم أستطع إيجاد إيضاحٍ لمصطلح "توجد".

كلمة «وجود» هي بالتأكيد كلمة مألوفة في الأحاديث اليومية؛ لكنها لا تعبر عن فكرة موحدة - مبدأ متفق عليه بشكل عام كوني، يمكن تقسيم الأشياء وفقه إلى موجودة وغير موجودة. أحيانًا ما يظهر اختلاف الآراء عما إذا كان شيءٌ ما موجودًا أم غير موجود لأن الشيء ذاته غير مُعرّف بدقة، أو بسبب أن التداعيات المترتبة على التعريف لم يتم القبض عليها بالشكل المضبوط؛ لذلك فربما يتم تأكيد أو رفض "الوجود الواقعي" للإلكترونات والأثير والفضاء واللون؛ لأن أشخاصًا مختلفين يستخدمون هذه الاصطلاحات بتداعيات مختلفة نوعًا ما. لكن التباس التعريف ليس دائمًا المسؤول عن اختلاف وجهات النظر. دعنا نتفكر في شيء مألوف،

فلنقل السحب على المكشوف في البنك. لا يمكن لأحد أن يفشل في أن يفهم بدقة المقصود من ذلك. هل السحب على المكشوف هو شيء موجود؟ لو عرضّنا السؤال لاستفتاء، أظن أن البعض سوف يقول بأن وجوده مسلّم به كواقع كالح، والبعض سوف يعتبر التسليم بوجود ما هو بالسالب في جوهره أمرًا غير منطقي[1]. لكن ما يقسم الحزبين ليس أكثر من مسألة كلمات. سوف يكون من السخيف وغير المعقول لو قسمنا الجنس البشري إلى مجموعتين، تلك التي تؤمن في وجود السحب على المكشوف وتلك الأخرى التي تنكر وجوده. السؤال ما هو إلا مسألة تتعلق بالتصنيف، لا بالاعتقاد. إذا ما أخبرتني بإجابتك الخاصة، فلن أعلم أي شيء جديد عن طبيعة أو خواص السحب على المكشوف؛ لكنني سأعلم شيئًا عن طبيعة استخدامك لمصطلح «يوجد» – ما هي فئة الأشياء التي تعمد إلى تغطيتها به؟

إنه نمط بدائي للتفكير في أن الأشياء إما توجد أو لا توجد؛ ومفهوم امتلاك فئة معينة من الأشياء للوجود ينتج من إجبارنا لمعارفنا على الانقياد لنمط التفكير المناظر. الجميع يقوم بذلك على نحو بديهي؛ لكن هناك حالات على التخوم، فيها لا يوظف الجميع نفس المعايير، كما تبين في مثال السحب على المكشوف. لا يلتزم الفيلسوف بنفس الأعراف التقليدية أو البديهية بنفس درجة الرجل العادي؛ وعندما يعبر عن معارفه بشكل مماثل في هذا الإطار البدائي للتفكير، فمن المستحيل تخمين أي نظام تصنيفي سوف يتبناه. سوف يكون من المدهش نوعًا ما لو أن كل الفلاسفة قد تبنوا نفس النظام. على أي حال لا أرى سببًا يستدعي مثل هذا الغموض فيما يتعلق به، ولا أفهم كيف تحول قرار اعتباطي كتبني تصنيف ما إلى معتقد فلسفي حماسي.

لا أسعى إلى توزيع اتهامات ضخمة على أساس قراءات محدودة جدًّا في الفلسفة. أنا على وعي أنه في الأعمال الأكثر صعوبة وتخصصا قد نُوقش معنى المصطلح

(١) على اعتبار أن السحب على المكشوف يتضمن سحبًا لما يفوق قيمة الرصيد، وبالتالي يصبح الرصيد بالسالب، فهل هناك رصيد إذا كان بالسالب؟ (المترجم).

أحيانًا، لكن في النهاية يكتب الفلاسفة أحيانًا للرجل العادي، وبعضهم يسعى لصد هجمات الغازي العلمي بلغة من المفترض أن يفهمها. ما أشكو منه أن هؤلاء الكُتاب لا يبدو أنهم يدركون أنهم لو لم يشرحوا المعنى الذي يلصقونه بمصطلح "يوجد"، فبالتأكيد سوف يكون محيرًا جدًّا بالنسبة للعالِم، تمامًا كما سوف يكون مصطلح "انحناء المكان» -على سبيل المثال- لو ترك دون شرح بالنسبة للفيلسوف. ولا أعتقد أنه سوف يكون استنتاجًا ظالمًا، لو خلُصنا من ذلك إلى أنهم بهذا التفريط ينسبون بأنفسهم للكلمة أهمية أكبر من معناها.

ليست كل جملة تحتوي على فعل "يوجد" تزعجني. غالبًا ما يستخدم الفعل بشكل جلي مفهوم. بالنسبة لي (ويبدو أنه بالنسبة لقاموسي كذلك) "يوجد" "exist" هي صيغة مؤكدة من "يكون" "is". "فكرة توجد في عقل أحدهم" أي، فكرة تكون في عقل أحدهم - يمكنني تفهم ذلك. «حالة من الحرب توجد في روريتانيا[1]» أي: حالة حرب تكون في روريتانيا، ليس ذلك بإنجليزية جيدة جدًّا، لكنها مفهومة. لكن عندما يقول الفيلسوف «الكراسي والطاولات المألوفة توجد»، أي الكراسي والطاولات المألوفة تكون....، أنتظره كي يستنتج. نعم؟ كنت لتقول تكون ماذا؟ لكنه لا ينهي الجملة أبدًا. تبدو الفلسفة لي وقد امتلأت بالجمل نصف المنتهية، ولا أعرف ماذا أفعل بها؟

غالبًا ما يكون الخطاب مضمرًا، وأنا لا أهتم بالجمل غير المنتهية إذا كنت أعرف المعنى النهائي المقصود بها.

"ضوضاء فظيعة توجد» من المحتمل أن المقصود بها أن تنتهي إلى معنى على هذا النحو «ضوضاء فظيعة تكون - مزعجة لي». لكن تلك ليست الكيفية التي يقصدها الفيلسوف ويطلبها مني كي أنهي جمله غير المنتهية «الضوضاء توجد بالفعل» -

(١) مملكة خيالية تقع في وسط أوروبا، اخترعها الروائي البريطاني أنتوني هوب واتخذها مسرحًا لثلاث روايات (سجين زندا) و(قلب الأميرة أوزرا) و(روبرت من هنتزا). (المترجم).

وحقيقة لا أملك أي فكرة عن التكملة التي يقصدها. أنا نفسي، عندما لا أكون مرتعبًا من وجود[1] النقاد العازمين على تحويل كلماتي إلى هراء -إن استطاعوا القيام بذلك- غالبًا ما أقول: إن الذرات والإلكترونات توجد. أقصد بالتأكيد أنها توجد - أو تكون - في العالم الفيزيائي، كونه موضوع المناقشة ضمن السياق. لا نحتاج إلى فحص الإضمار الذي يقول من خلاله الرياضي: إن جذر معادلة موجود، عندما يقصد أن للمعادلة جذر؛ يكفي أن نقول إنه لا يملك أدنى فكرة عن ادعاء قد يذهب إلى ضم جذر معادلة رياضية إلى قائمة الأشياء التي يقول عنها الفلاسفة إنها "توجد بالفعل".

في الفصول السابقة ناقشت عددًا من الأشياء الموجودة في العالم الفيزيائي؛ لكن كي نقول: إنها في، أو هي جزء من العالم الفيزيائي. فقد تبين لنا أن عبارة "كي توجد في"، حتى وهي في صيغة مكافئة لتعبير "كي تكون جزءًا من" لا تخلو من اللبس، وتصبح محددة فقط بواسطة الأعراف التي ناقشناها في صدد نقاشنا لمفهوم التحليل. لم يُطرح السؤال عما إذا كان الكون الفيزيائي نفسه موجود أم لا. في الحقيقة، لقد اجتنبت قول إنه موجود - كانت لتصبح جملة غير منتهية. في العادة ليس من الضرورة أن تكون محددًا جدًّا. وجود أو عدم وجود أشياء هو نمط بدائي للتفكير؛ وإذا كنت قد استخدمت المصطلح، فلن يعني أكثر من أنني كنت أجبر معرفتنا الرصدية على الانقياد لمثل ذلك الإطار[2]، تمامًا كما تم إجبارها على الانقياد إلى أطر أخرى عديدة، قمنا بمناقشتها. رغم معرفتي أن علينا كفلاسفة السعي للوصول إلى ما وراء أنماط التفكير هذه، إلا أنني أظن أن من الأفضل في هذا الكتاب اجتناب طرح هذا ولو عرضيًّا حتى.

---

(١) لا؛ لم تمسك بي هذه المرة. يرعبني النقاد بنفس القدر سواء أسبغ الفلاسفة عليهم «وجودًا واقعيًّا» أم لا. (المؤلف).

(٢) إذا ما رغبنا في أن يعني التأكيد ما هو أكثر من التعبير عن نمط تفكير بدائي، فإننا نقول «يوجد بالفعل». (المؤلف).

-٢-

من مزايا المقاربة الإبستمولوجية، عدم إثارتها لمسألة عزو خاصية ملغزة تدعى "بالوجود" للكون الفيزيائي. دعني أذكرك مرة أخرى بالموقف. نقطة الالتقاء خاصتنا هي هيكل معين للمعرفة. لسنا في حاجة إلى تعريف المعرفة – دراسة مجال الاصطلاح بدقة. المطلوب هو معايير لجمع معين للمعرفة أو للمعرفة المزعومة التي سوف تكون موضوع المناقشة. بوجه عام يجب تنفيذ هذا أيًّا ما كان ما يُستقبل كمعرفة ضمن نطاق العلم الفيزيائي وفقًا لأحدث الاستنتاجات. تماشيًا مع لوازم التفكير المفترضة فقد صيغت هذه المعرفة كوصف للكون الفيزيائي. هذه هي الكيفية التي دخل بها الكون الفيزيائي إلى المناقشة. أظن أن ذلك كل ما هو مطلوب كي أخبرك بماهية الكون الفيزيائي؛ ولن تعرف عنها ما هو أكثر من ذلك إذا ما أضفت الجملة غير المنتهية "الكون الفيزيائي هو كيان يكون..."، بل حتى لو قد بلغت أقصى درجات الهرطقة لدرجة أن أقول "الكون الفيزيائي هو كيان لا يكون...".

لقد أشرت أيضًا إلى كون موضوعي، لا يمكن تعريفه بواسطة الكون الذي يشكل وصفه هيكل المعرفة المذكور سابقًا. الكون الأخير – كما رأينا – ذاتي جزئيًّا وموضوعي جزئيًّا. ربما كان البعض يقولون بذلك حتى بات المفهوم المقصود دائمًا مؤخرًا "بالكون الفيزيائي" هو الكون الموضوعي ويجب أن نواصل استخدام المصطلح من هذا المنطلق. سوف يكون من الضروري إذا التمييز بين الكون الفيزيائي وكون الفيزياء، أي الكون الذي تصفه الفيزياء. عندما يرتبط مصطلح بمفاهيم متعددة اكتُشف تضاربها، يكون النزاع حول أي من هذه المفاهيم ينبغي الدفاع عنه. بلا شك كان المقصود بمصطلح "الكون الفيزيائي" أن يشير إلى شيء يحظى إلى جانب خصائص أخرى بموضوعية خالصة؛ لكن كي نختبر ما إذا كانت الموضوعية جزءًا

من تعريفه، يجب أن أسأل: "هل ستلتزم بهذا التعريف أيًّا كان ما يحدث؟" فلتفترض، على سبيل المثال أنه قد تبين أن لا شيء موضوعي على نحو خالص في الخبرة إلا الله، هل ستوافق على أنك عندما كنت تقول "الكون الفيزيائي" كنت طوال الوقت تشير إلى الله بالفعل؟ لا أعتقد أنك ستفعل. لكن ذلك يعني أن التعريف النهائي الذي أنت على استعداد كي تلتزم به تحت كل الظروف تحدده اعتبارات أخرى. الموضوعية ليست خاصية تعريفية، لكنها خاصية توقعنا امتلاك الأشياء لها (كما صادف وكان ذلك خاطئًا)، تلك الأشياء المُعرفّة عن طريق خواص أخرى لها. كون ذلك كذلك، علينا أن نختبر بأفق واسع ما إذا كان الكون الفيزيائي يملك موضوعية، لا أن نحاول دس الموضوعية فيه كجزء من تعريفه.

برفضنا للتعريف الذي يفترض الموضوعية، نعود إلى التعريف الإبستمولوجي الذي كنت أتبعه. الكون الفيزيائي هو العالم الذي صيغت المعرفة الفيزيائية لوصفه؛ ولا يوجد فارق بين الكون الفيزيائي وكون الفيزياء.

سيثار اعتراض جدي على هذا التعريف لو قيل إنه يتضمن استخدام التعريف بمعنى مختلف عما يستخدم به في الخطاب العادي. لا يشغل الخطاب العادي نفسه كثيرًا بالكون؛ لكن نفس المؤاخذة تنطبق على أجزاء من الكون، تحديدًا، الأشياء الفيزيائية. هل يقصد العالِم بالشيء الفيزيائي نفس ما يقصده الرجل البسيط به؟ على سبيل المثال، عندما نقوم بتوصيف كرسي بحسب أحدث النظريات الفيزيائية، فهل نحن بذلك نقوم بتوصيف الشيء الذي يُطلق عليه في الحياة اليومية كرسي؟

ينكر بعض الفلاسفة الصرف انطباق التوصيف العلمي على الأشياء التي تُدعى في الخطاب المعتاد بالأشياء الفيزيائية. يعبر عن رأيهم بروفيسور ستبينج[1]: "لم يكن (الفيزيائي) معنيًّا أبدًا بالكراسي وهي تقع فيما وراء اختصاصه كي يخبرنا أن الكراسي

(١) سوزان ستبينج: فيلسوفة إنجليزية تصنف أفكارها ضمن أفكار الوضعية المنطقية والفلسفة التحليلية. (المترجم).

التي نجلس عليها تجريدية"[1]. الفيزيائيون غير معنيين بالكراسي! هل علينا فعلًا أن نقنع بهذا؟

في البداية، دعنا نلتفت إلى أن عبارة "الكراسي التي نجلس عليها" لا تضيف شيئًا لمصطلح "الكرسي". إذا كان ما يجلس على الكرسي هو الجسد، وإذا كان علينا تمييز الكرسي العلمي – أي الشيء الذي ليس كرسيًّا بالفعل، ذلك الذي يصفه الفيزيائي – عن الكرسي المألوف، فإن علينا تمييز الجسد العلمي أيضًا عن الجسد المألوف. لذلك عندما نجلس على كرسي، فإن الجسد المألوف يجلس على الكرسي المألوف، والجسد العلمي يجلس على الكرسي العلمي. وإذا كان هناك جسد تجريدي فبلا شك سيقوم بعملية تجريدية للجلوس على كرسي تجريدي.

إنني لا أعترض على تأملات الفيلسوف الساعية لإقامة خواص حسية، لا يمكن أن تُعرّف من خلال الشيء الموصوف في الفيزياء. لكنه عندما يدّعي أنه قد كان الكرسي الفلسفي، وليس الكرسي العلمي، ذلك الذي يشير إليه الرجل العادي فهو يخدع نفسه. إذا كان مصيبًا، فلماذا تستشير شركة النقل –الراغبة في تحسين ترتيباتها فيما يتعلق بمقاعد الجلوس– الفيزيائي غير المعني بالكراسي التي نجلس عليها بدلًا من الفيلسوف المعني؟

إذا لم يكن الفيزيائي معنيًّا بالكراسي، فإن فيزيائي الفلك غير معني بالنجوم. هناك بروفيسور فيزياء فلكية واحد –بروفيسور دينجل[2] – لم يخشَ الاعتراف بهذا الاستنتاج المنطقي: « لقد فات (برتراند راسل) النقطة الجوهرية المتمثلة في أن

(١) L. S. Stebbing, philosophy and the Physicists, p. 278.
ل. ي. ستبينج (الفلسفة والفيزيائيون). (المؤلف).

(٢) بروفيسور هربرت دينجل: فيزيائي فلكي إنجليزي وفيلسوف طبيعي، كما سبق وشغل منصب رئيس الجمعية الفلكية الملكية. (المترجم).

الفيزياء غير معنية على الإطلاق بالكواكب"[1]. لقد تجاهل بروفيسور دينجل -مثله كمثل بروفيسور ستبينج- المنظور الذي يحدد الاستخدام المألوف للكلمات، وقد ضل في عالم حيث ينظر الناس إلى الأشياء بالطريقة التي كان لينظر بها الفلاسفة، وحيث تم تحريف اللغة لتصف تلك الأشياء التي يعتبرها الفلاسفة مستحقة لانتباه أكبر.

فلتلمع ولتلمع أيها النجم الصغير،
كيف لي أن أسأل ماذا تكون![2]

لكن الطفل لا يتساءل عما إذا كان النجم هو "منتَج البيانات الحسية" (راسل) أو "تجميع فطري للخبرات" (دينجل). إنه يتساءل عن مدى ضخامته، عن مقدار بعده، عما يمنعه من السقوط، عما إذا كان مصنوعًا من الذهب، عما إذا كان مضاء بالكهرباء. عندما يسأل ما النجم؟ فإن دينجل الفيزيائي الفلكي هو من يتصدى للإجابة ويمكنه مده بالمعلومات التي يتعطش لها وليس دينجل الفيلسوف. يقودنا سؤال ما إلى الآخر؛ وفي خضم بحثنا الفيزيائي العويص لا نزال نطرح الأسئلة، ونجيب بين الحين والآخر عن طوفان الأسئلة الذي لا يتوقف. عندما يخبرنا الفيزيائي عما هو النجم من خلال توصيفه العلمي، فإنه لا يزال يجيب عن سؤال الطفل؛ لكن الطفل أصبح أكبر قليلًا.

---

(١) H. Dingle, through science to philosophy, p. 93
هـ. دينجل، عبر العلم نحو الفلسفة. (المؤلف).

(٢) Twinkle, Twinkle little star,
How I wonder what you are!
أغنية أطفال إنجليزية ترجع إلى بدايات القرن التاسع عشر. (المترجم).

من الصحيح أن الطفل -أو الرجل العادي- لا يعرف أنَّ ما يسأل عنه فعليًّا هو بنية المجموعة التي للنجم. لكن عندما نمده رويدًا رويدًا بتفاصيل عن بنية المجموعة في لغة مناسبة للمرحلة التي بلغها، يدرك أن المعلومات التي أمددناه بها هي إجابة عن أسئلته نصف المصاغة (غير الناضجة). ولا يُلبى فضوله حتى يكون قد استخلص بهذه الطريقة كل شيء يمكننا إخباره به عن بنية المجموعة، أو حتى يجد أننا قد أصبحنا غير مفهومين جدًّا، ومن غير المفيد أن يسألنا من جديد.

ربما يكون الفيزيائي نفسه ملومًا على الشك في كونه يتكلم عن شيء مختلف عما كان يقصده الرجل العادي بالكون الفيزيائي والأشياء الفيزيائية حيث إنه لم يكن دائمًا يدقق في تخصيص استعمالات الكلمات المألوفة. لكن في هذه الحالة لم يكن هناك أي سوء تخصيص أو استعمال.

قد يبدو الكون الفيزيائي -كما هو موصوف في هذا الكتاب- بعيدًا عن الكون المتفكر فيه عادة بسبب التأكيد الذي تم التأسيس له الذاهب إلى ذاتيته. لكن الشك في كون المصطلح يساء استخدامه ينشأ عن سوء فهم. لقد كانت مهمتي الخاصة في هذه المحاضرات، دراسة العنصر الذاتي في الكون الفيزيائي، لذلك فقد تُرك العنصر الموضوعي بعيدًا عن الأضواء الكاشفة، لكن، كما بينت يتكتل العنصر الموضوعي بشكل كبير في الجزء غير المرتب نظاميًّا من وصف الكون الفيزيائي. عندما نخلع غمامات المتخصصين، ونطالع العنصرين معًا من وجهة نظر سليمة، سوف نجد أنهما يشكلان كونًا ليس بغير المقبول كإجابة للأسئلة الأولية التي تنشأ عن الخبرة المألوفة، إلى جانب أنه كذلك ليس بغير المقبول كإجابة عن الأسئلة العلمية الأعوص.

-٣-

أتمنى أن يكون قد بات جليًّا الآن على نحو واضح رفضي لأي مفهوم ميتافيزيقي "للوجود الواقعي"؛ وربما قد أصبح في المقدور طرح مفهوم بنيويّ للوجود له معنى

رياضي محدد دون مخاطرة. كون الأشياء إما موجودة وإما غير موجودة، يعد نمط تفكير بدائي. أفترض أن الجميع قد أمسكوا بأنفسهم وهم يفكرون بهذه الطريقة، على الرغم من أن الواحد منا سوف يجد أنه من المستحيل بلورة مفهوم الوجود المشار إليه. دعنا نلقي جانبًا بالمفهوم العام الغائم، ولنتفكر في بنية المفهوم فقط. يتم تمثيل بنية المفهوم البسيطة جدًّا من خلال رمز يحتوي في نفسه على احتمالين – الوجود وعدم الوجود. بلغة رياضية، هو رمز **J**، له قيمتان ذاتيتان، من السهل الإشارة إليهما بحيث تكون القيمة 1 ممثلة للوجود، والقيمة صفر ممثلة لعدم الوجود. يجب أن يخضع الرمز **J** للمعادلة $J^2 - J = 0$، حيث إن المعادلة معادلة من الدرجة الثانية، ليس لها إلا حلان فقط $J = 1$ و $J = 0$. يمكن كتابة نفس المعادلة بطريقة أخرى $J^2 = J$. ندعو الرمز الذي يساوي مربعه بالرمز متساوي القوى.

يتم تمثيل المفهوم البنيوي للوجود عن طريق رمز متساوي القوى.

بوجه عام، يتطلب الأمر أكثر من عنصر واحد من أجل تشكيل بنية؛ والوجود هو المثال الوحيد لبنية يمتلكها عنصر واحد. نذكر أن البنية تظهر في البداية عندما لا تكون العملية **X** التي تحول العملية **P** إلى العملية **Q** نوعًا جديدًا من العمليات، لكنها واحدة من زمر العمليات المُعرّفة بالفعل. عندما لا يكون هناك سوى عملية واحدة فقط معنية، فإن شرط البنية هذا يتحلل إلى "كون العملية **J** هي العملية التي تحول العملية **J** إلى العملية **J**" هذا هو ما يؤكده شرط تساوي القوى $J = J \cdot J$. على ذلك، إذا ما مثلنا العناصر النهائية لتحليلنا من خلال رموز متساوية القوى، فإننا نعبر عن نمط تفكير يذهب إلى أن كل ما يمكن أن يقال عن عنصر –بعيدًا عن ارتباطه البنيوي بالعناصر الأخرى– هو إما أنه موجود، وإما أنه على العكس من ذلك، غير موجود.

يشبه الكيان الممثل برمز الوجود البسيط **J** النقطة من حيث كونها "بلا أجزاء وبلا قدر"؛ حيث إنه لو كان له أجزاء، فمن الممكن إدراك وجود جزء ما من دون الآخر،

وسوف يتطلب كل جزء، رمزَ وجود مستقلًّا. ومن ثم سوف يعتمد وجود الكل – باعتباره مكافئًا للوجود المشترك للأجزاء – على الجمع بين رموز وجودها المنفصلة، لا على الرمز البسط **J**. في الفيزياء يُدعى الكيان الذي بلا أجزاء، ويشبه النقطة في الهندسة البحتة بالجسيم الأولي. في الوقت الحالي، ليس للجسيمات الأولية "قدر"، حيث إن القدر نسبي ولم نقم بطرح شيء كي نعزوه إليه. ليست المقادير (كالكتلة **m** والشحنة **e** والنطاق في الظاهرة النووية) التي نعزوها للجسيم الأولي منتمية إليه، ليست جوهرية، لكنها ترجع لعلاقاته مع بقية الكون.

يمكن للرصد أن يكشف عن العلاقات بين الكيانات فقط؛ وأكثر العلاقات التي يمكننا تمييزها أولية هي العلاقة بين جسيمين أوليين J_1 و J_2 على الترتيب. توجد هذه العلاقة إذا كان كلا الجسيمين موجودين فقط. لذلك نعزي لها رمز الوجود المزدوج $J_2 \times J_1$، وسيكون لها قيمة الوجود الذاتية **1** إذا كان لكل من J_1 و J_2 القيمة الذاتية **1** وسيكون لها قيمة عدم الوجود الذاتية صفر إذا كان لكليهما أو لواحد منهما القيمة الذاتية صفر.

سوف توجد العلاقة بين علاقتين اثنتين إذا ما كانت كلتا العلاقتين موجودتين فقط، وبذلك فينبغي أن نعزو لها رمزَ وجود رباعيًّا. لكن هذه الطريقة تؤدي إلى رموز آخذة في التوسع الماجن[1]. هدفنا بنية، فيها يتم تمثيل علاقات العلاقات من خلال نفس زمرة العلاقات نفسها، وبذلك فشروط التوصيف الرياضي بمصطلحات نظرية المجموعة قد تمت التوفية بها. على ذلك سوف يكون لعلاقات العلاقات ضعف رموز الوجود التي للعلاقات البسيطة التي يتم تعريفها بها.

علينا تذكر أن الجسيمات الأولية ليست ببيانات فعلية. البيان هو معرفتنا الرصدية، والذي هو بالضرورة بنية مجموعة لأن له خواصَ اتصالية؛ والجسيم الأولي هو نتاج

(١) مع ذلك فرموز الوجود الرباعية هامة في مرحلة تالية؛ لأن القياس يتضمن أربعة كيانات (لاحقًا في نفس الفصل). (المؤلف)

تحليل بنية المجموعة هذه. مكونات المجموعة هي العوامل التي دعوناها P وQ وR و.... نرغب الآن في التعبير رمزيًّا عن حقيقة كون P وQ وR علاقات. المفهوم البنيوي لعلاقة هو شيء وجوده مشروط بوجود كيانين، كل منهما قد يكون موجودًا وقد يكون غير موجود. على ذلك، فعند تمثيل P وQ وR... بواسطة رموز وجود مضاعفة، فإننا لا نقول عنها أكثر مما هو لازم لكي يمكن إدراكها كعلاقات. حتى الآن لقد كنا نتحدث بشكل مبهم عن بنية المجموعة التي لـ P وQ وR...، لكن يمكننا الآن أن نحدد المجموعة الرياضية الخاصة المضمنة، تحديدًا مجموعة رموز الوجود المضاعفة. عند البحث نجد أن هذه المجموعة هي نفس مجموعة الدورانات في الفضاء السداسي الأبعاد، التي أشرنا إليها سابقًا بالفعل (الفصل التاسع).

لماذا ستة أبعاد؟ حتى لو قمنا بتضمين الزمن، فلسلسلة المواضع المتواصلة المتكشفة في خبرتنا الرصدية أربعة أبعاد فقط. لكننا نتعامل مع جسيمات، لا نقاط هندسية؛ ويمثل رمز الوجود المضاعف علاقة بين جسيمين أكثر تعقيدًا من العلاقة الهندسية الخالصة بين نقطتين يشغلانها (وهي كذلك تتضمن تلك العلاقة). لا ينبئ هذا المنهج على نحو مباشر بالتعقد الأكبر، لكن تطورات النظرية تكشف عن الكيفية التي ستُظهر بها نفسها في الخبرة الرصدية. يقابل التعقيد الإضافي مستوى اللف المغزلي للجسيم الأولي وإشارة الشحنة خاصته – التي لا نظير لها في النقطة الهندسية.

الخطوة التالية في التطور النظري مشروطة بحقيقة أن عناصر البنية في الكون كثيرة بإفراط. لقد كنا نتأمل بنية لن تكون موجودة إذا لم يكن كل عنصر من عناصرها موجودًا. لكن، عندما يكون عدد العناصر كبيرًا جدًّا، فإن لدينا تصورًا مختلفًا نوعًا ما لوجود البنية، وفقًا له فإن وجود عنصرين، أو ثلاثة عناصر، أو أكثر أو أقل، لا يستدعي الانزعاج بشأنه. حيث لم يعد الآن أي من العناصر لازمًا لوجود البنية، علينا أن نزود البنية برمز وجود مستقل عن رموز وجود جسيماتها المنفردة.

كي نعبر عن هذا التغيير في نمط تفكيرنا، يجب أن نلاحظ أنه يضاعف من وجود كل عنصر؛ باعتباره مساهمًا في البنية المتصور وجودها المتواصل، لكنه ككيان مفرد مستقل قد يكون موجودًا وقد لا يكون موجودًا. دعنا نعبر رياضيًّا عن طبيعة الوجود المستقل التي نعزوها له. علينا في البداية مضاعفة رمز وجوده المعتاد، لنحصل على **2J**. نحذف بعد ذلك الجزء الذي يمثل وجوده باعتباره مساهمًا في البنية؛ لا يعتبر ذلك إمكانية وجود أو عدم وجود تتطلب تمثيلًا رمزيًّا، لكنه وجود غير مشروط، كنا قد وافقنا على تمثيله بالعدد **1**. يمثل الباقي الوجود المستقل للعنصر **2J – 1**. بذلك نحصل على تصور الجسيم الموجود في استقلالية، ممثلًا بواسطة رمز وجود مستقل **K = 2J – 1**. القيم الذاتية لـ **K** هي **1** للوجود و **1 –** لعدم الوجود. عدم وجود الجسيم قد بات الآن فجوة **(1 –)** لا مجرد نفي **(0)** يحدث في البنية، أو يُضاف إليها.

بعيدًا عن وجوده وعدم وجوده، فالخاصية الوحيدة التي يمتلكها الجسيم الأولي هي علاقته بمجمل البنية. في منظورنا الجديد تأتي العلاقة في المقام الأول. ما يعني أننا نصنف علاقات الجسيم المنفرد الممكنة المختلفة بمجمل البنية، ثم خصصنا لكل علاقة محتملة رمزَ وجود مستقلًّا **K**، يشير إلى ما إذا كان الجسيم يحظى بتلك العلاقة أم لا. اللغة الاصطلاحية الأكثر اعتيادًا تتمثل في دعوة العلاقة بمجمل البنية (حالة)، ووصف الحالة باعتبارها مشغولة أو غير مشغولة. لذلك قد ندعو **K** برمز الشَغل بدلًا من رمز الوجود المستقل. في أسلوب التمثيل هذا، تلعب "البنية الكلية" دورًا مشابهًا للجيود[1] في الجيوديسيا[2]، حيث يتم الحصول على الأرض الفعلية منه من خلال إضافة أو طرح المواد عند مختلف النقاط. بأخذ هذا التشابه في الحسبان أقترح دعوة

(١) الجيود أو المجسم الأرضي، نموذج لشكل الأرض يتوافق مع مستوى سطح البحر ويستمر كخط تخيلي في الأراضي اليابسة. (المترجم).

(٢) فرع من فروع العلم معني بدراسة الشكل الدقيق للأرض ومحدداته ودلالاته (المترجم).

البنية التي تفكرنا فيها باعتبارها موجودة في تواصلية، باليورانود[1]. سيميزها هذا عن أي بنية أخرى قد نعمد إلى مناقشتها أحيانًا. كل جسيم مستقل هو مستقل فقط لأنه قد ساهم بنصف "وجوده" في اليورانود. يفترض هذا أن عدد الجسيمات المتفكر فيها (لكنها ليست بالضرورة موجودة) قد كان محددا منذ البدء، وقد تم صياغة اليورانود وفق ذلك. سوف نهتم لاحقًا بالكيفية التي تم تحديد هذا الرقم بها.

-٤-

يجب الإشارة إلى أبحاثي الرياضية[2] من أجل الخطوات الأبعد في تطوير الفيزياء النظرية من هذا الأساس الإبستمولوجي. أولًا لقد حاولت هنا عرض المبادئ التي قبضت بها الرياضيات في البداية على الموضوع بشكل تفصيلي، وبذلك ربما نفهم العلاقة المضبوطة لإطار التفكير الرياضي الرمزي بتصورنا غير الرياضي عن الأشياء، وثانيًا حاولت المضي بالتطوير بعيدًا على النحو الكافي كي أبين أن المادة الرياضية التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة ليست بالهينة. لا يوجد ما هو اعتباطي في مسار التطور سواء في هذه المرحلة أو في مرحلة لاحقة، شريطة الاعتراف بأن الأمر -بالتأكيد- على النحو الذي نعبر فيه عن معارفنا وفقًا لأنماط تفكير، نميزها باعتبارها راسخة في منظورنا.

رغم ذلك، ينبغي علي ذكر تصور قد ظهر في خضم التطورات الأخيرة، لأنه سوف تكون هناك مناسبة لاستخدامه في الفصل التالي. كل حالة هي متمايزة بشكل مثالي وترتبط برمز K مختلف، يمكنه تمثيل الشَغل أو عدم الشَغل؛ لكن عند الممارسة نتجاهل -أحيانًا- التمايزات الأكثر ضآلة، ونمزج عددًا كبيرًا من الحالات معًا في حالة

---

(١) uranoid وهي على الأرجح اشتقاق من urano التي تشير إلى السماوات heavens كما كانت geoid اشتقاق من geo التي تشير إلى الأرض. (المترجم).

(٢) Relativity theory of protons and electrons (1936)

النظرية النسبية للبروتونات والإلكترونات (١٩٣٦) خاصة فصل ١٦ (المؤلف).

واحدة. لذلك علينا غالبًا أن نتعامل مع حالات مكثفة، تشكلت بواسطة مزج حالات أولية **n** معًا، وهي بذلك من الممكن أن تُشغل بأي عدد من الجسيمات حتى عدد **n** من الجسيمات. كي نقوم بوصف حالة شَغل حالة مكثفة علينا أن نقرنها برمز أساسي **K`**، قيمه الذاتية الأعداد من **n ½** – إلى **n ½** + وتمثل عدد الحالات المشغولة الإضافية التي تزيد عن **n ½**. [1] المعادلة التي يتم التعويض فيها ب **K`** هي،

$$K` (1 - K`^2) (1 - K`^2 / 2^2) (1 - K`^2 / 3^2) .... (1 - K`^2 / ¼ n^2) = 0$$

لأن جذورها هي القيم الذاتية المطلوبة. عادة **n** كبيرة جدًّا لذلك تعتبر لا نهائية، ومن ثم يكون الجانب الأيسر من المعادلة ناتجًا لا نهائيًّا، من المعروف أنه يساوي **sin π K`** (جا). وبذلك فالمعادلة المميزة[2] لـ **K`** هي **sin π K` = 0** (جا)، والتي يتم التعويض فيها بكل عدد، موجب وسالب ، بما في ذلك الصفر. هذا هو الشكل الذي تستخدم به المعادلة في نظرية الكم الحالية؛ لكن علينا أن نتذكر أن هذا تقريب، وفي الشكل الدقيق للمعادلة هناك عدد أعلى.

سوف نكتسب فكرة ما عن مقدار العمل الذي تبقى أمام تطور النظرية الحالي على أساس إبستمولوجي بحت، يندمج مع النظرية الفيزيائية الحالية، إذا ما أدركنا أننا لم نطرح القياس بعد؛ لذلك فالكميات الفيزيائية المعتادة الناتجة عن القياس لم تظهر بعد. في الفصل الخامس أنفقنا الكثير من الوقت في تعريف الطول والفترة الزمنية؛ حيث يعدان أساس كل القياسات الفيزيائية الأخرى. لا يزال من اللازم ربط نظام التعبير عن معرفتنا عن طريق الكميات الفيزيائية المقاسة بالتعبير الأكثر بدائية بمصطلحات بنية المجموعة.

---

(١) لقد اعتبرنا **n** عددًا زوجيًّا. يتم إدخال التعديلات المناسبة إذا كانت **n** عددًا فرديًّا. نصف وجود كل جسيم، أي **n ½** بالكلية، يعتبر مضمنا في اليورانود، والزيادة فوق **n ½** هي لذلك الوجود المستقل المرتبط بالحالة المكثفة. (المؤلف).

(٢) على ذات منوال كون $J = J^2$ هي المعادلة المميزة لـ **J**. (المؤلف).

يقال إننا "نرصد" علاقة بين كيانين، لكن القياس يتعلق بمقارنة مثل هذه العلاقة بمعيار. على ذلك فقياس الطول هو مقارنة لعلاقة امتداد بين كيانين في النظام قيد الرصد بعلاقة امتداد بين كيانين علامتين على نهايتي معيارنا المتبنى. لذلك فالمقياس يتضمن أربعة كيانات، وعند ظهوره الأول يرتبط برمز وجود رباعي. مع ذلك يتم تحويله مفاهيميًّا إلى علاقة تُقارن بالمعيار؛ وبعض القياسات (على سبيل المثال، قياس الكتلة) يتم تحويلها حتى إلى كيان مفرد مختار من أربعة. تؤدي المعالجة المنهجية لهذا التحويل إلى تشعبات ممتدة جدًّا للنظرية الفيزيائية. هنا، سوف نلفت النظر فقط إلى رموز الوجود الرباعية، تلك التي نحيناها جانبًا في بداية هذا النقاش، وعادت لتلعب دورًا هامًّا في مراحله الأخيرة، بسبب ارتباطها المباشر بعملية القياس. مع ذلك فهذا ليس بداية الانحدار اللا نهائي. الإطار المفاهيمي الذي يتم التعبير فيه عن المعرفة الفيزيائية على صورة تتضمن رموز وجود بسيطة، ومضاعفة، ورباعية تناظر الكيانات، والعلاقات، والقياسات على الترتيب؛ لكن لا وجود لاستخدام جوهري لرموز ثمانية، أو أي رموز أعلى.

من ربط القياس بأربع كميات فإننا نُحمل من دون بحث أبعد على توقع أن الرقم 4 سوف يجعل بطريقة ما من نفسه جليًّا ظاهرًا في صورة العالم التي تجسد نتائج قياساتنا. إنه البذرة التي تنبت تلك الأعداد البحتة المنسقة بغرابة التي ندعوها بثوابت الطبيعة (الفصل الرابع). يخبرنا هذا الاستنتاج في حد ذاته بالقليل جدًّا، ولا يزودنا بأي ضمانة لتكهنات عددية. أؤمن أن العدد 4 المطروح على هذا النحو مسؤول فعليًّا عن الأبعاد الأربعة للزمكان، لكن بشكل غير مباشر فقط. بحساب فعلي يمكن الوصول لعدد أبعاد الزمكان من خلال الطريقة:

$$4 . 3 / 1 . 2 - 1 - 1$$

ويصادف أن العدد الذي ننته به هو العدد الذي بدأنا به. يجب حياكة الكثير من

الخيوط معًا قبل أن ننجز أي شيء من هذه البداية المتواضعة.

لا يمكن لأحدهم عمل الطوب من دون قش[1]. سوف تساعد المناقشة السابقة -ربما- في توضيح المكان الذي يمكنني الحصول منه على القش اللازم للحجارة التي أقوم بعملها -أو إنزالها- في النظرية المكتملة.

❊ ❊ ❊

(١) يُصنع الطوب اللبن من الطين مع مادة رابطة مثل قشور الأرز أو القش. (المترجم).

الفصل الحادي عشر

الكون الفيزيائي

- ١ -

أؤمن بوجود

15,747,724,136,275,002,577,605,653,961,181,555,468,044,717,91

4,527,116,709,366,231,425,076,185,631,031,296

بروتون في الكون، وبوجود نفس العدد من الإلكترونات.

في هذا العدد الكلي يحتسب البوزيترون كسالب (ناقص) إلكترون؛ وبذلك فالخلق والإبادة المتواصلة المستمرة للإلكترونات والبوزيترونات التي تحدث في أزواج، لا تؤثر في العدد الكلي. لا يمكن تحديد عدد الميزوترونات[١] -إن كانت موجودة هناك- ضمن العدد الكلي حتى نعرف ما هو أكثر عن هذه الجسيمات. يمكن حساب عدد النيوترونات والأنوية بالتأكيد وفقًا لعدد البروتونات والإلكترونات التي تكونها.

(١) ميزوترون، ميزون، نوع من الجسيمات التي يعزى لها القوى التي تحافظ على تماسك النواة. (المترجم).

ما من داع لإعادة النص هنا على ما كان معروفًا منذ عام ١٩٢٠، أن كل نواة مكونة من عدد محدد من البروتونات والإلكترونات يمكن التحقق من ذلك العدد عن طريق وزنها الذري وعددها النووي[١]. لكن منذ سنوات قليلة، ظهرت فكرة ماجنة تنكر

(١) اكتشف جيمس تشادويك النيوترونات عام ١٩٣٢ حيث كان يُعتقد قبل ذلك في أن النواة مكونة من بروتونات موجبة الشحنة وعدد أقل من الإلكترونات كي تعادل شحنة جزء من تلك البروتونات. ورغم أن تلك المحاضرات قد ألقيت عام ١٩٣٨ أي بعد اكتشاف النيوترون، إلا أن الواضح أن إدنجتون كان لا يزال مؤمنًا في أن هذا النيوترون مكون من بروتون وإلكترون وهو الأمر الذي يرفضه الدليل العلمي الحديث حيث إن تصنيف العناصر قد بات مختلفًا تمامًا؛ فالبروتونات والنيوترونات يتكون كل منها من ثلاثة كواركات (البروتون من كواركين علويين وثالث سفلي) و(النيوترون من كواركين سفليين وثالث علوي) أما الإلكترون فيتبع اللبتونات ذات البنية المختلفة تمامًا.
إلا أن هناك ظاهرة غريبة ربما علينا الإشارة لها والإشارة كذلك إلى التفسير العلمي الحديث لها.
يذهب الدليل العلمي حاليًا إلى أنه من المستحيل وجود إلكترونات داخل النواة، لكن النواة المشعة قد تطلق أحيانًا جسيمات بيتا وجسيمات بيتا هي في الحقيقة إلكترونات، فمن أين جاءت تلك الإلكترونات إذن.
في هذا التفاعل نشهد تحللًا للنيوترون بالفعل إلى بروتون وإلكترون وجسيم يسمى ضديد نيوترينو. فمن أين جاءت تلك الجسيمات إن كانت بنية النيوترون والبروتون مختلفة.
نعرف أن هناك جسيمات كالإلكترونات والبروتونات وجسيمات مضادة لها، تحمل ذات خواصها تمامًا إلا أن شحناتها مختلفة مثل البوزيترون (ضديد الإلكترون) والبروتون المضاد (ضديد البروتون). أحد محاولات تفسير تلك الجسيمات المضادة اعتبارها كجسيمات تسافر في الزمن نحو الماضي، على عكس الجسيمات الأخرى المتحركة نحو المستقبل. فالإلكترون المضاد هو نفسه الإلكترون، لكنه يسافر في الزمن بالعكس، أي أن مستقبلنا نحن يعتبر ماضيه هو والعكس بالعكس.
عندما يحدث تحول نيوترون إلى بروتون، ذلك التحول الذي يشهد خروج إلكترون (جسيم بيتا) فإن واحد من الكواركين السفليين للنيوترون يتحول إلى كوارك علوي لكن كي يحدث ذلك يجب أن يحدث تفاعل ما مع نيوترينو – إلا أنه لا وجود لذلك النيوترينو – كي ينتج الإلكترون الذي يسافر خارجًا (النيوترينو ينتمي إلى ذات اللبتونات التي ينتمي لها الإلكترون). في الواقع فهذا النيوترينو الذي تفاعل هو نيوترينو قد جاء من المستقبل (لم يكن موجودًا لكنه قد جاءنا من لحظة تالية)، وتفاعل بالفعل وانتهى إلى تكوين الإلكترون (جسيم بيتا) وتلاشى (لذا لم نكن نشهده قبل الانحلال والتفاعل، فقد انتهى وجوده في الماضي) لكن مع الإلكترون المنطلق، ينطلق ضديد نيوترينو، إنه ذات النيوترينو الذي تفاعل وكنا نتحدث عنه، لكنه يرتحل من المستقبل ولأننا صرنا في المستقبل بعد الانحلال، فإننا نقدر على رصده، ألم أقل لك إنه نيوترينو يتحرك من المستقبل لذا يحمل شحنة مضادة، وأؤكد من جديد على أنه هو ذاته النيوترينو الذي تفاعل وانتهى إلى إطلاق الإلكترون.
تبدو التفاصيل معقدة وملغزة، لكنهما ربما شبح بروكروست، وروح إدنجتون الساخرة. (المترجم).

هذا، وهي الفكرة التي انتشرت وتوسعت، ولا تزال تثير أقل مرجعياتها ضررًا عاصفة من النقد، فهي تنم عن جهل شديد بالأفكار الحديثة للبنية النووية. يشير البيان إلى تركيب النواة، لا بنيتها. فقط أولئك الذي يملكون خيالًا ساذجًا متفردًا قد يفترضون أنه يعني أن نظرة عن قرب إلى النواة سوف تكشف عن إلكترونات ملتصقة بها مثل الزبيب في حلوى البودنج. النواة تتكون من البروتونات والإلكترونات بنفس الطريقة التي تتكون بها العجة (الأومليت) من البيض، ما يعني أنه عندما تظهر العجة على الطاولة، تصبح غرفة مخزون الطعام محتوية على بيض أقل. مركب البرتونون – إلكترون المعزو إلى مختلف الأنوية قد أصبح مؤكدًا في إسهاب من خلال تجارب التحويل التي تطبق مباشرة خاصية «العجة (الأومليت)» للمركب. أظن أن المجون الداعم لرأي ميتافيزيقي يذهب إلى أن البيض والإلكترونات تتوقف عن الوجود عند خفق البيض، قد زال الآن؛ لكنه قد كان على أي حال غير ذي صلة.

بالعودة إلى عدد البروتونات والإلكترونات، فقد نصصت على ما أؤمن به. لا يندرج إيماني بكوني أعرف العدد المضبوط للبروتونات والإلكترونات في الكون ضمن قناعاتي العلمية الأقوى، لكن علي أن أصنفه ضمن المعتقدات المعقولة المتوسطة الدرجة. مع ذلك، فإنني مقتنع بشدة من أنني إذا ما كنت قد حصُلت على عدد خاطئ، فهو مجرد خطأ سخيف، سوف يتم تصحيحه سريعًا إذا ما كان هناك عدد أكبر من العاملين في هذا الحقل. باختصار، معرفة العدد المضبوط للجسيمات في الكون هو طموح مشروع، ومبرر تمامًا للفيزيائي.

سوف يقول المتصيدون العائبون إنها بالكاد حسابات آمنة؛ ذلك لأنه لن يقوم أي أحد بعد الجسيمات وتبيان خطأ تقديري فلنقل بمقدار 14. سوف أثمن رؤية العيابين المتصيدين وأعترف بأنني إن كنت أعتقد في وجود أدنى الفرص المتاحة لأحدهم لكي يقوم بعد الجسيمات، ما كنت لأنشر حساباتي أبدًا. لكن السبب وراء اعترافي ليس ذلك الذي تشك فيه، السبب أنني في حساباتي قد وظفت نوعًا من

التحليل مناسبًا للجسيمات غير القابلة للعد فقط؛ لذلك فإذا ما أقنعني أحدهم بأن في استطاعته بالفعل عد البروتونات والإلكترونات، فسوف يقنعني بالتالي أن حساباتي قد قامت على أسس خاطئة، وينبغي علي سحبها دون انتظار سماع العدد الذي قام بعده وما إذا كان موافقًا أم لا.

دعنا نرى لماذا لا يمكن عد البروتونات والإلكترونات؟ ليس ذلك لمجرد أن عددها كبير جدًّا. يخبرنا فيزيائيو الكم أن الإلكترون لا يوجد في مكان واحد محدد، لكنه ينتشر وفق توزيع احتمالي؛ كذلك لا يمكن تمييز بعض الإلكترونات من بعض، وبذلك فهي ليست مادة واعدة جدًّا صالحة للعد. لا يوجد شيء كي تتذكر به الإلكترون الذي قمت بعده للتو، لا موضعه ولا أي علامة مميزة له. على ذلك كيف لك أن تعرف ما إذا كان ذلك التالي الذي لاحظته هو إلكترون جديد أم إلكترون سبق وقمت بعده؟ يذهب مبدأ اللايقين (عدم التحدد) إلى أنه كلما حددت موضعه في لحظة ما، أصبحت غير متأكد من سرعته ومن المكان الذي سينتهي به الحال فيه فيما بعد. عندما تخلد إلى الراحة، ربما تحب أن تجرب عد الإلكترونات في توزيع احتمالي بدلًا من عد الخراف في مرج أخضر.

طبيعة الإلكترونات تجعل من المستحيل عدها إلا في حالات خاصة جدًّا؛ ونفس الأمر ينطبق على البروتونات. مع ذلك يخبرنا الفيزيائيون بثقة أن العدد التقريبي للإلكترونات في جرام من الهيدروجين هو $6 . 10^{23}$ تقريبًا. من الواضح أنهم لم يقوموا بعدّها. لا يستدعي ذلك في حد ذاته النقد؛ لأننا ندرك أنه من المشروع الحصولَ على مثل هذه النتيجة بطريقة غير مباشرة. يحدد محاسبو البنوك (أو اعتادوا على تحديد) عدد السوفرين[1] عن طريق الوزن، وقد عرفوا أن ذلك سوف يزودهم بنفس النتيجة التي سيحصلون عليها من عملية العد المتعبة. لكن هل من الممكن القول بأن العملية غير المباشرة التي يستخدمها الفيزيائيون لتعيين عدد الإلكترونات

(١) عملة ذهبية بريطانية. (المترجم).

في جرام من الهيدروجين سوف تعطي نفس النتيجة التي سيحصلون عليها لو قاموا بعد فعلي؟ من الواضح أن الإجابة ستكون لا؛ لأننا قد رأينا للتو أنه من غير الممكن عدها، وفي الواقع لن يسفر عدها عن أي نتيجة على الإطلاق.

كل عنصر من عناصر المعرفة الفيزيائية هو تأكيد لنتيجة عملية رصدية فعلية أو فرضية. عندما تقوم المعرفة بادعاء حول عدد البروتونات والإلكترونات في جرام من الهيدروجين، فإن العملية الرصدية المرجعية لا يمكن أن تكون العد. من المؤكد أنها معرفة بنتيجة عملية ما أخرى، عن طريقها يُلحق عددًا صحيحًا بنظام، ندعو هذا العدد بعدد الجسيمات، لكنه العدد المُقدّر وفق "الحساب الكمي"، ولا يقوم على نفس تصورات الحساب الفيثاغورسي للعد.

ربما ينبغي أن نغضب من فيزيائي الكم لتضليله لنا. لكن من المستحيل ألا نُعجب بالجمال المدمر للحساب الكمي، وببراعة الخدعة التي تعزو عددا لما هو غير قابل للعد.

إن كلمة "الحساب" مثلها كمثل "الهندسة" أو حتى "الهيدروديناميكا" من الممكن أن تنطبق على فرع من فروع الرياضيات البحتة بتعريفاته ومسلماته التي تخصه، من دون أي صلة بأي شيء في الكون الفيزيائي؛ لكن في السياق العلمي يجب فهم هذه المصطلحات بمعناها العملي الأصلي حيث يكون موضوع دراسة العلوم هو تعداد الأشياء الفيزيائية، وقياس العالم، وحركة الموائع المادية. وباعتبارها من فروع العلم الفيزيائي فهي مشمولة في التوجه العام صوب التوحيد، وكما وحدت النظرية النسبية الهندسة والميكانيكا، فكذلك قامت نظرية الكم على نحو أكثر جرأة بتوحيد الحساب والميكانيكا الموجية. لقد رأينا بالفعل (الفصل الرابع) أنه من اللازم التحول نحو نظرية الكم من أجل تعيين معيار الطول المادي بواسطة أعداد خالصة فقط. يمكن لنظرية الكم أن تعبر عن المعرفة بمصطلحات عددية، لكن ذلك فقط بسبب أنها قد استعارت معيار الطول من نظرية الكم، ومعه الارتباطات الكمية للأعداد في الأنظمة الفيزيائية.

مفتاح التوحيد الذي حوّل الحساب إلى ميكانيكا موجية هو الرمز الجوهري $K`$ الذي طرحناه في الفصل العاشر. $K`$ هو الرمز الذي نعوض به في $\sin \pi K` = 0$ (جا)، وقيمه الذاتية زمرة كاملة من الأعداد الصحيحة الموجبة والسالبة. هكذا قد جلبت الميكانيكا الموجية الأعداد الصحيحة (التي تشكل كل مادة حسابنا المعتاد) إلى نطاق اختصاصها كقيم ذاتية لأحد عواملها الرمزية. بتقديمها على هذا النحو تكون الأعداد الصحيحة مفاهيم غير مرتبطة بعملية العد. لو تم طرح العد على الإطلاق فسيُعرّف بمصطلحات القيم الذاتية لـ $K`$، أي بمصطلحات الأعداد الصحيحة، والعكس بالعكس. الخطوة التي نقوم بها من 3 إلى 4 عند العد هي انتقال – قفزة كمية – لخاصية فيزيائية لنظام من قيمة ذاتية إلى أخرى. انتقال النظام من حالة الثلاثة إلى حالة الأربعة هو واحد فقط من أنواع عديدة من قفزات الكم التي بإمكان النظام القيام بها، وليست متمايزة عن قفزات الكم الأخرى في النظرية الميكانيكية الموجية العامة.

تُدعي المواد أو المعاملات التي تعمل عليها العوامل الرمزية بالدالة الموجية للنظام. عندما يتم تزويدها بمادة معينة، تُختزل $K`$ إلى العدد 4؛ نقول حينئذ إن عدد الجسيمات في النظام الممثل بواسطة المعامل هو 4؛ والمثل بالمثل بالنسبة للأعداد الأخرى. يجب أن يكون مفهومًا أن هذا ليس نظامًا خاصًّا للتفسير اختُرع من أجل الرمز $K`$؛ إنه استجلاب لسلسلة من "أعداد الجسيمات" إلى الكميات الفيزيائية الأخرى الواصفة للنظام، في الميكانيكا الموجية لكل من تلك الكميات الرموز المناسبة القابلة للاختزال إلى أعداد مختلفة (ليست في المعتاد أعدادًا صحيحة) وذلك وفق الدالة الموجية التي يتم مدها بها كي تعمل عليها. غالبًا ما تكون المادة التي يتم المد بها – الدالة الموجية – على هيئة لا يكون معها الرمز العامل قابل للاختزال إلى أي عدد، وبالنسبة لهذا النظام ليس للكمية الفيزيائية الممثلة بالرمز قيمة محددة، لكن هناك طرق لحساب « قيمة توقع » – قيمة مرتبطة بدرجة ما باللا يقين. قد يحدث هذا أيضًا في حالة عدد الجسيمات، لو كانت المعرفة الممثلة بواسطة الدالة الموجية كافية للتزويد بتقدير احتمالي للعدد فقط.

حقيقة أن `K، إذا ما اختُزلت إلى أي عدد على الإطلاق، سوف يكون عددًا صحيحًا، تميز `K عن أغلب العوامل الرمزية الأخرى. يضمن هذا الشرط لنا ألا نمسك بأنفسنا يومًا ونحن نقول إن عدد الجسيمات في نظام هو بدقة 4/ 3 3. من الصحيح أن هناك عوامل أخرى مرتبطة بنظام فيزيائي له قيم ذاتية بأعداد صحيحة فقط، لكن ذلك بسبب أن الجسيمات ليست الشيء الوحيد الذي بمقدورنا عده، أو بالأحرى ليست الشيء الوحيد الذي بمقدورنا أن نبتكر بديلًا له من أجل العد. نذكر أن "الذرية" تمتد إلى الإشعاع (الفوتونات) والزخم الزاوي بالإضافة إلى الجسيمات المادية.

بالتخلص من الحساب، سيكون لدى نظرية الكم القليل كي تمضي به قدما وتحقق به المجاوزة بنفسها. كي تقوم بتكوين مجمل الأعداد الصحيحة يجب أن يُعوّض بالعامل الرئيس في $\sin \pi K` = 0$، لكننا قد لاحظنا أنه على الرغم من أن هذه المعادلة هي التي تُوظَّف عادة، إلا أنها مجرد تقريب، وإذا ما استخدمنا المعادلة المضبوطة، تتوقف سلسلة الأعداد الصحيحة الممثلة بواسطة `K عند عدد كبير إلى حد ما، سوف ندعوه N، ولذلك هنا يتمايز الحساب الكمي عن الحساب الفيثاغورسي. لا توجد ما لا نهاية في الحساب الكمي، والأعداد تتوقف عند العدد الأعلى N. لذلك من المستحيل مع المبدأ – الذي عن طريقه قد تم عزو عدد يدعى "بعدد الجسيمات في نظام" إلى النظام – عزو أعداد أكبر من N، تلك التي لا تقع ضمن الحساب الكمي.

العدد الكوني N يأخذ مكان اللا نهائية في الحساب الكمي النسبوي ربما مثلما تأخذ سرعة الضوء مكان السرعة اللا نهائية في النظرية النسبية الأولية. إلى الآن، لم أقل أي شيء فيما يتعلق بالطريقة التي يمكن بها تحديد N؛ فلقد كنت معنيًّا فقط بالإطار الذي تظهر فيه. لكن حين يُسلط الضوء على طبيعة الأداة التي عن طريقها يُعزى عدد إلى ما هو غير قابل للعد، أظن سيكون من الواضح أنه بادعائنا تحديد عدد الجسيمات الأولية في الكون بشكل مسبق، فإننا لا نغتصب حقًّا عادة ما كان ينسب إلى خالق الكون.

كلمة أخرى يمكن أن تقال فيما يتعلق بعدم قابلية الإلكترونات للعد. قد يثور اعتراض مرجعه أننا بالفعل نقوم بعد الإلكترونات في غرفة ويلسون، حيث تُجعل مساراتها واضحة عن طريق جهاز مبتكر، لكن ما عدد الإلكترونات الموجودة هناك في غرفة ويلسون؟ شيء ما حول 10^{20}. وكم العدد الذي نقوم بعده؟ دستة أو شيء من هذا القبيل. نعد حتى اثني عشر ثم نتوقف، ليس بسبب أننا متعبين، لكن بسبب أنه ما من سبيل للعد. لا أظن أن ذلك يتعارض مع ما نصصت عليه، من أن العد – الذي أعني به التعداد النظامي – غير قابل للتطبيق على الإلكترونات.

بوجه عام فالجسيمات القابلة للعد هي تلك الجسيمات التي تمتلك سرعات عالية استثنائية فقط. من الصحيح أننا بفحص تلك الجسيمات يمكننا اشتقاق نسبة الكتلة للعدد والتي لو افترضنا ثباتها بالنسبة للجسيمات غير القابلة للعد أيضًا، سوف تمكننا من استنتاج العدد من الكتلة. لكنني لا أنكر أن الفيزياء قد عثرت على منطق وطريقة متسقة لمد تعريف العدد إلى الأنظمة غير القابلة للعد. الشاهد أنها قد قامت بمد التعريف. لذلك عندما أتحدث عن عدد الجسيمات في الكون متبعا تعريفها طواعية، لا يجب أن تظن أنني أقصد أن هناك عدد N من الكيانات المتناثرة الموضوعة هناك بواسطة الخالق، جاهزة كي نقوم بتعدادها.

-٢-

يقوم الحساب النظري للعدد الكوني N على حقيقة أن القياس يتضمن أربعة مكونات وهو لذلك مرتبط برمز وجود رباعي. من هذا يبدو من اللازم أن يكون العدد الكوني هو العدد الكلي لدوال موجية رباعية مستقلة، ذلك الذي وُجد أنه يساوي $2 \times 136 \times 2^{256}$. هذا هو عدد البروتونات وعدد الإلكترونات. عدد البروتونات هو $2 \times 136 \times 2^{256}$، وهو العدد الذي كُتب كاملًا في بداية هذا الفصل.

أعتقد أن الطريقة التالية هي الطريقة المنطقية لتقصي تفسير هذا العدد. العدد

136 يعد مميزًا لبنية مجموعة رموز الوجود الرباعية؛ ولذلك السبب يظهر في نظرية الثوابت العددية الأخرى للطبيعة (ثابت البناء الدقيق[١] ونسبة الكتلة). نمط البنية عبارة عن تشابك لعلاقات 136 عنصر، والمعينة في التطبيق الحالي بواسطة 136 حالة مكثفة. ينخرط الرمز الجوهري `K المرتبط بكل حالة مكثفة في حساب، يكون العدد الصحيح الأكبر فيه هو 2^{256}، وفي النهاية يُضاعف العدد لأننا قد بدأنا بنصف الجسيمات (أو نصف "وجود" الجسيمات) المتداخلة في اليورانود؛ لذلك فالأعداد الصحيحة السالبة التي تمثل طرح الجسيمات من اليورانود يجب أن تؤخذ في الحسبان إلى جانب الأعداد الصحيحة الموجبة التي تمثل الإضافة[٢].

العدد $2^{256} \times 136 \times 2$ يرتبط برموز وجود رباعية. الأعداد المناظرة المرتبطة برموز وجود ثنائية وبسيطة هي 2^{16}. 2.10 و $2.3.2^4$ على الترتيب. العدد الأخير هو 96. لقد تنبأنا بأن العدد 4 (الفصل العاشر)، المرتبط بالقياس، سوف يكون متداخلًا بشكل ما في صورة عالم نتائج القياس خاصتنا، مع أننا ندرك أنه قد يظهر مموهًا عليه نوعًا ما. نجد الآن أن أحد تلك التمويهات تتمثل في ارتفاع عدد الجسيمات في الكون من 96 إلى 10^{79} . 145 . 3.

لقد أخبرتك ما أؤمن بأنه القصة الصحيحة للعدد الكوني N. ما الذي ينبغي علينا استنتاجه منها؟

لننص على الأمر بصراحة فجة، لقد فضحنا زيف N. إنه ليس تعدادًا لجمع من الجسيمات المتفرقة المكونة للكون الموضوعي؛ حيث إنه مجرد عدد دس علينا عن طريق نظرية الكم، كونه مرتبطًا على نحو مسبق بمناهج تحليله وطرائقه، هل لا يزال مثار

(١) ثابت البناء الدقيق، أحد الثوابت الرئيسة في الفيزياء ويعين شد التآثر الكهرومغناطيسي وبواسطته قد أمكن تفسير الكثير من طيف المواد حيث يلعب دورًا كبيرًا في حركة الإلكترونات حول النواة. (المترجم).

(٢) من هذا المنظور فإن أكبر وأعلى عدد صحيح في الحساب الكمي هو 2^{256}. كي نُكوِّن N نضيف إليه الأعداد 136×2 بواسطة الحساب العادي. (المؤلف).

اهتمام؟ لا أظن أن أهميته العلمية قد تأثرت على الإطلاق. عدد الجسيمات في الكون في جوهره –حتى لو كان أصيلا– سوف يثير فضولًا طفيفًا نوعًا ما. العدد مهم علميًّا؛ لأنه يواصل البروز على نحو غير متوقع في أكثر المسائل العادية. إنه يضبط نسبة القوة الكهربية إلى القوة الجذبوية بين البروتونات والإلكترونات – كمية تكبد الفيزيائيون التجريبيون الكثير من أجل تحديدها. فعليًّا لقد أكدت محاولات تعيينهم للمقدار، القيمة التي اكتشفناها بدقة، وهي تصل إلى جزء في الخمسمائة جزء. يحدد أيضًا سرعة تقهقر السدم البعيدة التي تؤدي إلى «تمدد الكون». البيانات الفلكية غير دقيقة، لكنها تؤكد القيمة المحسوبة الخاصة ب N في حدود 25 في المائة. إنه يحدد أيضًا مدى القوى المعينة التي تحكم توازن النواة الذرية. الاتفاق مع القيمة التجريبية في حدود 1 في المائة.

لقد ميزت N واعتنيت بها بشكل خاص؛ لأنه من بين كل المعرفة التي تُكوّن الفيزياء الأساسية، تبدو المعرفة بعدد الجسيمات الأساسية أقلها احتمالية للتلوث بالذاتية. لذلك مثلت الحالة الاختبارية الأنسب على نحو خاص. لكن نفس الذاتية تظهر في كل مكان، وليس من العسير في الغالب الفطنة إليها. لقد كُشف زيف مخطط القانون الفيزيائي، إذا كنت تحبذ النص على الأمر بهذه الطريقة. لكن كشف زيف قوانين البصريات لن يطفئ ضوء الشمس؛ كشف زيف قانون الجاذبية لن يمنعنا من السقوط على السلالم، كشف زيف قوانين المقذوفات لن يضع حدًّا للحرب. حتى لو مُزق غلاف الغموض والإلغاز عنها، فإن قوانين كوننا نصف الذاتية تبقى صالحة في هذا الكون، وصالحة في الاكتشافات التقنية وسوف تستمر اختراعات العلم في حمل ثمرة الخير أو الشر.

العدد الكبير الذي دوناه في بداية هذا الفصل قد تسلل بطريقة ما إلى داخل مخطط الفيزياء. من كان مسؤولًا عن وضعه هناك؟ هناك عدد من المتهمين. من الطبيعي أن نتفحص أولًا أولئك الذين رفعوا دعائم الميكانيكا الموجية؛ لكن أظن أنهم يبرئون أنفسهم. يقع الاتهام بشكل كبير على عاتق الرجل الذي صنع الإلكترونات في البداية، ونرفض التماسه بأنه قد عثر عليها فقط. لكن علينا أن نُخلّي سبيله أيضًا. في النهاية لا

يبدو أن هناك أحكامًا ممكنة ستصدر إلا وتنص على «الأسباب الطبيعية". إنها مجرد أنماط التفكير البدائية التي تكشف عن نفسها وتحمل كل شخص يمارس دورًا في تطوير الفيزياء على أن يكون أداة لها. وبالنسبة للحجاج الذاهب إلى أنه حتى لو لم يكن هناك لوم بداعي الإهمال، فبالتأكيد هناك قدر من اللامبالاة التي سمحت بتفلت عدد مثل هذا، يمكننا الرد على هذا الاتهام بأن تلك الأعداد بمجرد أن تتسلل إلى الموضوع تملك طريقة للتناسل والتكاثر، وما ذلك العدد المكون من 80 خانة إلا مجرد حفيد العدد 96.

كان الاحمرار البسيط لضوء المجرات البعيدة الدليل الأول على العدد الكوني[1].

(١) العدد 136 الذي ادعى إدنجتون الحصول عليه بطريقة نظرية تمامًا بادئًا من مفهوم الوجود أو أطر التفكير الأساسية، يمثل معكوس ثابت البناء الدقيق، لقد كان إدنجتون مؤمنًا بأهمية شديدة للغاية لتلك الثوابت، كما اعتقد في إمكانية الحصول عليها جميعًا نظريًّا. لقد ذهب إلى وجود نظرية كلية تملك تفسير كل شيء بما في ذلك تلك الثوابت الكونية الغريبة، وجدّ في البحث عنها، ربما كانت تلك هي حمى ذلك الزمن، توحيد الكون ولعله نمط تفكير بشري آخر، وإن لم يشر إليه إدنجتون ضمن الأنماط الأساسية والمفاهيم التي عددها.
أما ثابت البناء الدقيق فهو ثابت يمكن منه حساب مستويات الطاقة في الذرة وبالتالي تفسير خطوط طيف الذرات، وهو ثابت يدخل في حسابه سرعة الضوء وشحنة الإلكترون وثابت بلانك وبالتالي فهو إلى حد كبير يربط بين تأثيرات النسبية الخاصة وعالم الكم وقد كان إدنجتون مولعًا بتلك الارتباطات حيث كان يحلم بنظرية جامعة موحدة، كما كان مشغولا بفك طلاسم تلك الثوابت ولماذا تأتي على تلك الصورة!
إلا أن القياسات الأدق التي أجريت فيما بعد قد أثبتت أن قيمة ثابت البناء الدقيق غير تلك السابقة، وبالتالي فقد أصبحت قيمة معكوسه المشتقة تجريبيًّا هي 137 وهو ما استقبله إدنجتون برباط جأش لكنه أصر على موقفه، بل قام بتعديل حساباته كي تتوافق مع القيمة الجديدة، وادعى كذلك مقدرته على الحصول على قيمة العدد 137 نظريًّا واجدًا تخريجًا لذلك بالاستعانة بمبدأ براولي للاستبعاد. ورغم أنه من حين إلى آخر هناك من يُفتن بتلك النظرة الشاملة وبتلك الرؤية الغنوصية ربما للكون إلا أن كثير من جلال تلك الحسابات قد ذهب مع تكشف أن ثابت البناء الدقيق وبالتالي معكوسه ليس رقمًا صحيحًا وهو محور جدل إدنجتون طوال هذا الفصل. حيث جاءت قيمة معكوس ثابت البناء الكوني الدقيقة لتكون: 137.035999074 وهو ما يهدد كما أشرنا عدده الكوني؛ لأنه بذلك ربما يحتوي على كسور والعدد الكوني لا يجب أن يحتوي على كسور؛ لأنه من المستحيل أن يكون هناك نصف بروتون أو ربع إلكترون.
رغم ذلك لا تزال تلك الثوابت تمثل لغزًا كبيرًا، فمن أين جاءت؟ ولماذا بهذه المقادير الدقيقة الساحرة التي تستمر في التجلي في المعادلات؟ ولا تزال رؤية إدنجتون عن كون المعرفة هي تفاعل بين راصد ومرصود قائمة ومؤيدة بكثير من الأدلة التي طرحها، بغض النظر عن لهاثه خلف العدد الكوني وثابت البناء الدقيق وغيره من الثوابت.
لمزيد من البحث والتقصي، راجع الملخص الذي أوردته لواحدة من الأوراق العلمية التي تبحث في هذا الشأن في نهاية الكتاب. (المترجم).

تلك هي منهجية العلم المعتادة كمعرفة لاحقة. لكن بالنسبة لراصد الراصدين فالقيمة المضبوطة للعدد الكوني كامنة في نظرته الأولى الخاطفة إلى فيزيائي تجريبي:

(فرفعت عيني ونظرت وإذا رجل وبيده حبل قياس)[١].

-٣-

منذ ثمانية عشر عامًا، كنت مسؤولًا عن تعليق، غالبًا ما كان يُقتبس:[٢]

هناك شيء واحد يمكن للعقل البشري استخلاصه من ظواهر الطبيعة، القوانين التي قام بوضعها بنفسه فيها؛ سيكون من الأصعب بكثير استخلاص قوانين لا يملك سيطرة عليها. من المحتمل حتى أن تكون القوانين التي ليس لها أصل في العقل غير منطقية، ولا نستطيع أبدًا النجاح في صياغتها.

يبدو أن ذلك قد كان صحيحًا، وإن لم يكن بنفس الطريقة التي طرحت نفسها فيما بعد. لدي في عقلي ظواهر الكمات والفيزياء الذرية، التي أربكت جهودنا تمامًا لصياغة نظام منطقي للقوانين في ذلك الوقت. كان من الواضح بالفعل أن قوانين الفيزياء المولية الرئيسة هي صنيعة عقلية -ناتج التجهيزات الحسية والذهنية التي نحصل من خلالها على المعرفة الرصدية- ولم تكن قوانين حاكمة للكون الموضوعي. كان الطرح أننا ولأول مرة في نظرية الكم نتعامل مع القوانين الحقيقية الحاكمة للكون الموضوعي. لو كان الأمر كذلك، فمن المحتمل أن تكون المهمة أكثر صعوبة بكثير من مجرد إعادة اكتشاف أطر تفكيرنا الخاصة.

منذ ذلك الحين أنجزت الفيزياء الميكروسكوبية تقدمًا عظيمًا وقد تبين أن قوانينها مفهومة للعقل؛ لكن كما سعيت دائمًا لأبين ، فقد كشفت أيضًا عن كونها قد فُرضت

(١) سفر زكريا، الإصحاح الثاني، ١. (المؤلف).

(٢) Space, Time and Gravitation, p 200

المكان والزمن والجاذبية، صفحة ٢٠٠ (المؤلف).

بواسطة العقل –بواسطة أطر تفكيرنا– بنفس الطريقة التي تُفرض بها القوانين المولية. في غضون ذلك، ظهر وضع جديد فيما يتعلق بالقوانين ذات الأصل الموضوعي، لأن نظام الفيزياء لم يعد حتميًّا (محددًا). لا تفرض مجمل القوانين صنيعة العقل، الحتمية. إنها تقع ضمن السلوك غير الحتمي، حيث تُركت مساحة ضمن المخطط الكامل للقوانين الفيزيائية المعروفة حاليًا، لتظهر فيها قوانين الكون الموضوعي (إن كانت هناك) بالتأكيد. من ثم لم تقربنا ثمانية عشر عامًا بأي حال من صياغة قوانين التحكم الموضوعية؛ الفارق الوحيد أن ما كان موصوفًا باعتباره سلوكًا غير منطقي ربما، يوصف الآن باعتباره سلوكًا غير حتمي.

في النظرية الفيزيائية الحالية يُعالج عنصر اللاحتمية في سلوك نظام باعتباره من قبيل الاحتمال. إذا كانت هناك انحرافات عن قانون الاحتمال مؤثرة، فلن يتفق الرصد مع النظرية. لذلك قد نذهب إلى أنها فرضية في الفيزياء، مدعومة بالرصد، حيث لا وجود لقوانين موضوعية حاكمة – إلا لو وُصف الاحتمال (الصدفة) باعتباره قانونًا.

ومع ذلك لو نظرنا للأمر عبر منظور أوسع من ذلك الذي للفيزياء، أظن أنه سيكون من قبيل الضلال إذا ما اعتبرنا الاحتمال (الصدفة) الملمح المميز للعالم الموضوعي. إلى حد كبير، لا يعد إنكار القوانين الموضوعية الحاكمة فرضية فيزيائية بقدر ما هو قصور في موضوعها. تقع الانحرافات عن الاحتمال (الصدفة)، لكنها تعتبر كأعراض لشيء خارج الفيزياء، تحديدًا الوعي أو الحياة (الأكثر إثارة للجدل). هناك في الكائن البشري جزء ما من المخ – ربما مجرد بقعة في مادة المخ، ربما منطقة واسعة – تبدأ فيها التأثيرات الفيزيائية للإرادة والمشيئة، ومنها تنتقل إلى الأعصاب والعضلات التي تترجم الإرادة إلى فعل. سوف نسمي هذا الجزء من مادة المخ "مادة الوعي". يجب أن تشبه تمامًا المادة غير العضوية في طاعتها لقوانين الفيزياء الأساسية التي لكونها من أصل إبستمولوجي، تكون ملزمة لكل المادة؛ لكن لا يمكن أن تكون مماثلة للمادة غير العضوية من جميع النواحي، فذلك سوف يختزل الجسد إلى آلة ذاتية الحركة

(إنسان آلي) يعمل بشكل مستقل عن الوعي. يجب أن يقع الفارق بالضرورة في الجزء غير الحتمي من السلوك؛ يجب أن يكون جزء السلوك الذي لا تحدده (تُحتّمه) قوانين الفيزياء الأساسية في مادة الوعي محكوما بواسطة قانون أو اتجاه موضوعي بدلًا من أن يكون بالكلية مجالًا للاحتمال (الصدفة).

يميل مصطلح "قانون الاحتمال (الصدفة)" إلى التضليل، لأنه ينطبق على ما يعد مجرد غياب للقانون في الفهم المعتاد للمصطلح. ستكون الأمور أوضح لو وُصفت الشروط بمرجعية للارتباط (التعالق). تذهب فرضية النظرية الفيزيائية الحالية – التي يؤكدها رصد الظواهر غير العضوية – إلى أنه لا ارتباط (تعالق) بين سلوك الجسيمات المنفردة غير الحتمي.

على ذلك يكون التمايز بين المادة المعتادة ومادة الوعي في أنه لا يوجد ارتباط (تعالق) في الأجزاء اللاحتمية لسلوك الجسيمات في المادة المعتادة، بينما قد يحدث الارتباط (التعالق) في مادة الوعي. يُنظر إلى مثل هذا الارتباط (التعالق) باعتباره تداخلًا مع المسار المعتاد للطبيعة، بسبب ارتباط الوعي بالمادة؛ بمعنى آخر، إنه الملمح الفيزيائي للإرادة والمشيئة. لا يعني هذا أنه لأجل إعمال الإرادة والمشيئة يجب أن يوجه الوعي كل جسيم منفرد بتلك الطريقة التي تجعل الارتباط (التعالق) يحدث. الجسيمات ما هي إلا مجرد تمثلات لمعرفتنا ضمن إطار التفكير المناظر لمفهوم التحليل والمفهوم الذري. عندما نطبق نظام التحليل الذي يزود بتلك التمثلات، لا يمكننا أن نتنبأ ما إذا كانت الجسيمات الناتجة سوف تحظى بسلوك مترابط (متعالق) أم لا؛ يعتمد ذلك بالكامل على الخواص الموضوعية لذلك الذي نقوم بتحليله، أيًّا ما كان. عندما يُفترض عدم الارتباط (عدم التعالق) باعتباره المعتاد في الفيزياء، فإنه يُفترض باعتباره فرضية. لكن من دون القيام بأي فرضيات، يمكننا القول: إن الارتباط (التعالق) وعدم الارتباط (عدم التعالق) هما تمثلات لمختلف الخصائص الموضوعية في إطار التفكير خاصتنا؛ وبسبب أنه من المسلم به أن عدم

الارتباط (عدم التعالق) يمثل الخاصية الموضوعية لأنظمة تنطبق عليها معادلات الفيزياء وصيغها المعتادة، فبالتأكيد يمثل الارتباط (التعالق) خاصية موضوعية أخرى والتي نعتبرها كشيء ما "خارج الفيزياء" بسبب أنها ليست خاصية مميزة لأنظمة تنطبق عليها معادلات وصيغ الفيزياء.

في خضم مناقشة الإرادة الحرة التي أشعلت جذوتها النظريات الفيزيائية الحديثة، أظن أنه قد افتُرض بوجه عام أنه من غير الممكن أن تكون هناك معارضة علمية تقف ضد السماح للوعي بحرية الاختيار والمشيئة كي يقرر السلوك المضبوط ضمن حدود ما ذُكر سابقًا، وذلك بسبب أن قوانين المادة غير العضوية تترك سلوكها غير حتمي أو محدد ضمن نطاق ضيق معين. سوف أدعو هذا بالفرضية **A**. بالنسبة لأي نظام ضمن مقياس مولي يكون المدى المسموح به صغيرًا للغاية؛ ويستدعي الأمر افتراضات بعيدة للغاية من أجل السماح بحرية للإرادة، تعمل في مدى صغير جدًّا، كي تؤدي إلى حركات عضلية كبيرة. كي نحصل على مدى أوسع يجب أن نُسلّم بارتباط (تعالق) سلوك الجسيمات. تلك هي النظرية التي كنا نناقشها، وسوف ندعوها بالفرضية **B**. في الكتابات السابقة دافعت عن الفرضية **B** بالأساس على خلفية عدم صلاحية الفرضية **A**؛ لكن في أسلوب المقاربة الحالي تقدم الفرضية **B** نفسها باعتبارها الحل الطبيعي والواضح.

بالرغم من كونها تؤدي إلى نفس الاستنتاج، فلقد انتقص من نقاشاتي الأولى[1] فشلها في إدراك أن الفرضية **A** ما هي إلا هراء؛ لذلك فقد اتخذت سمت المدافع المبرر المعتذر أكثر مما كنت أحتاج لكي أمضي إلى ما وراءها. لا يوجد نُزُل

---

(١) **The Nature of Physical World pp. 310 – 315**

New Pathways in Science p 88

طبيعة العالم الفيزيائي. صفحة ٣١٠ – ٣١٥.

مسارات جديدة في العلم صفحة ٨٨. (المؤلف).

انتقالي بين السلوك العشوائي والسلوك المترابط (المتعالق). إما أن يكون السلوك أمرًا احتماليًّا بالكلية، وفي هذه الحالة يعتمد السلوك الدقيق ضمن حدود هايزنبرج للا يقين على الاحتمال (الصدفة) وليس على الإرادة والمشيئة. وإما أن يكون ليس احتماليًّا بالكلية، وفي هذه الحالة تكون حدود هايزنبرج المحسوبة بناء على افتراض اللا تعالق (عدم الارتباط) غير ذات صلة. لو طبقنا قانون الاحتمال على رمي العملة، يكون ظهور وجه الملك في 1000 رمية حتميًّا ضمن حدود فلنقل من 450 إلى 550. لكن لو استخدمت ماكينة لرمي العملة، تلتقط العملة وترميها في غير عشوائية تامة، ليس اللا احتمال (اللا صدفة) بعامل يقرر أي عدد بين 450 و550 سوف يسفر عنه الأمر؛ فالميل النظامي أو الترابط (التعالق) في رمي العملة قد يؤدي إلى أي عدد لظهور وجه الملك من صفر إلى 1000.

العيب في الفرضية A أنها تفترض أن السلوك مقيد بالقوانين المعتادة للفيزياء بما في ذلك فرضية عدم الترابط (عدم التعالق) أو "قانون الاحتمال (الصدفة)"، ثم يكون مقيدًا (أو محددًا) بعد ذلك بعامل اللا احتمال (اللا صدفة) (الإرادة والمشيئة). لكن لا يمكننا افتراض تقيد السلوك بالاحتمال (الصدفة) وباللا احتمال (اللا صدفة) (عدم الارتباط والارتباط) في ذات الوقت. قابلية قانون الاحتمالات (الصدفة) للتطبيق هي فرضية؛ ينكر القبول بأن السلوك ليس محكومًا بالصدفة فقط الفرضية. لذلك إذا ما قبلنا بالإرادة والمشيئة على الإطلاق، علينا ألا ننسى في البداية أن نتخلص من فرضية الاحتمال (الصدفة) لو كنا نطبقها؛ على وجه التحديد علينا أن نسقط حدود هايزنبرج التي تنطبق على السلوك غير المترابط (غير المتعالق) فقط. إذا ما عملت الإرادة (المشيئة) على النظام، فهي تفعل ذلك دون التزام بحدود هايزنبرج. حدودها فقط هي تلك المفروضة بواسطة القوانين الإبستمولوجية الأساسية.

ليست إرادتنا (مشيئتنا) غير تراتبية بالكامل؛ لذلك يجب أن تكون هناك قوانين من نوع ما تنطبق عليها وتربطها بمكونات الوعي الأخرى، بالرغم من أنه من غير

المتوقع لمثل تلك القوانين أن تكون من النوع المنضبط رياضيًّا المميز للعالم الذاتي. في الأساس تكون بيئة القوانين الموضوعية هي تفاعل متبادل للتفكير والمشاعر والذكريات والإرادة في الوعي. بتحكمها في الإرادة (المشيئة) تحكم القوانين الموضوعية الارتباطات (التعالقات) أيضًا، تلك التي تعد النظائر الفيزيائية للإرادة (المشيئة).

قادتنا فلسفتنا إلى منظور يذهب إلى أنه ما دمنا نستطيع فصل العناصر الذاتية والموضوعية في خبرتنا، فإن الذاتي يُعرّف بواسطة الفيزيائي، والموضوعي يُعرّف بواسطة جوانب الوعي والروح التي للخبرة. نضيف إلى ذلك الآن -بشرط ألا نتطرف بعيدًا- التناظر المفيد حيث يكون الهدف الواعي هو "مادة" العالم الموضوعي والاحتمال (الصدفة) هو "الفضاء/ المكان الخالي" للعالم الموضوعي. في الكون الفيزيائي تشغل المادة منطقة صغيرة فقط مقارنة بالفضاء / المكان الخالي؛ لكننا ننظر إليها باعتبارها الجزء الأكثر دلالة سواء كان ذلك صحيحًا أم خاطئًا. بنفس الطريقة ننظر إلى الوعي باعتباره جزء العالم الموضوعي ذي الدلالة والأثر، بالرغم من أنه يبدو واقعا فقط في مراكز منعزلة ضمن خلفية من فوضى وشواش.

-٤-

إنني على وشك التحول من الإعدادات العلمية إلى الإعدادات الفلسفية للإبستمولوجيا العلمية. لذلك فهذا هو المكان المناسب لعقد مقارنة مع منظور الفلسفة العلمية الأكثر قبولًا في المعتاد. تعد العبارة التالية نموذجًا مثاليًّا تمامًا:

(يُعنى العلم بالارتباط (التعالق) المنطقي للخبرة أكثر من عنايته باكتشاف شذرات حقيقة مطلقة عن العالم الخارجي وهو منظور مقبول على نحو واسع الآن)[١].

(١) Unsigned review, Phil. Mag., Vol. 25, p. 814, 1938

أظن أن الفيزيائي العادي، أيًّا ما كانت وجهة النظر الفلسفية التي قد يعتنقها على الإطلاق عن علمه، سوف يوافق. لعبارة "الارتباط (التعالق) المنطقي للخبرة" مذاق التقليدية، ما يجعل منها مناورة آمنة لحصد الاستحسان. يمد إنكار الغايات التي تحمل المجازفات الأكبر بشعور براحة القناعة – تصبح الأمور أكثر قبولًا إذا ما تصورنا أن شخصًا ما آخر هو الذي يُوبخ. من ناحيتي، أقبل العبارة بشرط أن يكون المفهوم عن "العلم" أنه يعني "الفيزياء". لقد استدعى ذلك مني قرابة العشرين عامًا كي أقبل به؛ لكن عن طريق المضغ المستمر طوال تلك الفترة الزمنية، نجحت في ابتلاعه كله قضمة قضمة. نتيجة ذلك، أنا مندهش نوعًا ما من الطريقة الخفيفة اللطيفة التي حمل بها هذا البيان أعمق تداعيات كل من الفلسفة والفيزياء المنجزة والمقبولة. لا وجود لمشاحنات جادة بيني وبين الفيزيائي العادي فيما يتعلق بعقيدته الفيزيائية – فيما عدا نسيانه لكل شيء عنها عند الممارسة. ما يُلغِز علي هو لماذا ينبغي أن يكون الإيمان بأن الفيزياء معنية بارتباطات (تعالقات) الخبرة وليس بالحقيقة المطلقة عن العالم الخارجي مصحوبًا عادة برفض ثابت لمعالجة الفيزياء النظرية باعتبارها وصفًا لارتباطات (تعالقات) الخبرة والإصرار على معالجتها باعتبارها وصفًا لعالم موضوعي مطلق. لو أنني مبتدع بأي حال فذلك يبدو لي كنتيجة لقبول ذلك الإيمان، لذلك ينبغي أن نقترب من الحقيقة أينما كانت في الفيزياء وأيًّا ما كانت وذلك من خلال السعي وراء تصورات مناسبة للتعبير عن ارتباطات (تعالقات) الخبرة وتوظيفها، بدلًا من السعي وراء تصورات مناسبة لوصف عالم مطلق وتوظيفها.

تعني العبارة بوضوح أن مناهج الفيزياء غير قادرة على اكتشاف شذرات الحقيقة المطلقة عن العالم الخارجي؛ ولا يحق لنا أن نمنع عن البشرية الحقيقة المطلقة عن العالم الخارجي إذا كانت بين أيدينا. إذا كانت المعامل تُبنى وتوقف عليها نفقات ضخمة وكانت قادرة على المعاونة في اكتشاف الحقيقة المطلقة عن العالم الخارجي، فلابد من لوم تثبيطها عن خدمة هذا الهدف. لكن التأكيد على أن مناهج الفيزياء لا

تستطيع الكشف عن الحقيقة المطلقة (الموضوعية) أو حتى الكشف عن شذرات الحقيقة المطلقة، يُعد تسليمًا بدفعي الأساسي أن المعرفة التي نحصل عليها عن طريقها هي ذاتية بالكامل. حقيقة هو تسليم سريع دون تريث؛ بينما التأكيد يستدعي بحثا مُطولًا للنص عليه. كما بينت، العلوم الأخرى بخلاف الفيزياء والكيمياء ليست محدودة النطاق جدًّا. سوف يُمدح اكتشاف علامات غير قابلة للتخطئ لحياة عاقلة على كوكب آخر باعتباره منجزًا فلكيًّا يغير من مجرى التاريخ؛ لا يكاد يكون هناك من ينكر أن ذلك الكشف هو كشف لشذرات حقيقة مطلقة عن الكون الخارجي بالنسبة لنا.

أما لو التزمنا بالفيزياء، فالفلسفة العلمية المقبولة على نحو واسع وشائع أنها غير معنية باكتشاف الحقيقة المطلقة عن العالم الخارجي، وقوانينها ليست شذرات حقيقة مطلقة عن العالم الخارجي، أو كما نصصت على الأمر، هي ليست قوانين العالم الموضوعي. ما هي إذا؟ وكيف نعثر عليها في ارتباطات (تعالقات) الخبرة؟ إلى أن نستطيع إدراك الكيفية التي استطاعت بها هذه القوانين شديدة التعقيد الولوج إلى داخل خبرتنا الرصدية في ذاتية وذلك عن طريق فحص إجراءات الارتباط (التعالق) لخبرتنا الرصدية، يبدو من المبكر القبول بفلسفة تقطع علينا سبل كل التفسيرات الأخرى المحتملة لمصدر تلك القوانين. ذلك هو الفحص الذي كنا نقوم به.

نهاية رحلتنا ركاكة سخيفة نوعًا ما بعد الكثير من الكد والكدح. بدلًا من الكفاح سعيا نحو قمة متفردة لم يصل إليها إنس ولا جان، نجد أنفسنا قد وصلنا إلى مخيم للمؤمنين، يخبروننا "ذلك ما كنا نجزم به لسنوات". من المحتمل أن يرحبوا بالرحالة الكادحين بأذرع مفتوحة، أولئك الرحالة الذين عثروا في النهاية على مكان للراحة في رحاب الاعتقاد الصحيح. كل ما هنالك أنني متشكك قليلًا فيما يتعلق بهذا الترحيب. ربما كان الجزم والتأكيد مثله كمثل الكثير من المعتقدات الدينية، لا يُراد منه سوى أن يُتلى ويُستحسن. أي شخص يصدق به هو مهرطق قليلًا.

الفصل الثاني عشر

بدايات المعرفة

-١-

نتحول الآن نحو الاهتمام بالعلاقة بين المعرفة الفيزيائية والخبرة الإنسانية ككل. هناك سبيلان لمقاربة الأمر مفتوحان أمامنا:

قد نقوم بتطوير فلسفتنا العامة التي تخصنا من البداية، واثقين من أن الخبرة المكتسبة من الدراسة المكثفة لفرع واحد، قد تساعدنا في اتخاذ القرار الصائب فيما يتعلق ببعض الأسئلة التي انقسم حيالها الفلاسفة.

قد نتساءل: أي من أنظمة الفلسفة الموجودة تتناغم على أفضل نحو مع الاستنتاجات التي وصلنا إليها في الإبستمولوجيا العلمية؟

يُدخلنا المسار الأول في اللعبة كلاعبين، أما الثاني فيُدخلنا كحكام.

إذا ما اخترنا المسار الثاني، فمن الطبيعي بالنسبة لنا (كعلماء) أن نميل نحو المنظور الذي يرى وجوب رفض النظام الفلسفي غير المتماشي مع نتائج الإبستمولوجيا العلمية. احتمالية خطأ افتراضات الفلسفة العامة أو منطقها أكبر من احتمالية أن تكون المبادئ الإبستمولوجية -التي تم اختبار نتائجها في تطبيقات

عملية لا تعد ولا تحصى- غير سليمة. لكن بتجنيبنا لهذا الادعاء الذي يفصل في أمر الحقيقة النهائية، ربما يكون من الحسن أن نركز على هدف أقرب. إذا كان العلم هو دراسة الارتباط (التعالق) المنطقي للخبرة، فيجب أن يكون سعي الفيلسوف العلمي لأجل تمديد هذا الارتباط (التعالق) المنطقي من مجال محدود للخبرة إلى مجمل الخبرة. تتمثل مهمته في توفير فلسفة عامة يمكن أن يقبل بها العالِم دون أن يُلقي بعيدًا بمعتقداته العلمية. حتى لو لم يصل تنويرنا العلمي بعد إلى المرحلة التي يكون عندها من النضج كي نستقبل الحقيقة الفلسفية المحضة، إلا أن دمج أفكارنا في فلسفة متسقة تمضي نحو الحقيقة إلى المدى الذي تسمح به القيود الحالية للعلم هو أمر عاجل.

يشعر المتطفل العالِم بالسوء تجاه نفسه لو قام باتباع المسار الأول. ظاهريًّا يقوم بمعالجة معضلات كانت دراسات حياتية لمئات، كانت إعداداتهم أفضل منه من أغلب النواحي. المزية الوحيدة التي له التي تبرر تطفله باقية في الخلفية، تحديدًا تمده الإبستمولوجيا العلمية بتكهنات معرفية مسبقة لبعض الاستنتاجات التي يجب أن يقود إليها الحجاج، أو على الأقل تكهنات علمية مسبقة لبعض الاستنتاجات التي يجب أن يبدع الحجاج لتجنبها. لذلك تميل بي اعتبارات الحرص إلى المسار الثاني؛ لكن اعتبارات الوضوح تدفعني نحو تبني المسار الأول. يبدو أن لا مفر من تلك القاعدة التي تنص على الالتزام بنظام تفكير واضح، يتحتم على الشخص تحديده في البداية. تستدعي منا الرغبة في الوضوح أحيانًا، توضيح أشياء سوف يكون من الآمن تركها غامضة؛ إنها تكشف مواقع التفكير البعيدة خاصتنا، تلك التي قد لا تكون ضرورية للتمركز الرئيس، للهجوم. غرضي من هذا الكتاب القيام بإسهامات محددة معينة في الفلسفة، بشكل أكبر من سعيي لإطلاق نظام فلسفي كامل؛ لكن من غير الممكن ترك الإسهامات معلقة في الفراغ أو (ما هو أسوأ) تركها معلقة في بيئة معادية للتفكير العلمي الذي تأصلت فيه، ولذلك أشعر بالتزام نحو رسمها ضمن خلفية محتملة لها، والتي أتمنى أن تجعل مكانها في الفلسفة العامة مفهومًا بشكل أفضل.

لا أنصح – فيما أظن – بمحاولة توصيف فلسفة مؤسس لها علميًّا عن طريق بطاقات تعريفية تنتمي للأنظمة الفلسفية الأقدم. يجعل القبول بمثل هذه البطاقات التعريفية من العالِم متداخلًا جزئيًّا في نزاع، لا ناقة له فيه ولا جمل، حتى لو لم يُحكم عليها بالكلية بأنها غير ذات معنى. لكن إذا كان من اللازم اختيار مرشد من بين الفلاسفة القدماء، فما من شك أن اختيارنا سوف يقع على كانط. لا نوافق على البطاقات التعريفية الكانطية ولا نقبل بها، لكنه أمر من أمور العرفان، من الصائب أن نشير إلى أن كانط قد توقع بقدر ملحوظ الأفكار التي تحثنا عليها الآن التطورات الحديثة للفيزياء.

قد نشير أيضًا إلى نظام فلسفي عام آخر، تحديدًا الوضعية المنطقية. قد يطرح إلحاحنا على أن الكميات الفيزيائية يجب أن تُعرّف على ذلك النحو الذي يذهب إلى أن تأكيدات الفيزياء تُسلّم بالتثبت عن طريق الرصد، انجذابًا نحو الوضعية المنطقية. يتم التأكيد على معنى الإفادة العلمية عن طريق الإسناد إلى الخطوات التي اتُخذت للتثبت منها. من المُسلَّم به أن تلك هي عقيدة الوضعية المنطقية – فقط هناك عند الوضعيين المناطقة يتم مدها لتشمل كل البيانات. عندما تكون قاصرة –كما هو الحال هنا– على عناصر المعرفة الفيزيائية، فلا معنى لأن تكون عقيدة فلسفية، إنه مجرد توفيق لمساري لغة الفيزياء النظرية والفيزياء التجريبية، وبذلك قد لا ندّعي دعم الأرصاد لتأكيدات ليس لها من أساس رصدي. إذا كانت خاصية عامة للمعرفة، فلن تكون مفيدة جدًّا لنا فيما يتعلق بتمييز المعرفة الفيزيائية عن باقي أنواع المعرفة. لذلك نحن لسنا عرضة على نحو خاص لمحاباة الجزم الأعم للوضعية المنطقية الذاهب إلى أن معاني كل الإفادات التي ليست بلغوٍ فارغ يجب تأكيدها بنفس الطريقة، تحديدًا بالإسناد إلى الإجراء الذي يتثبت منها.

-٢-

تشكل المقارنة مع الوضعية المنطقية بداية مفيدة للاستعلام عن طبيعة الأنواع الأخرى للمعرفة. إذا قلت لك: "أنا متعب جدًّا"، فأنت تعرف ما أقصد لأنك قد شعرت بالتعب بنفسك. قد تقصد إلى التثبت من الإفادة بإمعان البحث عن أعراض تأكيدية في سلوكي؛ لكن حتى لو وفرت الأعراض اختبارًا معصومًا من الخطأ، فإن معنى الإفادة ليس مؤكدًا بواسطتها. تعني الإفادة "أنا متعب للغاية"؛ هي لا تعني "أنا على وشك التثاؤب".

يجب التسليم بأن المعرفة التي توصلها الإفادة محدودة – محدودة أكثر بكثير مما يبدو للوهلة الأولى. تعرف ما أعنيه لأنني أتوسل بشعور قد اختبرته أنت بنفسك. لكنك تعرف إحساسك الخاص بالتعب فقط؛ ليس في مقدورك أن تعرف الإحساس خاصتي. استيعابك لما أعنيه (إذا كنت مستوعبا له) هو استيعاب متفهم. إذا ما قررنا الاعتراف بمعرفة متفهمة، يجب تمييزها عن كل من المعرفة المباشرة، كتلك التي نحظى بها عن أحاسيسنا والمعرفة البنيوية كتلك التي نحظى بها عن الكون الفيزيائي.

هل من الصواب احتساب الاستيعاب المتفهم كمعرفة؟ ما دام العلم الفيزيائي معنيًّا، فالإجابة غير ذات أهمية؛ حيث إننا قد رأينا أن المعرفة الوحيدة فقط المستخدمة في الفيزياء هي معرفة بنيوية للأحاسيس في الوعي –سواء كانت خاصتنا أو سواء كانت تخص أي شخص آخر– ومن الممكن فتح قنوات الاتصال فيما بينها دون التوسل بالاستيعاب المتفهم للأحاسيس. لكن لو كان لنا أن نرى العلم الفيزيائي في علاقته الصحيحة بفروع التفكير البشري الأخرى، فمن الضروري الوصول إلى قرار فيما يتعلق بالمعرفة المتفهمة.

هناك احتمال لأن ننكر بالكلية صلاحية الاستيعاب المتفهم، نعالجه كسبيل لإقناع أنفسنا بفهم شيء ما، لا نفهمه. إذا كان الأمر كذلك، يجب أن تكون إفادتي "أنا متعب جدًّا" غير ذات معنى بالكلية بالنسبة لك؛ حيث إنها لا تعني أنني أختبر إحساسك بالتعب، كما أنها لا تستند إلى الأعراض الفيزيائية لتعبي، والتي سوف يكون لها معنى بالنسبة لك. يبدو معناها إذن –بالنسبة للشخص الذي تمثل لديه معنى– واقعًا ضمن قواعد الوضعية المنطقية، تحديدًا تلك التي يمكن تأكيدها بالإسناد إلى الإجراء الذي يمكن التثبت منها عن طريقه. فلتفترض أنني قد أصبحت غير متأكد: هل هو شعور بالتعب؟ أم شعور بالتخمة يجعلني غير مقدم على النشاط؟ سوف يستدعي التثبت فيما أظن استدعاء معيارًا متبنى من الذاكرة لشعور التعب وأقارن إحساسي الحالي بالمعيار. التثبت من هذه المعرفة بالتعب هو بالضرورة مماثل للتثبت من المعرفة بالطول، فيما عدا أنني وحدي القادر على القيام بالتثبت.

لكن قبل الوصول إلى قرار، علينا أن ننتبه إلى صعوبة مماثلة إلى حد كبير تتعلق بذكرياتنا عن أحاسيسنا الخاصة. عندما أفحص معرفتي الكلية، أجد ذلك الجزء منها مكونًا من وعي مباشر بأحاسيسي، لكن هناك جانب كبير إضافي مكون من ذكرياتي عن مشاعري. الذاكرة هي شيء، أنا على وعي مباشر به؛ لكنها كموضوع للوعي المباشر تختلف تمامًا عن الإحساس نفسه. لا يمكن لأحد أن يُخطِّئ ذكرياته عن ألم الأسنان ظانًّا إياها كألم أسنان.

لذلك من الخطأ القول بأن لي وعيًا مباشرًا بأحاسيسي الذاتية، إلا إذا كان مصطلح «الإحساس» مقصورًا على الأحاسيس الواقعة في اللحظة الحالية – وهو قيد يقع على العكس من الاستخدام الشائع. فيما يتعلق بالأحاسيس السابقة، فإن «أنا» التي تحشد معارفها قد فقدت الوعي المباشر الذي كان لها من قبل، ولا تعرف تلك الأحاسيس إلا عن طريق الذاكرة فقط. على ذلك، بتنحية المعرفة العابرة لما أحسست به في التو، فإن الجزء الثابت من معرفتي هو معرفة بتلك الانطباعات الخافتة المسماة بذكريات

الأحاسيس، أو ربما تكون الأمور أوضح لو أطلقنا عليها الأحاسيس المُتذكَرة. إنني على وعي مباشر بالأحاسيس المُتذكَرة؛ لكنه نمط عام كوني للتفكير أن الأحاسيس المُتذكَرة لا تُعتبر هامة في ذاتها باعتبارها مكونًا معرفيًّا، بل تُعتبر كفهم غير مباشر لإحساس ماضوي ليس لي أدنى وعي مباشر به. باختصار، ما هي إلا معرفة متفهمة بالأحاسيس الماضوية.

يقل الفارق بين هذا الاستيعاب المتفهم لأحاسيسنا الماضوية الخاصة وبين الاستيعاب المتفهم لمشاعر الأشخاص الآخرين المتفهمة كلما قصدنا إلى ذكريات بعيدة في الماضي. ترجع ذكريات الأحاسيس التي لي إلى ذلك الولد الصغير الذي يبدو بالنسبة لي الآن غريبًا إلى حد كبير مقارنة بالكثير من مداركي الحالية. أشك فيما إذا كنت أعرف بالفعل الإحساس الذي تبثه الأشياء، والمذاق الذي تثيره، والهيئة التي تشبهها بالنسبة لذلك الولد على نحو أفضل من الإحساس الذي تبثه والمذاق الذي تثيره والهيئة التي تشبهها بالنسبة إلى ذلك الشخص الذي كنت أتحدث معه للتو.

إذا ما أنكرنا كل المعرفة المتفهمة، فإن منظورنا لن يصبح متمركزًا حول الذات فقط بل سيصبح فائق التمركز حول الذات. نتأمل عالمًا لا يوجد فيه إلا الأنا اللحظية؛ حيث ننكر كل المعارف التي كانت لأنا سابقة. لقد طردنا الأنا السابقة التي تخبرنا عنها الذاكرة باعتبارها صنيعة الاستيعاب المتفهم المفترض الذي يقنعنا بامتلاك معرفة، لا نملكها. على الجانب الآخر، إذا ما سلّمنا بالاستيعاب المتفهم، حتى وإن كان من النوع المقيد المطلوب لأجل تفسير الذكريات، فإننا نُسلّم بنوع ثالث من المعرفة، ليست بمعرفة بنيوية ولا بمعرفة مباشرة. لا يتبع ذلك وجوب التسليم بكون الفهم المتفهم لأحاسيس الأشخاص الآخرين، معرفة أصيلة؛ لكن تم التجاوز عن اعتراض رئيس فيما يتعلق بأصالتها. بالنظر إلى السؤال بصورة عامة، لا أظن أن في مقدورنا إنكار مكانة المعرفة المفهومة عن طريق الاستيعاب المتفهم فقط ضمن مجموع المعرفة الإنسانية. ولأننا نميز أن هناك عنصرًا ذاتيًّا في المعرفة،

فمن الضروري أن نشير بوضوح إلى شريك – الذات ذلك الذي نتدارس معرفته. شريك – الذات في «المعرفة البشرية» لا يمكن تعريفه من خلال شريك – الذات في «معرفتي»، يجب أن تعتمد مواصفاته الدقيقة على تصورنا عن الطبيعة البشرية. إذا ما كنا نعتبر المَلَكة المتفهمة كبثرة مرضية، فبلا شك سيكون لدينا ما يبرر رفض المعرفة التي تتظاهر بإدراكها لها، مثلما كان الرجال العميان في قصة ويلز[١]، الذين اعتبروا الإبصار كتهيج مرضي للمخ بسبب حالة مرضية، ترجع لحفرتين في الوجه[٢]، ما يبرر رفضهم للمعرفة البصرية التي للغريب بحسب ما يملكون من تنوير. لكن كيف لي أن أُعرّف الطبيعة البشرية (باعتبارها متمايزة عن طبيعتي الخاصة) ما لم أعترف بصلاحية فهمي المفترض لعقول الأشخاص الآخرين؟ بدون المَلَكة المتفهمة التي تمكنني من إدراك نفسي، لا باعتباري فردًا فريدًا من نوعي، لكن كعنصر في مركب اجتماعي، من دون المَلَكة المتفهمة لا يمكن لتصور "المعرفة البشرية" أن يظهر؛ ولذلك سيبدو من غير المنطقي رفض هذه المَلَكة عند تعريف امتداد المعرفة البشرية.

لا يؤمن أحد في نظرية وحدة الأنا[٣]، وقلة قليلة جدًّا قد تؤكد على إيمانها بتلك النظرية. أولئك المهووسون بكلمة "وجود" يصلون بطريقة ما إلى استنتاج أن وعي الآخرين يوجد إلى جانب وعيهم خاصتهم؛ ما يعني أن وعي الآخرين من الممكن

---

(١) قصة بلد العميان هي قصة من الكلاسيكيات لهربرت جورج ويلز، تحكي عن مجموعة من الهاربين من بيرو من طغيان الإسبان إلى جبال الإنديز، لكن تحدث انهيارات أرضية تؤدي إلى عزلهم، وهناك تنتشر بينهم جائحة ما تتسبب في إصابتهم بالعمي. وهكذا يرثون ذلك العمي جيلًا من بعد جيل حتى يأتي جيل لا يعرف شيئًا عن الإبصار، وبالتالي يدرك العالم بشكل مختلف؛ فهم على سبيل المثال لا يعرفون تعاقب النهار والليل لكنهم عوضًا عن ذلك يعرفون تعاقب الحار والبارد، ويظنون الطيور ملائكة تسمع صوتها، لكنك لا تستطيع لمسها وهكذا. يسقط بينهم رجل مبصر يومًا ما، ويدرك أنها بلدة العميان الموعودة، ويظن أنه ببصره هذا سيصير ملك العميان؛ فهو الأفضل، لكنهم يظنون الإبصار الذي يدّعيه هذا مرضًا، ويصرون على نزع عينيه حتى يصير طبيعيًّا مثلهم. (المترجم).

(٢) يقصد العينين بالتأكيد. (المترجم).

(٣) **Solipsism** نظرية فلسفية تذهب إلى أن: لا شيء موجود سوى الذات، وكل ما هو خارج عقل الإنسان غير مؤكد. (المترجم)

أن يكون موضوع الجملة الملغزة التي لا ينهونها أبدًا. أولئك الذين يتبنون المقاربة الإبستمولوجية يتخذون من المعرفة المتجسدة في خبرات الآخرين موضوعًا للدرس يقف على قدم المساواة مع خبراتهم الخاصة. شكليًّا هذا غير ملزم؛ ليس من الضروري عزو أسباب لتبرير اختيار سمة معينة للدراسة. لكن مما لا شك فيه أن الاختيار تحدده قناعة مشابهة للقناعة الدينية بأن هذه المعرفة التعاونية هي الجديرة بأكبر اهتمام. هذه القناعة غير متسقة مع منظور نظرية وحدة الأنا.

سوف يكون أمرًا غير ذي معنى أن نعزو وعيًا إلى شخص آخر دون أن نعرف على الإطلاق ما الذي نعزوه إليه. لكن الوعي ليس مفهومًا بنيويًّا قابلًا للوصف من خلال معرفة بنيوية خالصة؛ وليس الوعي الذي نعزوه إلى شخص آخر شيئًا لدينا معرفة مباشرة به، حيث إنه ليس وعينا الخاص. يستتبع ذلك أنه إذا كان إدراكنا لوعي الكائنات المختلفة عنا له أي معنى على الإطلاق، فإن وعيهم بالتأكيد هو شيء لدينا معرفة عنه، ليست معرفة بنيوية ولا إدراكًا مباشرًا؛ وأي وصف لتلك المعرفة يجب أن يُعبر عنه باصطلاحات نوع ثالث من المعرفة، ندعوها بالمعرفة المتفهمة. نُعرّف وعي شخص آخر في المعتاد باعتباره شيئًا ما، يتشابه في العموم نوعًا ما مع وعينا خاصتنا. لكننا لا نكاد نستطيع مزاوجة تشابه عام مع اختلاف كامل في التفاصيل – مع التأكيد على أنه لا يوجد شيء في وعي شخص آخر لم يتم تحريفه بالكامل من جانب نظيره المفترض في وعينا. لذلك يبدو من الضروري ربط الاستيعاب المتفهم للوعي الآخر بمقياس ما لذلك الاستيعاب المتفهم للمشاعر المنتمية لذلك الوعي الآخر.

لا يفرض استنتاجنا الذاهب إلى أن المعرفة المتفهمة مُسلّم بها (باعتبارها البديل الوحيد لنظرية وحدة الأنا) أن المعرفة بمشاعر شخص آخر –تلك التي نفترض في المعتاد امتلاكنا لها– مقبولة بدون مساءلة. علمّتنا الخبرة بمرض عمى الألوان أن إحساس شخص ما باللون قد لا يكون مماثلًا لإحساس شخص آخر. يبدو من المستحيل إلحاق أي معنى بالسؤال عما إذا كان إحساسك بالأحمر مماثلًا لإحساسي

بالأحمر. أجدني مترددًا في الذهاب إلى أنه لا معنى إلى حد سواء لأن أقول إن إحساسك بالأحمر مشابه بشكل أكبر لإحساسي بالأحمر من مشابهته لإحساسي بنغمة موسيقية – ولو أنني لا أكاد أرى معنى على الإطلاق. عندما نمضي إلى ما وراء الإحساس ونهتم بالأسئلة المماثلة أو العبارات المشابهة التي تغطي – دعنا نقول – أنواع المشاعر مثل مرور الزمن وتأنيب الضمير وطعم السكر والوقوع في الحب وألم الأسنان والاستمتاع بالفكاهة، فإن المنطق والعقل يصابان تمامًا بالصدمة. وعي فيه تموضع عام لهذه المشاعر، لا يمكن الاعتراف به كوعي على الإطلاق.

لحسن الحظ للفيزيائي مجال عمل مستقل عن المعرفة المتفهمة وفي مقدوره أن يترك للآخرين –المجهزين على نحو أفضل– مهمة فرز بواقي الحقيقة في تصورنا المشترك لما سوف يكون عليه عقل الشخص الآخر إذا ما استطعنا الولوج إليه. لذلك نمضي قدمًا على النحو الكافي فقط لتبيان أساسيات المنظور الفلسفي العام بحيث لا نجد أنفسنا في خضم معضلة أي من (أ) إنكار وجود أي معرفة بخلاف المعرفة الفيزيائية. (ب) الانتكاس إلى نظرية وحدة الأنا التي رفضنا الاعتراف بها في بدايات العلم الفيزيائي.

–٣–

دعنا نتفكر الآن في الجذر المشترك الذي تنمو منه المعرفة العلمية وكل المعارف الأخرى. الموضوع الوحيد المقدّم لي لأجل أن أدرسه هو محتوى وعيي. بحسب الوصف المعتاد له فهو عبارة عن حزمة غير متجانسة من الأحاسيس والمشاعر والتصورات والذكريات وما إلى آخره. توجد مواد المعرفة الخام ومنتجات النشاط الذهني المُخلقّة جنبًا إلى جنب في هذه الحزمة. نأمل في استخلاص تلك المادة الخام – البيانات الأولية التي لم تفسد بفعل تدخلات أنماط التفكير المعتادة.

أظن أن من اللازم إدراك أن هذا هدف مثالي متعذر. يتم تعديل مَلَكة إدراك

الإحساس بالتدريب ومن المستحيل القبض عليها مجردة بالكلية من التدريب الذي مورس عليها بفعل ظروف الحياة والتكيف مع البيئة. لا أظن أن الإحساس كما نعرفه قد يوجد بدون فعالية العقل التي تركز وتقارن وتميز. ما نسميه إحساسًا لا يمكن أبدًا أن يكون حسًّا بحتًا. لكن تلك مسألة من الأفضل تركها لعلماء النفس (السيكولوجيا). على أي حال توجد صعوبة عملية. علينا أن نمضي إلى فحص جذور المعرفة؛ لكن أكثر البيانات التي يمكننا الوصول إليها أولية لن تكون مستقلة بالكلية عن أنماط التفكير الأولية. لا نستطيع بالفعل منع أنفسنا من أن نكون ذهنيين، وعلينا أن نستغل ذلك الاستغلال الأمثل.

حقيقة، إن ما يقدم لنا وحدة الوعي في شكل حزمة من الأحاسيس والمشاعر وما إلى آخره هو نمط أولي من أنماط التفكير، تحديدًا هو مفهوم التحليل. يطرح تحليل الوعي إلى أجزاء نفس المعضلات التي يطرحها تحليل الكون الفيزيائي إلى أجزاء. ما الخاصية المميزة لنظام التحليل المقبول عن أي أنظمة أخرى ممكنة للتحليل؟ هل الجزء المثال مكتفٍ ذاتيًّا لذلك يمكن التفكير فيه بدون شبهة تناقض باعتباره منعزلًا عن البقية؟

سوف أعتنق المنظور الذاهب إلى أن الوعي هو كلٌّ، نقوم بتحليله إلى أجزاء، وليس عددًا من وحدات متمايزة (أحاسيس، مشاعر، أفكار، ما إلى آخره) يتم الحديث عنها بشكل كلي باعتبارها وعيًا. سوف أعتنق أيضًا الرأي الذاهب إلى أن تحليلنا المعتاد غير دقيق وغير محدد نوعًا ما، وأن هناك تراكبًا وتشابكًا وتفاعلًا بين الأجزاء. ما نسميه إحساسًا منفردًا ليس منفصلًا تمامًا عن بيئة المشاعر والذكريات والأطر المفاهيمية... إلخ، تلك البيئة التي يقع فيها.

عند نقطة تلاقي كل فروع المعرفة هذه، علينا تمييز الفرع الذي يقود إلى المعرفة بالعالم الفيزيائي. المادة الخام لهذه المعرفة محتواة في أجزاء الوعي التي تُدعى

بالأحاسيس أو بالانطباعات الحسية. ليس للاسمين نفس الدلالة تمامًا؛ تشير "الأحاسيس" إلى تلك الانطباعات التي ندركها مباشرة فقط، بينما تشير "الانطباعات الحسية" إلى الصلة المفترضة بالمثير الفيزيائي المنقول عبر أعضاء الحس. عند هذه المرحلة، بينما لا نزال نبحث عن طريق إلى الكون الفيزيائي، ومن ثم إلى أجسادنا وإلى أعضاء الحس خاصتنا يكون مصطلح "الانطباعات الحسية" سابقًا لأوانه. يكتنفنا خطر السقوط في دائرة مفرغة إذا ما عرّفنا الكون الفيزيائي من خلال علاقته العامة ببنية الإحساس في الوعي، ثم نستخدم الأجزاء المعرّفة من الكون الفيزيائي (أعضاء الحس) لتحديد أي الأجزاء من وعينا تشير له كلمة "إحساس". لذلك يتصاعد تساؤل عما إذا كان التمايز بين الأحاسيس وبقية الوعي هو تمايز نحن على وعي مباشر به، أم يتم تضمينه لاحقًا عندما نكون قد عرفنا عن الانطباعات الحسية. أظن أن الإجابة هي أننا نستطيع عن طريق معرفة مباشرة أن نقوم بتصنيف مبدئي يميز الأحاسيس عن بقية مكونات الوعي؛ لكن هذا يتم تدقيقه وفي النهاية يتم استبداله بتصنيف أكثر دقة يُعرّف الأحاسيس من خلال الانطباعات الحسية.

يصبح هذا التساؤل بسيطًا للغاية من خلال حقيقة أنه على الرغم من أن كل حواسنا قد تُستخدم لأجل استكشاف الكون الفيزيائي، إلا أن أغلبها فائض عن الحاجة ولا تكاد تعزز المعلومات التي من الممكن الحصول عليها عبر حواسنا الأخرى. لذلك من غير الضروري في هذه المرحلة معرفة المجال المضبوط لكلمة "إحساس". سيكون من الكافي لو أن بمقدورنا تمييز فئة معينة من الأحاسيس عن طريق الإدراك المباشر لها، تلك الفئة من الأحاسيس المكتفية ذاتيًّا وفي مقدورها الكشف عن كل ما هو معروف عن الكون. بشكل مثالي من الممكن الوصول لكل معارفنا عن الكون الفيزيائي من خلال إحساسنا البصري -فقط- في الحقيقة عن طريق أبسط أشكال الإحساس البصري ذلك الذي لا يدرك الألوان أو العمق[1]. لذلك يمكننا

(١) New Pathways in Science. P. 13 (المؤلف).

اعتبار عناصر المعرفة الفيزيائية كتأكيدات لما أُدرك أو لما سوف يُدرَك بصريًّا. بذلك فمن الممكن وصف اختبارات الفسيولوجيا والسيكولوجيا التجريبية التي تستخدم للتفريق بين انطباعات الحس بمصطلحات بصرية. بهذه الطريقة نُعرّف مجال انطباع الحس من دون القيام بمحاولات تمهيدية لتعريف المجال الكامل للإحساس من خلال الإدراك المباشر.

التمايز بين الأحاسيس وبقية المشاعر ليس تصنيفًا بديهيًّا للغاية كما قد نظن أحيانًا. واحدة من حالات البين بين تلك هامة على نحو خاص. هل شعورنا بمرور الوقت إحساس؟ لا يمكننا ابتكار اختبار علمي مباشر ليكون أكثر جزمًا بأي حال من حكمنا الحدسي. لكن الرأي العلمي العام في صالح المنظور الذاهب إلى أن مرور الزمن هو انطباع حسي؛ بمعنى أنه مرتبط على نحو وثيق بمثير في العالم الفيزيائي تمامًا كما هو الحال مع الإحساس بالضوء. تمامًا كما تدخل تشوشات فيزيائية معينة إلى المخ عبر أعصاب الإبصار مسببة الإحساس بالضوء، يسبب بالمثل التغير في الإنتروبيا، سواء كان ذلك في خلايا المخ عمومًا أو في خلايا خاصة الإحساس بتعاقب الزمن، بحيث تُستشعر اللحظة ذات الإنتروبيا الأعلى باعتبارها هي اللاحقة. لقد عالجت هذه المعضلة بشكل كامل نوعًا ما في كتابات سابقة، ولا حاجة لإضافة المزيد هنا[1].

إلى جانب الأحاسيس التي أكون على وعي مباشر بها، أُسلّم أيضًا بنوعين من الأحاسيس، لست على وعي مباشر بهما، (١) الإحساس الذي أتذكر أنني قد حظيت به في الماضي. (٢) الإحساس الذي يخبرني آخرون أنهم يحظون به أو قد حظون به. من مسلمات العلم الفيزيائي أن كل هذه الأحاسيس هي على نفس درجة المساواة كمواد خام للمعرفة.

إدراك أن ذكريات معينة يجب أن تُعالج باعتبارها معرفة بأحاسيس ماضوية هو أمر

(١) The Nature Of the Physical World. P 100 طبيعة العالم الفيزيائي (المؤلف).

ضروري للعلم الفيزيائي؛ لأن الخطوة الأولى صوب المعرفة البنيوية تكمن في مقارنة الأحاسيس في وعي واحد كما سنرى لاحقًا. ليست بيانات العلم الفيزيائي هي الوعي بإحساس ما، لكنها الوعي بأن إحساس ما هو مشابه أو مختلف عن إحساس كنا قد حظينا به في السابق. باعتماد ذلك، فإن إحساس شخص واحد منفرد يوفر المادة الكافية لأجل التحليل البنيوي؛ وسوف يكون من الممكن تطوير نظرية علمية من ذلك والتي – باستثناء كونها مقدمة ضمن إطار تفكير متمركز حول الذات – سوف تتفق مع النظرية الفيزيائية المعتادة. لكن لأن التحليل لن يأخذنا أبدًا خارج وعي مفرد، فلن يزودنا بأي إشارة عن عالم خارجي بالنسبة لذلك الوعي. تنتج خارجية العالم الفيزيائي من حقيقة كونه مكونًا من بنى موجودة في أكثر من وعي مختلف.

على ذلك فإدراك أحاسيس غير تلك التي لنا بالرغم من أنه غير متطلب حتى مرحلة لاحقة نوعًا ما من النقاش إلا أنه لازم لأجل اشتقاق كون فيزيائي خارجيٍّ. يُفترض أن إدراكنا المباشر لأحاسيس معينة سمعية ومرئية (الكلمات سمعنا وقرأنا) هو معرفة غير مباشرة بأحاسيس مختلفة تمامًا (توصف بالكلمات مسموعة ومقروءة) لكنها تحدث في مكان آخر غير ذلك الذي في وعينا. سوف ينكر المعتقدون في نظرية وحدة الأنا هذا؛ وفي قبول هذا افتراض أن الفيزياء تعلن نفسها ضد مذهب وحدة الأنا.

-٤-

في عديد من اللغات هناك فعلان متطلبان لتغطية معنى الفعل الإنجليزي "يعرف". عندما نقول إننا نعرف مشاعرنا الخاصة، فالمعنى عادة هو (Kennen connaitre)[١]،

(١) kennen يعرف بالألمانية والمقصود يعرف بمعنى يألف. Connaitre يعرف بالفرنسية والمقصود أيضًا يعرف بمعنى يألف (المترجم)

بينما كنا في هذا الكتاب معنيين بالأساس بـ "يعرف" بمعنى [1](wissen savoure) . من اللازم فحص طبيعة إدراكنا المباشر بتأنٍ نوعًا ما لأجل استيضاح كونها تمد ببيانات للمعرفة بمعنى [2]wissenschaft.

بالنسبة للتساؤل "ما أكثر ما نحن على إدراك مباشرة به؟" الإجابة الشائعة سوف تكون "المشاعر وبقية أجزاء محتوى الوعي". لكن هذا اصطلاح لغوي. فالمشاعر هي نفسها الإدراك، ما قد ندعوه بإدراك الإحساس ليس له مفعولًا به نحويًا فيما عداه هو نفسه. وعيي يكون هو إدراكي، وأجزاء وعيي – المشاعر والعواطف وما إلى آخره – تكون هي أجزاء من إدراكي؛ وما ذلك إلا من غرائب اللغة التي تسوقنا إلى تكرار الإدراك في تلك العبارات مثل عبارة «إدراك المشاعر». غرضنا الآن تبيان أن الإحساس هو عقلاني بالإضافة إلى كونه إحساسًا؛ وللإدراك العقلاني مفعول به نحوي، تحديدًا عنصر المعرفة.

فلتتفكر في العبارة "أنا مدرك لكوني أشعر بالألم". إنها تعني أنني أعرف أنني أشعر بالألم بنفس الطريقة التي أعرف بها أي حقيقة أخرى مثل، أن الشمس قد أشرقت. "مدرك" هنا قد استخدمت فقط لتمييز الطريقة التي حصلت بها على المعرفة. (إن معرفتي أن الشمس قد أشرقت ليست أمرًا من أمور الإدراك المباشر على الإطلاق – حيث صادف وكان الجو ضبابيًا طوال النهار). لكن من الضروري ملاحظة أن ما أنا على إدراك مباشر به هو حقيقة يقينية، وليست صياغة الكلمات على صورة "أنا أشعر بالألم" بالوصف الصحيح للحقيقة. يخلق تداخل صياغات وأشكال الكلمات صعوبة سوء تقدير عند مناقشة عناصر المعرفة؛ كلما كان الوصف أدق، اعتمد بدرجة كبيرة على معرفتنا العامة، وبذلك يشتت الانتباه عن عنصر المعرفة المعين

(١) wissen يعرف بالألمانية والمقصود يعرف حقيقة، يعرف متى وكيف.
savoire يعرف بالفرنسية والمقصود أيضا يعرف حقيقة أو يتعلم (المترجم).
(٢) wissenschaft كلمة ألمانية تعني أي دراسة تستدعي بحثا نظاميا. (المترجم).

الذي نرغب في تركيز النقاش عليه. ليس الوصف غير المنضبط بالملاذ المثالي لهذه المعضلة؛ لذلك دعنا نحاول سبيلًا آخر.

فلنفترض أنني قد قلت فجأة: "آه". ذلك سوف يوصل لك بالضبط ما كنت أقصد إيصاله بواسطة الجملة السابقة "أنا أشعر بالألم". إن لدى "الآه" مزية عظيمة حيث إنها لا تُلمح إلى أي نظرية سيكولوجية لما حدث؛ لا تقحم في المعرفة ما ليس مستخلصًا بالكلية من الإدراك المباشر، كما قد تفعل أي محاولة للوصف الدقيق. ما (الآه) إلا تعقيب لا إرادي على نحو طبيعي؛ لكن من المثير للشفقة ألا نستخدم بشكل إرادي تعبيرًا يوصل بالضبط ما نقصد إيصاله، لا أكثر. ما توصله لشخص آخر عن طريق الهتاف بكلمة (آه) هو مثال نموذجي لأحد عناصر المعرفة المكتسبة عن طريق الإدراك المباشر.

ومما لا شك فيه أنه مادة معرفية يتم إيصالها. عندما يسأل طبيب الأسنان في خضم استكشافه للأسنان: "هل يؤلم هذا؟" وأجيبه: "آه"، يحصل على معلومة محددة. من الواضح أن المعلومة قد كانت لديَّ قبل طبيب الأسنان؛ وحقيقة لقد كانت مادة معرفية كنت راغبًا على نحو خاص في إيصالها إليه. من الواضح أيضًا أن المعلومة قد جاءتني من خلال الإدراك المباشر.

أعتقد أن هذا لا يدع مجالًا للشك أن الإدراك ليس حسيًّا فقط، لكنه وسيلة لاكتساب مواد المعرفة (**wissenschaft**). يظهر التشوش عند وضع مثل هذه المعرفة في كلمات، لأن اختيار الكلمات المنضبطة يعتمد على المعرفة العامة والتي ليست – كقاعدة – غير مكتسبة من خلال الإدراك المباشر. الاستثناء الوحيد أن في مقدورنا تزويد المعرفة المكتسبة من خلال الإدراك المباشر بالتعبير اللفظي الصحيح من دون الدس عليه. عادة ما يعتبر التعبير اللفظي كمؤشر، يشير إلى المعرفة، لكنه لا يشكل جزءًا منها.

الفصل الثالث عشر

تركيب المعرفة

بالتفكير في البيانات الأولية التي يؤسس لها الإدراك المباشر، من الضروري أن يكون في أذهاننا أن وصف البيانات لا يعد جزءًا من البيانات. حيث إنك ربما تعرف ماهية البيانات، فإنني أشير إلى أن عليك استخدام صياغة من الكلمات كمؤشر، لكن حتى لو كانت صياغة الكلمات هي تعبير دقيق عن حقيقة البيانات (كما قد يحدث أحيانًا)، فإنها حقيقة يتم الوصول إليها عن طريق بحث تال، ولا يتم تزويدنا بها باعتبارها بيانات أولية.

رجل غريب يسعى في الأرض، حيث تخزله موارد الكلمات خاصته، سوف يفتح قنوات اتصال عن طريق الإشارة. في هذه المناقشة حول أصول المعرفة نحن في موقف مشابه وعلينا القيام بقدر كبير من الإشارة. لكن لأن الإشارة بمعناها الحرفي مستحيلة، علينا أن نشير باستخدام كلمات وجمل. علينا التمييز بين استخدام اللغة للإشارة وبين استخدامها للوصف الصريح الذي لا يمكن أن يبدأ إلا في مرحلة لاحقة. لا نرفض التفكير المنطقي، لكننا نلح على أنه سوف يطبق على البيانات الواقعية.

على ذلك، تكون صياغة الكلمات بوجه عام هي آخر شيء على الشخص أن يعيره اهتمامًا فيما يتعلق بالمعضلات الجوهرية التي نلاقيها في بداية الفلسفة، سواء كانت الكلمات التي تمثل وجهات النظر الفلسفية لمخترعي اللغة في عصر ما قبل التاريخ،

أو الكلمات التي تتولى على نحو سابق لأوانه أمر الحقيقة، تلك التي يعد اكتشافها بالبحث والتحري صميم عملنا. بالتفكير من جديد في العبارة "أنا مدرك أني أشعر بالألم"، تعرف ما تعنيه لأنك أنت نفسك في أحيان ما قد كان لديك مثل هذا الإدراك. لقد قامت بوظيفتها كمؤشر؛ وإذا كنت مقتنعًا أن المتحدث لا يكذب، يمكنك قبول العبارة (بالمعنى الذي ميزته) كبيانات للمعرفة. لكن من المحتمل ألا تقبل بالفلسفة المتجسدة في صيغة العبارة كبيانات للمعرفة – أن هناك حساسًا «أنا» يشعر، وعقلانيًّا «أنا» يدرك أن الحساس «أنا» يشعر –ربما– مع خط انحدار لا نهائي من «الأنات»، كل منها يدرك أن الشخص الذي يليه في الترتيب هو مدرك لشيء ما. حتى لو صادف واتفقت مع تلك الفلسفة، فستكتشف ألَّا علاقة لها بالمعرفة التي يتم تناقلها في العبارة. يمكن للرجل أن يدرك الألم دون أن يكون فيلسوفًا.

دعنا نتفكر في السبب الذي يجعل الوصف (وليست البيانات بأي حال) تطرح اثنين "أنا"، نجد من الصعب تمييزهما على نحو كامل. إن هذا نتيجة للمنظور المعارض لنظرية وحدة الأنا، ذلك أن العارف لا يتفق وأن يكون هو نفسه الشاعر عادة. أحاسيس البشر الآخرين هي في ذات أهمية أحاسيسنا الخاصة وشكل المعرفة المعتاد سوف يكون على صورة "أنا أعرف أن (فلانًا) يشعر بالألم". عندما تقع الحالة الاستثنائية، لا يجب أن تتغير الصيغة؛ حيث إن في منح أحاسيسنا الخاصة أي نوع من الأولوية أو التميز في المعرفة تسليمًا بوحدة الأنا. هكذا يجب أن يشير الوصف إلى مالك المعرفة وإلى مالك الشعور على نحو منفصل، حتى عندما تكون المعرفة والشعور كلاهما أجزاء لنفس الوعي – أجزاء تتراكب على نحو ملحوظ. أي محاولة للجدل بأن المالكين ليسا متماثلين تمامًا استنادًا إلى سياق الكلمات يجب تجاهلها؛ لأن هذه المحاولة الجدلية تخطئ وظيفة صياغة الكلمات التي تنحصر في الإشارة كمؤشر. ما يشار إليه أن المعرفة والشعور هي أجزاء لوعي واحد يتم تمييزه عن وعي الآخرين عن طريق المؤشر اللفظي "أنا".

قد نلاحظ أن "أنا أعرف أن" هي جملة متساوية القوى (الفصل العاشر)[١]:

أنا أعرف أنني أعرف أن = أنا أعرف أن.

لا يؤدي التكرار إلى أي اختلاف في قيمة مؤشره. نفس الشيء نراه عندما نفحص البديل البيّن "لا أعرف أنني أعرف أن" والتي هي هراء تام[٢]. لو مثلنا "A يعرف أن" بالرمز J_A، فمن الطبيعي أن تكون الإفادة J_AJ_B متعذرة؛ لكن في الحالة الخاصة التي فيها $B = A$، سيكون لدينا $J_A = J_AJ_A$. يمكن الاستمرار في التكرار لأي عدد من المرات، على ذلك تكون $J_A = J_AJ_AJ_A$.....

في لغتنا المعتادة يكون الشعور مرتبطا بمعرفة، تحديدًا معرفة أن الشعور موجود. لا يوجد أي التباس فيما يتعلق بإكمال هذه "الجملة غير المنتهية"؛ يوجد الشعور في الوعي، أو هو جزء من الوعي. بالنسبة للمؤمن بوحدة الأنا فهذا يعتبر بديهيًّا، حيث إن الشعور هو اسم أُعطي لجزء من الوعي؛ ولا يوجد هناك سوى وعي واحد فقط – وعيه الخاص – والشعور جزء منه. لكن حينما نعترف بأكثر من وعي واحد، فإننا نجعل المعرفة أكثر شمولًا من الشعور بإضافة مؤشر يدل على الوعي المعين الذي يوجد الشعور فيه أو الذي يعد الشعور جزءًا منه.

-٢-

بما أن معرفة العالم الفيزيائي مشتقة من الأحاسيس، فدعنا نتناول إحساسًا معينًا كي نناقشه. على سبيل المثال: الإحساس الذي يوصف من خلال أنا – أميز – صوت – إشارات– توقيت– جرينتش[٣]. من الواضح احتواء الوصف على معلومات ليست

(١) الرمز متساوي القوى في الرياضيات هو الرمز الذي يساوي مربعه $J = J^2$. (المترجم).

(٢) علينا أن نتذكر أن «أعرف» لا تعني «أعرف بشكل مؤكد». (المؤلف).

(٣) إشارات توقيت جرينتش، هي إشارات عبارة عن ست صفارات قصيرة تبثها إذاعة البي بي سي على رأس الساعة للإعلان عن بداية ساعة جديدة بتوقيت جرينتش، وقد بدأت ذلك عام ١٩٢٤. (المترجم).

جزءًا من الإحساس. علينا الآن أن نسأل، هل أي جزء من الوصف هو موضوع فهم مباشر؟ على وجه الخصوص، هل لدينا إدراك مباشر بأن الإحساس هو علاقة فاعل بمفعول، كما تفرض صيغة الوصف؟ لا أظن أن لدينا مثل هذا الإدراك. يمكننا – إذا ما أردنا – أن نختبر الفرضية الذاهبة إلى أن الإحساس يمثل – أو يمكن تمثيله – كعلاقة (كتمييز) بين الفاعل ("أنا») والمفعول («إحساس»)؛ لكن ذلك مختلف جدًّا عن تأكيد كوننا مدركين على نحو مباشر لمثل هذه العلاقة. بذلك فالتجربة غير ناجحة وهو ما يبينه –في ظني– جدب الفلسفة الواقعية. نهاية العلاقة من ناحية المفعول هي شارع سد. لكن دعنا نفحص النهاية من ناحية الفاعل بشكل أكثر قربًا.

حتى الآن مصطلح "أنا» هو بمثابة كلمة – مؤشر بالنسبة لنا، تستخدم للإشارة إلى وعي معين، يشكل الإحساس جزءًا منه. على نحو مكافئ هي بطاقة تميز الوعي كي تعفينا من أزمة تحديده والإشارة إليه في كل مرة نذكره فيها. في كل مرة نقوم فيها بتقسيم الوعي إلى عدد من الأحاسيس والمشاعر وما إلى آخره من خلال مفهوم التحليل فإننا نلصق بكل جزء بطاقة "أنا» – أو مراعاة للنحويين، نلصق بطاقة «ياء» الملكية. البطاقة المعدلة لا تدل على الملكية إلا من خلال معنى أن هناك كلًّا «يمتلك» أجزاء؛ إنها لا تفترض مالكًا متمايزًا عن الوعي، ذلك الذي يملك كل الأجزاء وبذلك فهو يملك الوعي بمجمله. مع ذلك فوظيفة "أنا" كبطاقة تعريف لا تستهلك الدلالة المرتبطة بـ "أنا" عادة. بين محتويات وعيي هناك "وعي بذاتي". بلغة علاقات الفاعل والمفعول، نقول "أنا أدرك أنا". دون المصادقة على وصف الوعي بالذات هذا باعتباره علاقة فاعل ومفعول، فإننا ننظر إليه باعتباره مؤشرًا ونُسلّم بالبيانات الأولية التي يشير إليها. لذلك فالسؤال هو، ما الدلالة الإضافية التي يتم تزويد «أنا» بها في صلتها ببيانات الوعي بالذات هذه؟

علينا أن نتذكر أن مفهوم التحليل هو من أنماط التفكير؛ وعلى الرغم من أن تطبيقه على الوعي يخدم أغراضًا مفيدة معينة؛ إلا أنه لا ضمان لأن الوضع البسيط لأجزاء

التحليل معًا دون ربط المواد سوف يسفر عن إعادة إنتاج الكل. حتى في الكون الفيزيائي حيث يُطبّق التحليل بشكل أكثر نظامية، وحيث اتُخذت احترازات أكبر لتأمين عدم تراكب الأجزاء وضمان اكتفاء ذاتي دائم لها، لا تكون الأجزاء الأولية منفصلة على نحو صارم. بل يسري ذات الأمر حتى على الإحساس المنفرد حيث لا يمكن فصله على نحو صارم عن بيئة المشاعر والذاكرة والنشاط الذهني الواقعة فيها؛ ولا هو قابل للفصل على نحو صارم عن الإرادة (المشيئة) التي توجه الانتباه له والتفكير الذي يجسد المعرفة المتعلقة به. على ذلك فالوعي الذي ينتمي له احساس معين يرتبط به، لا كبطاقة تعريفية، لكن كبيئة محيطة.

لدي معرفة بإحساس معين، ولدي معرفة أبعد بأن هذا الإحساس إحساسي أو كان إحساسي. إذا كنت من غير المعتقدين في وحدة الأنا، فإن الجملة الثانية تجمع بين بيانين. أحد البيانين يشير إلى تصنيف الأحاسيس باعتبارها منتمية إلى أكثر من وعي مختلف، وهو البيان الذي يتلاشى إذا ما كانت كل الأحاسيس التي أُسلّم باحتوائها على معرفة ما هي في وعي واحد. لكن البيان الثاني معني بجانب إيجابي (لياء الملكية)، لا يتم الوصول إليه عن طريق المقارنة (بالهاء (ضمير الملكية للغائب))، ويبقى صالحًا حتى بالنسبة لمعتقد في وحدة الأنا. إنه ذلك الجانب المتعلق بأن الإحساس ليس عنصرًا للإدراك مكتفٍ ذاتيًّا، ومستقل عن بقية عناصر الإدراك، لكنه أحد الأجزاء التي قمنا بتقسيم الإدراك – الذي يُقدّم لنا ككل – إليها من خلال نوع ما من التشريح غير الدقيق. إن الـ «أنا» التي هي المفعول المفترض للإدراك الذاتي مرتبطة بـ «ياء الملكية» في هذا الجانب الثاني – «ياء الملكية» المُوحِدّة – بنفس الطريقة التي تكون بها الـ«أنا» التي هي فاعل أفعال الإدراك مرتبطة بـ «ياء الملكية» باعتبارها بطاقة تعريف – «ياء الملكية» المغايرة. ضمائر الفاعل والمفعول والملكية يجب تجاهلها، حيث إن قواعد بناء الجملة لم تُصمم من أجل لغة المؤشر. البيانات المشار إليها هي مغايرة للأحاسيس المقابلة لها والمنتمية إلى وعي آخر، وهي متحدة

بإدراك واعٍ يحول بينها وبين أن يتم تمثيلها بالكامل باعتبارها تجمعات لأجزاء مكتفية ذاتيًّا.

قد نُعرّف الوعي بالذات -فيما أعتقد- من خلال إدراك وحدة الوعي هذه. من ناحية يمكن اعتبار الوعي بالذات بمثابة جزء من الوعي، تمامًا كما يمكن اعتبار التفاعل المتبادل بين الجسيمات الأولية كجزء من الكون الفيزيائي. إلا أنه ليس متجانسًا مع بقية الأجزاء؛ ومن ناحية أكثر تشددًا وصرامة، قد نذهب إلى أنه لا يمكن فصل معنى "جزء" عن نظام التحليل الذي يكون ذلك الجزء أحد نواتجه، الوعي بالذات ليس جزءًا تحليليًّا، لكنه الباقي الذي استعصى على التحليل.

فيما يخص وصف الوعي بالذات باعتباره كعلاقة فاعل ومفعول "أنا أدرك أنا"، فإن أنا الثانية تمثل وحدة الوعي. بتمييزها عن طريق ترميزها بأنا2، فإن أنا2 هي ما يبقى إذا ما تخيلتني من دون أي من مشاعري وأفكاري وما إلى آخره مما تم ترتيبه في قائمة من خلال مفهوم التحليل. من الممكن تغيير محتويات القائمة دون المساس بـ«أنا» الجوهرية المرتبطة بها. قد يثور اعتراض أن وصف أنا٢ يطابق تمامًا وصف «أنا» الذي كان غارقًا في النوم منذ ساعات قليلة – وهو ما يبدو أنه يقود إلى برهان الخلف[1] حيث إنه خلال النوم تتجلى "الأنا" الجوهرية متحررة من أسراب الأفكار والمشاعر التي تشوش عليها عادة. لكن يشبه ذلك الحجاج بأن الخواص الجوهرية للصمغ تظهر على أفضل نحو عندما لا يلوث نفسه بالالتصاق بأي شيء. كي نحصل على أنا2 التي ندركها عند الوعي بالذات، يجب تجريد الأفكار والمشاعر، لا التخلص منها. تتجلى وحدة الوعي لأن هناك أجزاء منه كي تتحد.

باختصار: أولًا، "أنا» هي الملصق التعريفي أو الكلمة – المؤشر المرتبطة بوعي معين، وبالتالي بالأحاسيس والمشاعر وما إلى آخره، تلك التي ينقسم إليها من خلال

(١) برهان الخلف، برهنة أساسها إثبات صحة أمر بإبطال نقيضه. (المترجم).

مفهوم التحليل؛ ثانيًا، نتيجة لارتباطها بالوعي بالذات، فهي جزء من الصيغة اللغوية "أنا أدرك "أنا"" التي تستخدم للإشارة إلى بواقي الإدراك التي تستعصي على مفهوم التحليل. تشير الجملة إلى البيان (الذي لنا معرفة فورية به) أن إدراكنا الكلي غير ممثل بالكامل بواسطة الأجزاء التي من الشائع تقسيمه إليها؛ بمعنى آخر، هو وحدة وليس تجميعًا لأجزاء. يبدو وكأن الأمر ليس أكثر من عادة لغوية حيث جُعلت "أنا" في الموضع الأول فاعلًا وفي الموضع الثاني مفعولًا للفعل "يدرك". عندما نحاول الخلوص إلى ما وراء الكلمات والصياغة، لا نجد ما يدعم المنظور الذاهب إلى أن الإدراك هو علاقة فاعل بمفعول أو حتى علاقة فاعل لازم (غير متعد).

-٣-

دعنا الآن نتحول إلى طرف المفعول المفترض للعلاقة. بالنسبة لأغراض الفيزياء فالقيمة الوحيدة للإدراك المباشر الموصوف من خلال أنا – أميز – صوت – إشارات – توقيت – جرينتش إنه من الممكن مقارنتها بإدراك آخر مشابه أذكر أنني قد حظيت به وفي بعض الحالات من الممكن تمييزه باعتباره ذات الإدراك الذي كنت قد حظيت به. لذلك فالبيان النموذجي للفيزياء هو أنا – لدي – إحساس – كنت – قد – حظيت – به – في – مناسبة – سابقة. بشرط إمكانية العثور على وسيلة لوصف المناسبة السابقة بطريقة تُمكِّن أشخاصًا آخرين من تعريفها في خبرتهم الخاصة (التي من دونها ستكون المعلومات بلا قيمة)، ويمثل البيان معرفة قابلة للنقل. من غير الضروري افتراض أن الشخص الذي تُنقل إليه المعرفة يحظى بأي استيعاب مُتفهم لأحاسيسي السمعية، قد يكون رجلًا أصم تمامًا، غير قادر على تصور ماهية الإحساس بالصوت.

تدل نظرية البنية الموصوفة في الفصل التاسع على الطريقة التي يتم بها تدقيق هذا النوع القابل للنقل من المعرفة وجعله مستقلًّا بالكامل عن أحاسيس الفرد غير القابلة

للنقل. تُعرّف "المناسبة السابقة" من خلال ارتباطها بأحاسيس أخرى أو بمجموعات من الأحاسيس في نفس الوعي، والتي تُقارن بدورها ونجد أنها مماثلة لأحاسيس سابقة أو تالية. في النهاية، نستخلص من هذه المقارنات نمط التشابك الذي من الممكن وصفه رياضيًّا ويمثل المعرفة البنيوية للمحتوى الحسي للوعي المدروس.

في حالة الأحاسيس البصرية، تكون البنية أكثر بداهة. من دون الإسناد إلى ذكرى أحاسيس سابقة، يمكننا رصد نمط فيما نراه في أي لحظة. بالأساس يتشكل تصورنا المعتاد عن العالم الفيزيائي من خلال إحساسنا البصري. لكن لأنها تتيح نفسها بسهولة شديدة للبحث البنيوي، فقد عملت تصنيفاتنا المبكرة غير الاحترافية على قتلها بحثًا؛ وليس من السهل جدًّا البدء على بياض في فصل الجوهر الرياضي للبنية عن نمط الإدراك المحتواة فيه. يجعل سلوكنا لتحويل البنية إلى صورة مرئية من إدراك جوهر تلك البنية التجريدي أمرًا أكثر صعوبة.

كنتيجة لنقل المعرفة البنيوية ومشاركتها، سرعان ما نجد أن محتويات بنية وعي الأشخاص المختلفين ليست مستقلة بالكلية. لذلك تبزغ المعضلة، كيف لنا أن نُمثّل هذا الارتباط؟ قد نبدأ بالحالة البسيطة التي نجد فيها نفس البنية في وعي كل الأشخاص -تقريبًا- الذين من الممكن أن نتواصل معهم، على سبيل المثال، بنية الإحساس البصري الذي يبزغ عند النظر إلى كوكبة نجمية في السماوات المتلألئة. نرفض فكرة أن ظهور هذه البنية الخاصة جدًّا في وعي أشخاص عديدين جدًّا هو من قبيل المصادفة، وبذلك نُلزم أنفسنا بفرضية تذهب إلى أن البنى المتماثلة العديدة هي إعادة إنتاج لبنية واحدة أصلية. هذه هي بذرة فكرة السببية. في لغة السببية نعزو البنى المتماثلة في وعي الأشخاص المختلفين إلى سبب مشترك محتوٍ على نفس البنية.

من الفرضيات الممكنة أن ذلك هو تأثير الوراثة. قد يحتوي الوعي الطبيعي على هذه البنية الخاصة لنفس السبب الذي يجعل الأجسام الطبيعية تحتوي على بنية أخرى

معينة تدعى بالكبد. مع ذلك فهذه الفرضية يدحضها ظهور النوڤا (النجوم الجديدة). إنها تغيرات في بنية الأحاسيس البصرية، تحدث بالتزامن في وعي كل الأشخاص، ومن الواضح أنه من غير الممكن اعتبار أسلافنا المشتركين مسؤولين عنه. لا يمكن تحديد مكان السبب المشترك في وعي أي من الأشخاص من دون اللجوء لنظرية وحدة الأنا، ولا يمكن تحديد مكانه في وعي يعود للأسلاف؛ لذلك من اللازم وضعه خارج أي نمط متعارف عليه للوعي. يطلق على هذه المملكة خارج الوعي الفردي، حيث تقع الأسباب المشتركة للبنية الحسية في وعي مختلف الأشخاص اسم "العالم الخارجي".

باعتبارنا وعي الآخرين على درجة مكافئة لخاصتنا، فقد ألزمنا أنفسنا بالفعل بقبول سلطان يقع خارج الوعي الفردي. مع ذلك، فهي خطوة جديدة على قدر عظيم عندما نطرح عن طريق اكتشاف بنى متماثلة في وعي كل الأشخاص الطبيعيين، عالمًا خارجيًّا يحتوي على البنى الأصلية لتلك التي في وعي الأشخاص وتعتبر إعادات إنتاج لها. ولأن العالم الخارجي يتم طرحه باعتباره وعاء للبنية، فإن معرفتنا به تقتصر على المعرفة البنيوية؛ والعلم الفيزيائي هو دراسة هذه المعرفة البنيوية. لكن هل قد يؤدي ذلك إلى أن يكون من الوارد الإعلاء من وظيفة العالم الخارجي بحيث يمثل ما هو أكثر من معرفتنا الفيزيائية؟ إذا ما وجدنا سببًا كي نكون غير راضين عن عالم فيزيائي محض يقع خارجنا، فهناك مساحة لتفسير روحاني "لشيء" يُعد الكون الفيزيائي هو البنية المجردة له فقط.

إننا لا نطرح –كبداية نبدأ من عندها– أي نظرية تتعلق بالكيفية التي وصلت بالبنية الأصلية في العالم الخارجي إلى أن يُعاد إنتاجها كبنية أحاسيس في الوعي، ولا نكاد نلاحظ أننا باستبعاد المصادفة، يكون ظهور نفس البنية في وعي أشخاص عديدين هو علامة على وجود البنية الأصلية في سلطان خارج وعي أولئك الأشخاص. على ذلك يتم نقل مشهد التركيب الباهر إلى سلطان خارجي، حيث تمثل قصاصات البنية التي

هي أصول البنى الحسية في وعينا الخاص وفي وعي الآخرين، قطع أجزاء أحجية الصور المقطوعة (البازل) في انتظار أن تنتظم معًا في توافق. هذا التركيب المعقد والعسير للغاية تصدى له العلم الفيزيائي وأخذ في إنجازه ببطء على مر الأزمان. ارتُكبت الأخطاء كثيرًا. على وجه الخصوص، حاولت النظريات الأسبق حياكة ما هو ليس ببنيوي خالص في تركيب المعرفة؛ وفي السنوات الأخيرة فقط أصبحت النظرية الفيزيائية، نظرية بنية – مجموعة رياضية من حيث الشكل وكذلك في الحقيقة. لكن مبكرًا جدًّا أثناء التركيب كان من الممكن تبين بعض الخطوات التي عن طريقها تم نقل البنى في العالم الخارجي من موضعها الأصلي إلى الوعي. ما يعني أننا عن طريق تنظيم قطع البنية في توافق نحصل على بنية شاملة، لا تحتوي على القطع الأصلية فقط، بل على آلية لإشاعة البنية كذلك.

مع تقدم هذا التركيب، تعلمنا أن ننحي جانبًا المنظور الغريزي غير الدقيق حيث إن "الرؤية" هي نوع من أنواع عمليات الغرس التي تجمع المعلومات كما يجمع حارس الحديقة القمامة[1]. تعاد إنتاج بنية إحساسنا البصري بالكوكبة النجمية مرات عدة هناك في العالم الخارجي – في مجموعة من الأشياء المادية، في موجات الضوء، على الشبكية، في الأعصاب البصرية، في خلايا المخ. تأتي إعادة الإنتاج ضمن الإحساس الفعلي في نهاية هذه السلسلة. عندما تصل معرفتنا الفيزيائية إلى هذه المرحلة نُمنح الحق في إحلال مصطلح «الانطباع الحسي» محل الإحساس. إلى جانب إدراكنا المباشر للإحساس، بات لدينا الآن معرفة غير مباشرة بأنه مرتبط بالأعصاب وأعضاء الحواس التي تم إقحامها في تركيب المعرفة البنيوية. بالتأكيد استخدمت «نظرية الإحساس» هذه دون قيود من أجل تطوير العلم الفيزيائي. ومن الممكن طرحها تحت أي ظرف كفرضية معقولة كي تُختبر بالتجربة. لكنها ليست

(١) يستخدم حارس الحديقة عادة عصا تنتهي بسن مدبب، يغرسها في القمامة؛ ليقوم بجمعها عن طريقها. (المترجم).

نقطة البدء المنطقية لاستكشاف أسس العلم، ولاختبار طبيعة المعرفة المضمنة في العلم الفيزيائي، علينا العودة للوراء أكثر إلى البيانات المستقلة عن نظريات الإحساس، تحديدًا تلك المتعلقة بأن نفس بنى الإحساس توجد في أكثر من وعي واحد بشكل متواتر جدًّا لدرجة لا يمكن تفسيره معها بأنه من فعل الصدفة.

-٤-

في مقابل منهج العلم الفيزيائي، دعنا نرى كيف يحاول الواقعي معالجة طرف المفعول من العلاقة. يبدو ذلك لي كعرض توضيحي يوفر مثالا على التأثير الكارثي للصياغات اللفظية التي تُفرض علينا عن طريق صائغي اللغة من غير الفلاسفة وعرضة تفكيرنا لها.

التالي هو طرح نموذجي للفلسفة الواقعية:

من الجلي أنني في أي وقت أحظى فيه بأي خبرة، سواء كنت أحلم أو أفكر أو أعاني هلوسات أو أميز بالكاد، هناك شيء ما حلمت به أو فكرت فيه أو هلوست بخصوصه أو ميزته، وعلى ذلك فلعقلي علاقة ما بهذا الشيء[١].

يمضي بنا الحجاج إلى تبيان أن هذا "الشيء" قد يكون له علاقات مختلفة بالعقل؛ وبذلك فما هو مُدرَك مُميَز يمكن أن يكون مُتذكَرًا أو مُتصوَرًا كذلك. يذهب الحجاج إلى أن ما هو في العقل لا يمكن أن يحظى بهذا التنوع من العلاقات مع العقل. الخلاصة هي:

إنها خاصية فورية عامة ومُميزة لكل الأفعال العقلية، أنها ينبغي أن تكون مُدرِكة

(١) C. E. M Joad, guide to philosophy, p 66 س. إ. م. جود، دليل إلى الفلسفة.
ليس بالضرورة أن جود ينص على رؤيته الخاصة. (المؤلف).

لشيء غير أنفسها. عندما نقول على فعل أنه عقلي، فإننا في الحقيقة نقول عنه: إنه إدراك لشيء غير نفسه. يستتبع هذا الاستنتاج نتيجة تذهب إلى أن هناك "شيئا ما آخر" هناك إدراك له، وهو لا يتأثر بإدراك العقل ذلك له. بمعنى آخر، سوف يكون الشيء على الصورة التي هو عليها، لو لم يقع في الخبرة كما هو واقع في الخبرة[1].

سوف يكون مجهودًا بحثيًّا جديرًا بالثناء لو كان هدفنا اكتشاف وجهات نظر رواد الخطاب الفلسفية، أولئك المسؤولين في الأصل عن الطريقة التي نغزل بها الكلمات في عبارات وجمل. لكن السبب الذي يدعو إلى بعث ذلك كي يكون أساس فلسفة القرن العشرين يتخطى فهمي.

لا يوجد أي فارق في المعنى بين "يحلم" و"يحلم حلمًا"، أو بين "يفكر" و"يفكر في فكرة". للوهلة الأولى يبدو أن "يحلم حلمًا" مجرد إعادة بلا طائل. لكن لو كان الدخول في التفاصيل مرغوبًا، فما من سبيل أمام اللغة إلا بإلصاق التفاصيل بفعل؛ ليس مسموحًا لي أن أقول إنني قد كنت أسقط – وأنا أحلم – في هاوية. عليّ تزويد الفعل بمفعول، حتى لو كان مجرد مفعول شكلي، وبناء على ذلك نلصق بالمفعول التفاصيل التي أرغب في إضافتها. لذلك أنص على تفاصيل باعتبارها وصفًا لحلمي، تلك التي قد كان من الممكن على نحو مكافئ لصقها بفعل (أحلم) الخاص بي كتفاصيل للفعل نفسه، لو كانت صياغات اللغة تسمح بذلك. يقوم الواقعي باصطناع ذلك المفعول الشكلي في انتصار، ويقول "لقد اعترفت إذا بأن هناك شيئًا ما يُحلّم به، تحديدًا الحلم الذي قمت بوصفه في وضوح". لم أعترف بشيء من ذلك النوع. كل ما اعترفت به أن قواعد اللغة تكرهني على الحديث كما لو كنت قد اعترفت به.

بالمثل "أحيا حياة" هي نفسها "أحيا". نحويًّا فالحياة هي شيء نحياه، لكن المعنى الفعلي يقودنا إلى أن الحياة و"أحيا" هي نفس الشيء. إنه طغيان اللغة التي تصدر فرمانًا

(١) نفس المرجع السابق. Ibid P 74 (المؤلف).

أنه من الممكن التزويد بالتفاصيل الظرفية لحياة الشخص، لكن ليس للفعل "يحيا" الذي يعد نشاطًا غير قابل للتحليل. سوف يتبين لنا أن هناك فرصة عظيمة للفلسفة الجدلية كي تطرح ما هو مُلبس تحت ذريعة توضيح لبس ما. على ذلك فقد تبين أن "الإحساس» قد يعني كلًّا من «يحس» أو ذلك الذي «يُحس»؛ ومن المطروح أن المعنين قد التبسا في فلسفات معينة. لكن ما من معنيين هناك كي يلتبسا – هناك صيغتان نحويتان –فقط– بنفس المعنى. إنهم النقاد الذين يشوشون على أنفسهم بإقحام محسوس ما، أي إقحام شيء ما يُحس متمايز عن فعل "يحس"؛ كي يُزودوا بمعنى ثان.

هناك أصل لغوي بحت للمنظور الذاهب إلى أن الأوصاف المعزوة للأفعال تحتمل أنواعًا بسيطة قليلة أما التنوع فيكمن في الأوصاف المعزوة للأسماء والمصادر[1]. ندرة صيغ وصف الفعل مألوفة لعالِم الرياضيات باعتبارها صعوبة تكتنف الخطاب المعتاد، من السهل التغلب عليها في لغته الرمزية خاصته. لذلك من السهل الحديث عن كونه يضاعف مرتين وثلاث مرات وأربع مرات إلخ.، لكن أسلوب التعبير هذا عن تنوع العمليات سرعان ما يُعوّق؛ لأننا نستخدم صيغة واحدة للفعل "يضاعف" وننقل كل التنوع إلى صيغ اسمية ندعوها أعدادًا؛ إذ ربما يقال "من الواضح أنه في أي وقت يُضاعف أي شيء فمن اللازم أن يضاعف بالضرب في شيء، على سبيل المثال: الضرب في اثنين، ليست الاثنين هي نفسها "يضاعف أو عملية المضاعفة"، لكنها كيان مستقل، الفارق مماثل بالضبط للفارق بين أن تكون هي المضروب فيها وألا تكون هي المضروب فيها»، ما كان ليتصاعد هذا الجدل لو أننا قد لازمنا المصطلح «يضاعف أو

(١) هناك اختلافات في التراكيب اللغوية بين العربية والإنجليزية وقد حاولت في ترجمة هذا الجزء اللغوي تحقيق المقاربة المثلى لتلك الاختلافات مع الحفاظ على المعنى. فأغلب الأسماء في اللغة العربية هي مصادر بينما المصادر في الإنجليزية يمكن الحصول عليها بإضافة ing للفعل، وبالتالي فهي تختلف عن الأسماء، بالإضافة إلى اختلافات أخرى تتعلق بالبناء للمعلوم وللمجهول active and passive forms، وقد آثرت حقيقةً ترجمة ما يقصده إدنجتون مع تغيير ما يستلزم للحفاظ على ذلك القصد، في ضوء اختلاف طرق الاشتقاق بين اللغتين. (المترجم).

عملية المضاعفة لمرتين أو لثلاثة... إلخ؛ والتي فيها لا نقوم بالضرب في أي شيء.

يجعل النقص في صيغ الفعل وفي العبارات التي تقوم بتحديد صيغ الفعل من الصعب وصف الوعي كما نعرف الحال الذي هو عليه؛ حيث يتضمن أنشطة شديدة التنوع. في اللغة المعتادة يوصف التنوع في نشاطنا الذهني باعتباره تنوعًا في الأفكار فقط، لا باعتباره تنوعًا في عملية التفكير. لا يشكل ذلك أي فارق بالنسبة للفيزيائي، المعني بالبنية فقط، حيث إن بنية التفكير هي أيضًا بنية الأفكار. لكن ذلك الأمر قد قاد كثيرًا من الفلاسفة إلى وضع كل التنوع في المحسوسات خارج الوعي، وقصر الوعي على قليل من الأنشطة غير القابلة للتحليل، يلاحظ الوعي فقط التنوع خارجه، يتصوره، يتذكره، يشعر به. لكنها ليست خاصية جوهرية مميزة للفعل؛ حيث إنه من غير الممكن له الانخراط في تصنيف فرعي له. عملية الإيماء على سبيل المثال هي فعل له تمثلات نوعية كثيرة – عملية هز الأكتاف، عملية التلويح بالأذرع، عملية إدارة الرأس... إلخ. يمكننا وصف التنوع مباشرة، دون تمديد «عملية الإيماء» إلى «عملية الإيماء بإيماءة»، ومن ثم المواصلة بتصنيف الإيماءات. وعلى ذلك أفترض أن الواقعيين لن يصروا على أنه متى قمنا بالإيماء فهناك ما يجب أن نكون قد أومأنا به، وذلك الشيء لا يتأثر بإيمائنا به، وسوف يكون تمامًا على ذات الهيئة التي هو عليها لو لم نكن لنومئ به. مع ذلك أحيانًا ما أتساءل كيف سينظر الواقعي إلى الإيماءة المعروفة بـ "ارفع شعار الاستهجان **cocking a snook**"[1]. سيبدو من الواضح أن هناك شيئًا يجب أن يُرفع؛ وأخشى أن يكون الاستنتاج المنطقي الوحيد هو أن هناك ملكوتًا موجودًا يحتوي على إيماءات استهزاء غير مرفوعة، والتي سوف تكون تمامًا

(١) **cocking a snook** تعبير دارج يدل على إشارة استهجان واستهزاء وفيها يوضع الإبهام ملامسًا للأنف وأمامه الأصابع الأربعة متباعدة ومفرودة، ويتم هزها، بينما العينان تنظران للداخل، هذه الإيماءة الحركية المستهجنة تدعى (**cocking a snook**) و**cock** تعني ديك وفي اللغة السوقية قد تعني قضيب والفعل منها يعني يرفع أو يشحذ زناد بندقية، وعلى الأغلب يرفع هو التعبير المقصود في تلك الجملة، أما **snook** فهي نوع من الأسماك أو إيماءة استهزاء (المترجم)

ما هي عليه لو تم رفعها، لكن ربما تكون هذه فكرة خطيرة للغاية كي يُسعى وراءها عندما يحاول الفلاسفة التعبير عما يجول في خاطرهم تجاه بعضهم بعضًا.

فيما يتعلق بالتقديم للواقعية الذي قمت به، والاقتباس الذي اقتبسته (الاقتباس في بداية هذا الجزء من الفصل) فقد تبين أن تصور معطيات للحس متمايزة عن الإحساس هو أمر ذو أصل لغوي بحت، لكن الاستنتاج الهام أن معطيات الحس هي أشياء خارج الوعي، تقوم على وجود عدد من السبل المختلفة التي يتم ربطها فيها بالوعي. بالتسليم – لأجل الحجاج – لموضوعٍ ما كي نقوم بتمييزه، فلنقل: بقعة ذات لون أزرق، فذلك الموضوع ليس هو الإدراكَ نفسه، وأظن أن عدد الطرق التي من الممكن استيعابه بها ذهنيًّا قد تم تضخيمه. حيث لا وجود إلا لسبيلين فقط؛ فهو إما يُميز وإما يُتخيل. بمسح محتوى وعيي، ربما أجد تمييزًا للون الأزرق أو تخيلًا للون الأزرق. من غير الممكن الخطأ فيما يتعلق بالفارق، وهو أمر جوهري في التمييز والتخيل، لكن فرضية الواقعيين تذهب إلى أنه نفس الشيء، أو نفس الإحساس، ويتم استيعابه بطريقتين مختلفتين. لدى نوعي الإدراك هذين فقط للون الأزرق، لكن قد أجد في محتوى وعيي كذلك أفكارًا عن اللون الازرق، ليست إدراكًا له، مع ذلك قد تكون مصاحبة لتمييزه أو مصاحبة لتخيله. عندما تتكتل الأفكار (المعرفة الذهنية) والإدراك معا، تُطرح تنويعات أخرى للتصنيف. بواسطة المعرفة الذهنية يتم التفريق بين الهلوسة والتمييز، بالرغم من أنهما متماثلان جوهريًّا. بالمثل يتم التفريق بين الذكريات والخيالات العرضية. كإشارة للرابط بين التمييز والتخيل فمن الجدير بالملاحظة أنه لا يمكن تخيل إحساس جديد ابتدائي حتى يكون قد تم تمييزه في البداية (على الأقل في الأحوال الطبيعية). يمكننا اختراع مزيج جديد من الأحاسيس في الخيال، لكن لا يمكننا اختراع مذاقات جديدة بالكلية وألوان وآلام وما إلى آخره. يبدو أنه عندما نميز طعمًا جديدًا للمرة الأولى يتم تعديل وعينا على النحو الذي يصبح تخيل الطعم بعده ممكنًا. عادة ما نقول إن ذكرى الطعم مخزونة فيه. لا أفهم

كيف يمكن توفيق هذا مع المنظور الواقعي الذاهب إلى أن التخيل والتمييز علاقتان مستقلتان للوعي بمعطيات حسية خارج الوعي.

في الفقرة التي اقتبستها هناك اعتراف بأنه إذا كان التمييز هو علاقة خالصة بين العقل وشيء خارجي، فإن ذلك الشيء لا يتغير بتمييزنا له. ليس واضحًا ما إذا كان هناك اعتراف كذلك بأن العقل لا يتغير. إذا ما تغير العقل بفعل التمييز، فمن غير الصحيح وصف التمييز باعتباره "علاقة"، أما الحجاج القائم على وجود أكثر من نوع من العلاقات فينهار تمامًا. على الجانب الآخر، لو لم يتغير أي من العقل ومعطيات الحس بفعل التمييز، فكيف يكون الأمر على تلك الصورة التي فيها لا يصبح أحد أنواع العلاقات بين العقل ومعطيات الحس – تحديدًا التذكر أو التخيل – ممكنًا إلا بعد التمييز؟

-٥-

وفر وجود بنى حسية متماثلة أو متقاربة للغاية في وعي أشخاص مختلفين نقطة البدء المنطقية للعلم الفيزيائي. تطور هذا على نحو طبيعي إلى بحث عام في ارتباطات (تعالقات) الخبرة الحسية، لكن بحلول الوقت الذي وصلنا فيه إلى هذه المعضلة الأعرض، كان قد استقر بالفعل الخط الأساسي لمعالجة الأمر، تناظرات نقاط البنية مع سبب مشترك خارج وعي الأشخاص المفرد. لذلك يتم استيعاب وسط (بيئة) الارتباط (التعالق) كعالم خارجي، فيه تنتشر التأثيرات المنبثقة من بؤر مختلفة إلى نقاط عندها يتموضع وعي الأشخاص المختلفين. بتقصي هذا التصور، علينا التفكر في انتشار التأثيرات من جزء إلى الآخر في العالم الخارجي، ليس فقط كوسيلة لنقل الرسائل إلى الوعي، لكن كإعادة توزيع متواصلة لخصائص العالم وهو بذلك يُدخل أجزاءه المختلفة في صلة سببية في الزمن والمكان. بذلك نمضي صوب مهمة

الفيزياء الرئيسة: صياغة نظام وصف للعالم الخارجي، ونظام قوانين قابلة للتطبيق على المكونات المذكورة في الوصف، والذي سيكون متناظرًا في كل الجوانب مع الارتباطات (التعالقات) الفعلية للخبرة الحسية. نعني "بالتناظر مع الخبرة الحسية" أن تلك الأجزاء من بنيته والتي هي عناصر لبنية الحس في الوعي تحظى بتناظر مع الأحاسيس المختبرة بالفعل في الوعي.

لقد أكدت على ملمحين للمعرفة بالعالم الخارجي التي وصلتنا بهذه الطريقة: (أ) إنها ذاتية جزئيًّا. و(ب) إنها معرفة بنيوية. إلى حد ما فهذان التأكيدان تبادليان؛ ما يعني أننا إذا ما عرضنا المعرفة الفيزيائية في صيغتها البنيوية البحتة التي توفرها نظرية المجموعات، فإننا نمحو جزءًا كبيرًا من عنصر الذاتية الذي يظهر في الصياغات الأكثر ألفة. لا أعتبر حتى بنية – المجموعة موضوعية بالكامل؛ إنها مشروطة في أعمق جذورها بأنماط التفكير التي تفحصناها في الفصول الثامن والتاسع والعاشر. لكن ما ندعوه بقوانين الفيزياء الأساسية وثوابتها ليست بملامح يمكن الكشف عنها في بنية المجموعة النهائية؛ إنما تُدرج بتكييف المعرفة وفق نمط تفكير ليس بعيدًا عن منظورنا المألوف. كما تبين (الفصل الثامن)، فنمط التفكير الذي يناظر نقاط ارتكاز التقدم العلمي، ليس هو ذلك الذي نُقيّم به نتائج التقدم.

سوف يكون من غير المنطقي عزو تماثل البنى في وعي مختلف الأشخاص إلى سبب عام من دون السماح للسبب العام بحالة موضوعية كاملة مثله مثل البنى نفسها. لذلك اعتبرت من البديهي أن للعالم الخارجي بالتأكيد محتوى موضوعيًّا. لكن وفق استنتاجاتي، فإن قوانين الفيزياء هي خاصية تخص نمط التفكير الذي نقوم فيه بتمثيل معرفتنا بالمحتوى الموضوعي، وحتى الآن لا يمكن للفيزياء اكتشاف أي قوانين تنطبق على المحتوى الموضوعي نفسه. يفجر هذا تساؤلًا عن الكيفية التي نستطيع بها القيام بتنبؤات ناجحة للظواهر دون معرفة أي قانون حاكم للمحتوى الموضوعي للكون، وبالتالي دون معرفة الكيفية التي سوف يتصرف بها المحتوى الموضوعي؟

على الرغم من أنها موضة نوعًا ما أن يقول الكتاب العلميون إن الفيزياء غير معنية بالحقيقة الموضوعية لكن من غير الآمن أخذهم على محمل الجد بالنسبة لكلامهم ذلك. من الجلي أن العبارة مقصود بها تغليق نقاش، أكثر من كونها تأكيدًا لمبدأ، تستدعي تداعياته بعيدة المدى البحث والتحقق. استنتاجنا الخاص تعبر عنه عبارات أقل قوة وبأسًا؛ لكنها مقصودة على نحو جاد، وعلينا اختبار الصعوبات التي يبدو أنها تقود إليها.

تختفي أغلب الصعوبة إذا لم ننس أن الذاتية الخالصة البحتة مقصورة على قوانين – أنساق – العالم الفيزيائي. تنوع المظاهر من حولنا هو بالدرجة الأولى تنوع موضوعي. بذلك فالتشوه الذاتي الداخل على فهمنا للأشياء ليس أكثر مما اعتاد الفيزيائيون على التسليم به. حتى الآن حاولنا أن نمضي أبعد في تصنيف العناصر الذاتية والموضوعية – ربما مع نتائج مفاجئة. لكننا نُسلّم لعنصر موضوعي في الحقائق الخاصة التي تُكوّن جزءًا كبيرًا من معرفتنا بالكون من حولنا.

مع ذلك فلبعض الاستنتاجات التي لها صبغة "الحقائق الخاصة" عمومية واسعة نوعًا ما. كون معظم الفضاء فارغًا تقريبًا هو حقيقة خاصة، حيث إن المادة تتجمع في جزر صغيرة نسبيًّا. لم يقترح أحدهم أن هذا يجب أن يصنف كقانون أساسي للفيزياء؛ في الحقيقة نحن مُعدُّون للاعتقاد أن ذلك قد كان ملمحًا تطوريًّا متأخرًا، التوزيع الأولي للمادة قد كان في صورة سديم متواصل. مع ذلك ولأجل بعض الأغراض فلفراغ الفضاء نفس الأهمية التي لقوانين الفيزياء إلى حد كبير. في الفلك غالبًا ما نتدبر أمر معرفتنا الرصدية القاصرة جدًّا بتوزيع المادة عن طريق افتراض فرضية سببية، لا افتراض فرضية أساسية.

على الرغم من أن تمييز الموضوعية في الحقائق الخاصة يخفف من وقع أحد أنواع الصعوبات، إلا أنه لا يزال يجعل من التساؤل عن الكيفية التي نستطيع بها

القيام بتنبؤات دون معرفة أي قانون حاكم لمحتوى الكون الموضوعي أكثر صلة بالموضوع. لا يبدو الأمر وكأننا نستطيع صرف النظر عن المحتوى الموضوعي؛ حيث إن التنبؤات هي تنبؤات عن حقائق خاصة تتعلق بالمحتوى الموضوعي.

حقيقة الأمر أنه بواسطة القوانين الإبستمولوجية الأساسية وحدها فمن غير الممكن القيام بأي تنبؤ دقيق. عند القيام بتنبؤ فعلي فإنها تكون مقرونة بقوانين الاحتمال/ الصدفة. لقد رأينا (في الفصل السادس) أن نظام الفيزياء الحديث يُسلّم لتنبؤات الاحتمالات فقط. عند الاستدلال على نتيجة محتملة، يتم تضييق اللا يقين إلى حدود هايزنبرج عن طريق افتراض أن الجزء غير المحدد (غير الحتمي) لسلوك الجسيمات المفردة المعنية غير مترابط (متعالق). مبدأ اللا ارتباط (اللا تعالق) هذا جوهري في كل التنبؤات المحددة على نحو كاف كي يكون موضوع اختبار رصدي.

لقد وصلنا إلى استنتاج (الفصل الحادي عشر) أن لا ارتباط (لا تعالق) السلوك الفردي هو حقيقة خاصة بالرغم من عموميته الواسعة نوعًا ما. كون أن من الطبيعي عدم ارتباط المادة بالوعي هو حقيقة خاصة، تمامًا كما هي حقيقة خاصة أن من الطبيعي أن يكون الفضاء فارغًا تقريبًا. ما كانت الفيزياء لتأخذ الشكل الذي أخذته لو كانت القاعدة – لا الاستثناء – أن المادة واقعة تحت تأثير الإرادة (المشيئة) الواعية. لكن بالمثل ما كانت الفيزياء لتأخذ الشكل الذي أخذته لو كانت المادة التي نقابلها في الخبرة الطبيعية قد كانت موزعة بشكل متصل كما هي في داخل نجم.

غالبًا ما يتم الإشارة إلى أن الفارق الأساسي في المنظور بين العالِم والرجل البدائي أن الرجل البدائي يعزو كل ما يجده مُلغزًا في الطبيعة إلى فعالية الشياطين أو الأرواح الأخرى. بالنسبة للرجل البدائي قد تستحوذ الإرادة (المشيئة) الشيطانية على أي جسم فيزيائي، ومن المستحيل الاعتداد بمسلكه إلا في حدود انقياد الشيطان المُوجِّه له للصلاة وللرجاء. استطاعت الفيزياء الحصول على مكان لها بتحجيم محيط

الفاعلية الشيطانية على نحو عظيم، بذلك بات هناك سلطان ممتد للخبرة، فيه يمكن الاعتداد بسلوك الأشياء، والقيام بتنبؤات علمية ممكنة. بقدر العظمة التي قد تكون للآثار العملية لهذا التغيير، فالأمر أمر تفاصيل (حقائق خاصة) أكثر من كونه متعلقًا بالمبدأ. بقيت الفعالية (المشيئة) الشيطانية، بالرغم من كونها قد باتت قاصرة على مراكز معينة في البشر وفي الحيوانات العليا. ربما لا تزال الصلاة والرجاء يؤثران في مسار الظاهرة الفيزيائية عندما تُوجهان صوب هذه المراكز. نعتقد الآن أن من السخافة تصور أن الصخور والبحار والسماء مفعمة بالحيوية، تحركها إرادات مثل تلك التي نعي بها في أنفسنا. نعتقد كذلك أن في تصور امتداد سلوك الصخور والبحار والسماء المفتقر للإرادة (للمشيئة) إلينا ليشملنا سخافة أكبر حتى، أم أن الأمر لا يعدو كوننا لم نتعافَ بعد من كبت ٢٥٠ عامًا من الفيزياء الحتمية؟

وفقًا لذلك فنحن لا نعتبر مبدأ اللا ارتباط (اللا تعالق) كأحد قوانين الفيزياء الأساسية. ينطبق اللا ارتباط (اللا تعالق) عادة؛ لكن الارتباط (التعالق) يحدث بشكل استثنائي، والنتيجة هي عدم إمكانية التنبؤ بالسلوك، ذلك الذي نميزه باعتباره عرضًا فيزيائيًّا للإرادة (المشيئة) الواعية. بذهابنا إلى أن السلوك لا يمكن التنبؤ به، فنحن نعني أنه لا يمكن التنبؤ به من منظور الفيزياء، الفيزياء التي تسد الفجوة التي يخلفها جهلنا بينابيع السلوك الموضوعي وذلك بافتراض اللا ارتباط (اللا تعالق). فعليًّا من الممكن التنبؤ بالسلوك الاختياري على نحو تام – وربما يمثل ذلك إجابة عن تساؤلاتنا الخاصة – لكن هذا التنبؤ يأخذ في الاعتبار المعرفة بالعالم الموضوعي، وهي غير محتواة في العلم الفيزيائي وغير قابلة للاختزال في نمط القانون الفيزيائي المعترف به. بقدر ما يمكن اعتبار الندرة النسبية للارتباط (التعالق) قانونًا، فهو قانون لتوزيع الوعي أكثر من كونه قانونًا للعالم الفيزيائي.

في إحالاتي السابقة لنظام قوانين الفيزياء الأساسية، ما كانت تنبغي المغامرة باستبعاد قانون الاحتمال (الفرصة) على نحو قاطع لو أن الرأي الحالي ميال إلى

تضمينه. لكنني أظن أن الغالبية سوف تكون ضد تضمينه، على الرغم من أن منطقهم مختلف عن منطقي. يذهب المنظور العام إلى أنه حيثما كان لدينا عدد عظيم من الأنظمة المفردة، فمن غير المحتمل أن يكون هناك أي ارتباط (تعالق) لسلوكها، إلا إذا كان هناك سبب ما معين يحقق الارتباط (التعالق). لكن سبب معين للارتباط (التعالق) سوف يوصف في الفيزياء كتفاعل، وهذه هي الصورة التي ينبغي أن يتم النص عليه بها في نظام القوانين المعتاد. من هذا المنظور يكون قانون الاحتمال (الفرصة) سلبيًّا، غير فاعلٍ تمامًا – وذلك بالتأكيد على أنه لا توجد هناك أي ارتباطات (تعالقات) إضافية غير تلك المنصوص عليها في نظام القوانين الذي تمت صياغته بالفعل. باختصار، قانون الاحتمال (الفرصة) أو اللا ارتباط (اللا تعالق) ليس أحد القوانين الأساسية للفيزياء، لكن كلمة "النهاية" تُضاف عند اكتمال اللائحة.

يقوم هذا الحجاج على المنظور التركيبي لبنية العالم، تلك التي تبدأ بالجسيمات المفردة وتقوم بجمعها لتشكل الأشياء الملموسة لحواسنا المنتمية لعالم الأجسام الكبيرة. على الرغم من عدم العثور على برهان حاسم بالفعل، إلا أن الذهاب إلى أن مثل نمط البنية هذا كاف لضمان اللا ارتباط (اللا تعالق) هو استنتاج معقول؛ ولذلك فما من حاجة هناك لتضمين مبدأ اللا ارتباط (اللا تعالق) كفرضية إضافية. لكن اللا ارتباط (اللا تعالق) يظهر في ضوء مختلف بحسب المنظور التحليلي لبنية العالم، ذلك الذي يبدأ بالأشياء كبيرة الحجم، وتحليلها إلى عناصر بنيوية، ندعوها بالجسيمات المفردة. بحسب خواص الشيء المحلل قد نحصل على عناصر بنيوية ذات سلوك مترابط (متعالق) أو غير مترابط (متعالق). عندما نعثر على اللا ارتباط (اللا تعالق)، فالاستقلالية ليست حيازة فردية لكل جسيم؛ إنها خاصية مميزة لتجمعات الجسيمات المدروسة فقط. لذلك لا يفرض المنظور التحليلي مبدأ اللا ارتباط (اللا تعالق) تلقائيًّا. ولا يشبه ذلك المنظور التركيبي الذي يُفترض فيه أن الاستقلالية – عدم الاكتراث لما تقوم به الجسيمات الأخرى – هي خاصية غير

شرطية للجسيمات، لذلك فسلوك الجسيمات المترابط (المتعالق) في نظام مُجمّع مخالف للطبيعة.

نقبل بالمنظور التحليلي الذي لا يوفر أي سبب مسبق للاارتباط (اللا تعالق). لكن كما بينا بالفعل، لا نُسلّم بمبدأ عام أو بقانون للا ارتباط (اللا تعالق). بدلًا من ذلك نُسلّم بمبدأ ندرة الارتباط (التعالق) باعتباره حقيقة خاصة عن العالم في حالته الراهنة.

-٦-

خلال هذا النقاش التزمنا بالأسلوب الإبستمولوجي للمقاربة. بالنسبة لنا فالمعرفة هي الشيء الذي يهم. يظهر العنصر الروحاني في الإنسان في استقصائنا باعتباره الشيء الذي يَعرف، شيء كان ليُستلب لأجل كنز المعرفة التي يحويها. مع همجية الجابي وقساوته، نحمل الكنز إلى متحفنا، هناك حيث يُرتب نظاميًّا ويُعرض.

أملك القليل من العذر لمد استقصائي فيما وراء الحدود التي يقرها مصطلح "المعرفة". لكنني لا أحب ترك انطباع بأنه من الممكن القبول بوصف روح الإنسان باعتبارها "الشيء الذي يَعرف" واعتبار أن تلك هي الحقيقة الكاملة عن طبيعتها. إنها لا تتلخص في مثل ذلك الوصف الضيق جدًّا باعتبارها «الراصد». – اللقب الذي صكه العلم الفيزيائي. للوعي وظائف أخرى إلى جانب تلك التي لآلة قياس غير كفؤة نوعًا ما؛ وقد تحرز المعرفة حقائق أخرى إلى جانب تلك المرتبطة بالانطباعات الحسية. ومع ذلك فالاعتراف بالامتداد العريض لمجال المعرفة وملاحقته هو مجرد أحد الأنشطة الأصيلة واللازمة لتحقيق الذات. غريزة جمع وصقل وتبجيل المعرفة لا تقف منفردة، فهي مماثلة للغرائز الأخرى التي تدّعي ذات القبول، مواصلة كذلك التدفق في طبيعتنا من نبع باطني.

حتى في العلم ندرك أن المعرفة ليست الشيء الوحيد الذي يهم. نسمح لأنفسنا بالحديث عن روح العلم. يصيبنا صعود الأنظمة السياسية المعادية للعلم بالذعر، لا بسبب تعطيلهم لإنتاج المعرفة، لكن بسبب كبحهم لروح العلم وانحرافهم بها. هناك إيمان أعمق من أي "نمط تفكير" في أن الحيوية الخلاقة تحمل من الدلالات ما هو أكثر من الشيء الذي تخلقه. في هذا الإيمان، لا يعد تقويض المعرفة – التي عانينا لأجلها – في خضم ثورات العلم المتتابعة مأساة متواصلة كما تبدو الأمور.

في عصر العقل والمنطق، لا يزال الإيمان هو الأسمى؛ حيث إن العقل والمنطق هما إحدى مقالات الإيمان.

معضلة المعرفة ما هي إلا قشرة خارجية، تحتها تكمن معضلة فلسفية أخرى – معضلة القيم. من غير الممكن التظاهر بأن الفهم والخبرة المكتسبين أثناء ملاحقة الإبستمولوجيا العلمية ذاتا فائدة كبيرة هنا؛ لكن ذلك ليس سببًا يدفعنا كي نحاول إقناع أنفسنا بأنه لا وجود للمعضلة. على العالِم أن يعترف في فلسفته – كما يعترف بالفعل في دعايته – أنه لأجل تبرير نهائي لنشاطه، فمن اللازم أن ينظر بعيدًا عن المعرفة نفسها، أن يهتم بالسعي المجبول في طبيعة الإنسان، لا كي يتم تبريره من خلال العلم أو المنطق، حيث إنه هو نفسه المُبرر للعلم والمنطق والفن والسلوك. لقد كتبت عن علاقة العلم والروحانية في مكان آخر[1].

خطورة المنظور العريض في أنه غالبًا ما يكون منظورًا ضحلًا. قد ندّعي أن المنظور الإبستمولوجي – على الرغم من قصوره – يزود العالِم بمنظور أعرض من منظوره التقليدي من دون التضحية بالعمق. مما لا شك فيه أنه قد كان نافعًا لتقدم علم الفيزياء تقنيًّا. في نفس الوقت يزود بتصور أدق عن دلالة المعرفة الفيزيائية في علاقتها بالتفكير الفلسفي – منظور لا يُضخم ولا يقلل من الجانب الفيزيائي للعالم الذي

(١) راجع كتاب (طبيعة العالم الفيزيائي) للمؤلف، الفصل الأخير. (المترجم).

يشكل إطارًا للخبرة الواعية التي للجنس البشري. على وجه الخصوص، يشير الوعي بأن المعرفة الفيزيائية معنية بالبنية فقط إلى الطريقة التي من الممكن بها تعشيق تصور الإنسان باعتباره عنصرًا في نظام أخلاقي وروحي بتصور الإنسان باعتباره ألعوبة قوى العالم المادية.

❊ ❊ ❊

ملحق

ملخص لورقة بحثية تحت عنوان (عن نظرية كل شيء لآرثر إدنجتون)

تأليف: هيلج كراغ

On Arthur Eddington›s Theory of Everything

Helge Kragh

رابط تحميل الورقة العلمية الأصلية،

https://arxiv.org/pdf/1510.04046&ved=2ahUKEwjhqIvw7JTgAhVwA2MBHbLhBHoQFjABegQIBBAB&usg=AOvVaw3ZDFhbkconWFY_4nX8oRHg

هيلج كراغ، دنماركي، ولد عام ١٩٤٤، بروفيسور فخري في معهد نيلز بور (الدنمارك) منذ عام ٢٠١٥، وهو بروفيسور سابق في تاريخ العلم في جامعات آرهوس وأوسلو وكورنيل، شغل منصب رئيس الجمعية الأوروبية لتاريخ العلوم، له العديد من الكتب والأبحاث، أغلبها حول تاريخ الفيزياء والكونيات.

الفكرة العامة

لقد عمل إدنجتون على إنجاز نظرية طموحة للغاية تحاول أن تغطي كل شيء في العالم الفيزيائي، من الإلكترون وحتى الكون في مجمله، وذلك في الفترة منذ عام ١٩٢٩ حتى وفاته في عام ١٩٤٤. لقد كانت نظريته خليطًا بين الرياضيات والفلسفة الروحية، عملًا أصليًّا خاصًّا ومميزًا لكنه غير مفهوم من قِبَل بقية العلماء. لقد سحرت ثوابت الطبيعة إدنجتون وادعى في عمله قدرته على استنتاجها نظريًّا، لقد حاول إدنجتون مد الفيزياء بأسس جديدة، وقد توازى عمله في أجزاء منه مع أعمال فيزيائيين إنجليز مميزين آخرين مثل بول ديراك وإدوارد آرثر ميلن. إلا أن مشروعه قد فشل في نيل ثقة الأغلبية العظمى من الفيزيائيين في ذلك الوقت، وهو الأمر الذي كان مرجعه نظرة إدنجتون غير التقليدية لنظرية الكم.

١ - المقدمة

يعد إدنجتون أحد أهم علماء النصف الأول من القرن العشرين. وقد حظي بهذه المكانة لإسهاماته في علوم الفلك وفيزيائه وكذلك لدوره الكبير في الكشف عن النظرية النسبية العامة والإسهام فيها. لقد طور نموذجًا معياريًّا للبنية الداخلية للنجوم كما كان أول من أقترح أن مصدر الطاقة الرئيس في النجوم هو التفاعلات النووية. في عام ١٩١٩ نجح في إثبات النظرية النسبية العامة مع فرانك دايسون. بعد ذلك بسنوات قام بتطبيق النظرية النسبية على نجوم الاقزام البيضاء، وفي عام ١٩٣٠ وضع نموذجًا لتمدد الكون مع لوميتر مستعينًا كذلك بالنظرية النسبية.

إلا أن إدنجتون لم يقنع بكل هذا وحاول في آخر سنوات عمره توحيد ميكانيكا الكم مع علم الكونيات والوصول لنظرية شديدة الطموح في الفيزياء الأساسية. هذه الورقة البحثية تركز فقط على تلك النظرية الكبرى الأخيرة التي لم تنل أبدًا رضى المجتمع العلمي، لكن ذلك لم يمنع ظهور دراسات متعددة حولها تتناولها فلسفيًّا وعلميًّا، بل هناك من حاول إحياء النظرية كذلك. هذه الورقة البحثية تركز على تاريخ النظرية وتلقي المجتمع العلمي لها بالأساس.

٢ - إحماء

صحيح أن محاولات إدنجتون الطموحة لتوحيد الذرة مع الكون قد بدأت عام ١٩٢٩ إلا أن ملامح هذا الاتجاه قد ظهرت في كتاباته الأُول، ربما مع أول اطلاع له

على معادلة ديراك الكمية للإلكترون.

كتب إدنجتون عام ١٩٢٣ في رائعته (نظرية رياضية للنسبية) عن العدد البحت الكبير جدًّا الذي يمثل نسبة نصف قطر الإلكترون إلى كتلته الجذبوية وهو يساوي 3×10^{42} حيث طرح أن هذا الرقم قد يكون على صلة بعدد الجسيمات في الكون، على حد تعبيره قد يكون هذا العدد هو كذلك نفس عدد الإلكترونات السالبة والموجبة وقد قصد بالإلكترونات الموجبة البروتونات وهو تعبير كان قد استخدمه رذرفورد للإشارة للبروتونات لكنه لم يستمر.

إلا أن إدنجتون أشار في نصه ذلك إلى أن ذلك العدد من المحتمل أن يكون قد تقرر بالصدفة، لكنه في نظريته الأخيرة قد وضع له أساسًا نظريًّا يمكن استنتاجه من خلاله.

٣- إدنجتون يلتقي معادلة ديراك

لقد أعجب إدنجتون بمعادلة ديراك الموجية الكمومية النسبية وسحرته تمامًا واعتبرها خطوة هامة في سبيل توحيد الفيزياء، لكنه رأى كذلك أنها لم تذهب بعيدًا بما يكفي؛ لذلك أخذ على عاتقه تعميمها والمضي بها قدمًا.

قام إدنجتون بتعديل على معادلة ديراك وذلك بإدخال ثابتين للطبيعة فيها، أحدهما ذلك الثابت الذي يعرف بثابت البنية الدقيقة. لقد كان لهذا الثابت أو في الحقيقة لمعكوسه دورًا كبيرًا للغاية في عمل إدنجتون.

إلا أن ذلك الثابت تحول في عمل إدنجتون من مجرد كمية تجريبية تظهر في التحليل الطيفي إلى ثابت أساسي حقيقي وقد ادعى إدنجتون أنه من الممكن الحصول عليه نظريًّا كذلك وقد استطاع بالفعل الوصول لقيمته التجريبية في ذلك الوقت من

خلال نظريته حيث كانت القيمة التي حصل عليها لمعكوس ثابت البنية الدقيقة هو 136. كذلك ألح إدنجتون على أن هذا العدد لا يمكن أن يكون إلا رقمًا صحيحًا وأن له دلالة كونية كبيرة للغاية.

فيما بعد كشفت القياسات الأدق عن أن القيمة الفعلية لمعكوس ثابت البناء الدقيقة هي 137. لكنه لم ينزعج في البداية لدرجة أنه كتب في عام ١٩٢٩ «لا يمكنني أن أقنع نفسي أن العيب يقبع في النظرية». لكن توالي القياسات التي تؤكد أن قيمة معكوس الثابت هي 137 دفع إدنجتون في النهاية إلى تعديل نظريته مدعيًا أن الوحدة الزائدة هي نتيجة لمبدأ الاستبعاد[١]. وقد التزم بتلك القيمة حتى وفاته مدعيًا أن هذه القيمة «قد تم الوصول لها عن طريق استدلال بحت عن طريق توظيف فرضيات فقط مقبولة بالفعل كأساسيات في الميكانيكا الموجية».

ورغم إعجاب إدنجتون بمعادلة ديراك كما أشرنا إلا أنه اعتبرها مجرد خطوة نحو هدف أسمى، فبالنسبة له كانت تلك المعادلة -وكذلك كل نسخها المعدلة- تتميز بمناهجها نصف التجريبية وهو ما يمنع التأسيس المنطقي لقوانين توحد الكون الصغير والكون الكبير. لقد أكد إدنجتون على الفارق بين نظريته وتلك التي لديراك في دراسته (النظرية النسبية للإلكترونات والبروتونات) عام ١٩٣٦ حيث كتب: «رغم أن النظرية الحالية تدين بالكثير لنظرية ديراك للإلكترون وإلى التناسق العام لنظرية الكم الذي أنجزه في كتابه (ميكانيكا الكم)... إلا أنها ليست «نظرية ديراك»؛ وحقيقة هي تختلف جوهريًّا عنها في أغلب النقاط المتعلقة بالنسبية. بكل تأكيد تعارضها النظرية التي عُرفت عادة باسم «نظرية الكم النسبوي» والتي فيما أظن تقوم بشكل كبير على تصور خاطئ عن مبادئ النظرية النسبية»

(١) هو مبدأ من مبادئ نظرية الكم ينص على أنه لا يمكن لأي اثنين من الفرميونات مثل الإلكترونات أن يوجدا في نفس الحالة الكمية.

٤ - ثوابت الطبيعة

لم يكن ثابت البنية الدقيقة هو ثابت الطبيعة الوحيد الذي جذب انتباه إدنجتون، بل أُغرم بكل ثوابت الطبيعة الأساسية حتى بات مهووسًا بها واعتبرها كقوالب بناء الكون، بل اعتبرها كنغمات الموسيقى التي تكون السلم الموسيقي حيث قال: "ربما ننظر إلى الكون باعتباره سيمفونية تُعزف عن طريق سبعة ثوابت أولية تمامًا كالموسيقى المعزوفة على سلم موسيقي من سبع نغمات".

يعود إدراك العلماء إلى أهمية ثوابت الطبيعة إلى أواخر القرن التاسع عشر، إلا أن الاعتقاد السائد فيما بينهم أن تلك الكميات مثل كتلة الإلكترون وثابت بلانك قد وقعت عرضًا، لا أسباب محددة قد تثبت لها قيما محددة دون غيرها؛ لكن لم تكن تلك هي رؤية إدنجتون، فقد رأى أن تلك الثوابت يمكن حسابها، بل ذهب كذلك إلى أنه قد نجح في حسابها بناء على أسس نظرية بحتة. على سبيل المثال فقد نجح في استنباط ثابت نيوتن للجاذبية وقد وافق استنباطه على نحو مثالي القيمة التجريبية للثابت في ذلك الوقت. ولا يتوقف الأمر عند ذلك الثابت فقط، بل إن حساباته قد قاربت بشكل كبير جدًّا أغلب القيم المرصودة.

كانت الثوابت التي سلط إدنجتون الضوء عليها هي: كتلة الإلكترون **m** وشحنته **e** وكتلة البروتون **M** وثابت بلانك **h** وسرعة الضوء **c** وثابت الجاذبية **G** والثابت الكوني **A**. وأضاف إليها العدد الكوني **N** وفي بعض المناسبات عدد أبعاد الزمكان (1 + 3).

Constant	Calculated	Observed
Mass of electron	9.10924×10^{-28} g	9.1066
Mass of proton	1.67277×10^{-24} g	1.67248
Proton–electron mass ratio	1836.34	1836.27
Elementary charge	4.80333×10^{-10} esu	4.8025
Planck's constant	6.62504×10^{-27} erg s	6.6242
Inverse fine-structure constant	137	137.009
Gravitational constant	6.6665×10^{-8} cm^3 g^{-1} s^2	6.670 ± 0.005
Hubble constant	572.36 km s^{-1} Mpc^{-1}	560
Magnetic moment of H atom	2.7899 nuclear magnetons	2.7896 ± 0.0008
Magnetic moment of neutron	1.9371 nuclear magnetons	1.935 ± 0.02

جدول يوضح حسابات إدنجتون لثوابت الطبيعة مقارنة بالقيم المرصودة

حيث القيم التي قام باحتسابها تشغل خانة المنتصف والقيم المرصودة على أقصى اليسار، أما الثوابت فهي ترتيبًا: كتلة الإلكترون، كتلة البروتون، نسبة كتلة البروتون للإلكترون، الشحنة الأساسية، ثابت بلانك، معكوس ثابت البنية الدقيقة، ثابت الجاذبية، ثابت هابل، العزم المغناطيسي لذرة الهيدروجين، العزم المغناطيسي للنيوترون.

إلا أن هناك ثابتين من هذه الثوابت يعود طرحهما كثوابت في الأصل إليه. أحدهما الثابت الكوني الذي طرحه أينشتاين في معادلات المجال خاصته[1] إلا أنه تراجع عنه واعتبره خطأ بعدما تيقن من أن الكون يتمدد وليس ثابتًا وقد تبعه في ذلك جل الفلكيين، إلا أن إدنجتون قد عارضهم بشكل قاطع. فقد اعتبر إدنجتون أن أهمية ذلك الثابت لا ترجع إلى أنه يجعل المعادلات تتوافق مع كون ثابت، بل ذهب إلى أن هذا الثابت هو مقياس للقوة التي تدفع الكون للتمدد وبذلك فهو ثابت لا غنى عنه وله

(١) ضمّن أينشتاين معادلاته ذلك الثابت لأنه كان يظن أن الكون ثابت لا يتمدد وبالتالي فقد أضافه حتى تتوافق معادلاته مع هذا الاعتقاد؛ لكن مع برهنة الأرصاد على تمدد الكون تراجع عن ذلك الثابت وأزاله من معادلاته.

أهمية أساسية أكيدة لكن لسبب آخر غير ذلك الذي ظنه أينشتاين وتراجع عنه.

اعتبر إدنجتون هذا الثابت بمثابة عصا القياس الكونية التي تحدد نصف قطر الفضاء الكروي، بل قال: "بمجرد أن أفكر في العودة لنظرية نيوتن سأقوم بإسقاط الثابت الكوني". كما كتب: "إن التخلص من الثابت الكوني بمثابة التخلص من قعر الفضاء".

وفي الوقت الذي تعد فيه القيمة النظرية للثابت الكوني واحدة من أعمق معضلات الفيزياء غير المحلولة إلى اليوم[1] إلا أن الأمر لم يكن كذلك بالنسبة لإدنجتون.

لقد استنتج إدنجتون الثابت الكوني نظريًّا كذلك، لكن للأسف لم تكن هناك قيمة رصدية لمقارنتها به، إلا أنه استخدم تلك القيمة لحساب ثابت هابل وهو الثابت الذي يحدد السرعة التي يتوسع بها الكون ولأن حساباته لذلك الثابت قد توافقت إلى حد كبير مع القيمة المرصودة له فقد اعتبر إدنجتون ذلك دليلًا على صحة تنبؤه بقيمة الثابت الكوني.

أما الثابت الثاني الذي يعود طرحه بالأساس لإدنجتون فهو العدد الكوني الذي اعتبره يمثل عدد الإلكترونات والبروتونات في الكون، معتبرًا أن البوزيترون هو سالب إلكترون ومعتبرًا أن النيوترون ما هو إلا بروتون وإلكترون. ورغم أن هذا الثابت لا تعترف به الفيزياء التقليدية ولا يعتبر ذا أهمية أو فائدة لها، إلا أن إدنجتون ألح على أهميته حيث كان مؤكدًا لنظرته للمعرفة عن العالم باعتبارها ذاتية تمامًا ولم يقف الأمر به عند تأكيد أهميته بل أصر على قدرته على حساب قيمته نظريًّا كذلك.

---

(١) كما بينا وفقًا لمعادلات النسبية العامة فلا بد أن يكون الكون إما يتمدد وإما ينكمش، وهو ما دفع أينشتاين لإضافة ذلك الثابت؛ كي يحافظ على ثبات الكون الذي كان يعتقد فيه، لكنه مع اكتشاف تمدد الكون نزع ذلك الثابت من معادلاته وهو ما عنى أنه اعتبر قيمته مساوية للصفر رغم عدم وجود أي دليل تنظيري قد يثبت هذا، مؤخرًا وأمام فكرة تمدد الكون المتسارع عاد الإلحاح على وجوب إعادة هذا الثابت من جديد، ربما كطاقة للفراغ تسبب تلك القوى التي تدفع الكون للتمدد بسرعات أكبر من تلك التي تشير إليها المعادلة من دون الثابت. وعلى ذلك فقد كان الثابت ولا يزال مصدر حيرة كبيرة للعلماء.

في ثلاثينيات القرن الماضي افترض بعض العلماء أن ثوابت الكون ليست ثوابت أصيلة بل ربما تتغير ببطء شديد مع مرور الزمن وهو ما اعتبره إدنجتون هراء محضًا. في عام ١٩٣٨ قدّم ديراك نفسه نظرية كونية، مبنية على تناقص ثابت الجاذبية، لكن سرعان ما رفض إدنجتون نظرية ديراك قائلًا: «هي معقدة دون داع وخيالية» ولم يكن كذلك ألطف في رده على افتراضات ذهبت حينها إلى أن سرعة الضوء نفسها كمية متغيرة حيث قال: «إن افتراضات مختلف الكتاب الذاهبة إلى أن سرعة الضوء تتغير ببطء بمرور الفترات الزمنية الطويلة للزمن الكوني ما هي إلا هراء لأن التغير في سرعة الضوء متناقض ذاتيًّا». بعد ستين عامًا تقريبًا أعيد طرح نظرية (سرعة الضوء المتغيرة) وهو ما أحيا النقاش مجددًا عما إذا كانت اعتراضات إدنجتون في محلها أم لا.

٥- النظرية الأساسية

لقد سعى إدنجتون وراء مشروعه البحثي في شغف وتفانٍ، ذلك السعي الذي استمر قرابة خمسة عشر عامًا حتى وفاته، أنتج خلالها سلسلة طويلة من الأوراق العلمية، بعضها كان شديد الفنية وبعضها كان فلسفيًّا موجها للعامة. إلا أن الأكيد أن إدنجتون قد تابع أبحاثه تلك في عزلة شديدة، غير مهتم إلى حد كبير بعمل الفيزيائيين الكلاسيكيين. لدرجة أن ٧٠٪ من المراجع التي كان يستند إليها في أبحاثه تلك كانت من أبحاثه الخاصة مقارنة بمتوسط ١٠٪ تقريبًا لعلماء ذلك الزمن في الاستناد إلى أبحاثهم الشخصية كمراجع.

ظهرت أول الثمار العظيمة لذلك الجهد عام ١٩٣٦ متمثلة في كتابه (النظرية النسبية للبروتونات والإلكترونات) وهو عرض رياضي شخصي لمحاولاته الدائبة وقتها لخلق قواعد جديدة لعلم الكونيات والفيزياء. في خلال الأعوام التالية قام بتجهيز برهان نظامي لنظريته وأسسها الرياضية إلا أن كتاب "النظرية الأساسية" لم

يظهر إلا بعد وفاته، حتى إن العنوان لم يختره إدنجتون، بل قام بذلك عالم الرياضيات إدموند ويتاكر[١] الذي قام بتحرير مخطوط الكتاب والإشراف على طباعته.

لقد تتبع ويتاكر عمل إدنجتون عن كثب، ذلك العمل الذي فتنه من منظور فلسفي أكثر من فتنته له من منظور فيزيائي. وكأغلب العلماء بقي غير مقتنع بالصحة الفيزيائية للمشروع الكبير لكنه لقب إدنجتون بديكارت العصر الحديث، مشيرًا إلى أن نظرية إدينجتون لا تصف الكون بحال أفضل من وصف نظرية الدوامة[٢] للفيلسوف المنطقي الفرنسي للكون. مع ذلك فقد وصفه "برجل العبقرية". لم يكن ويتاكر الوحيد الذي شبّه إدنجتون بديكارت لكن ورد عن الفيلسوف تشارلي برود[٣] قوله: "بحسب ديكارت كانت قوانين الحركة مستنبطة من كمال الله، بينما هي بحسب إدنجتون مستنبطة من خصوصية العقل البشري" ليس ذلك فحسب، بل أضاف: "بحسب الفيلسوفين فالتجارب ما هي إلا تسليم نوعًا ما بتشوش الذهن وفقدان البصيرة"

لقد كان مشروع إدنجتون الطموح في إعادة بناء الفيزياء الأساسية بمثابة العمل على نظرية كل شيء. كان الهدف السامي له هو الاستدلال على كل القوانين وكل ظواهر الطبيعة من خلال أبحاث إبستمولوجية فقط وبذلك فقد عمل على تأسيس الفيزياء على أسس معرفة مسبقة حيث تعد الحقائق الإمبيريقية التجريبية غير ذات صلة من حيث المبدأ. وقد عبر عن طموحه هذا كالتالي:

---

(١) إدموند ويتاكر، عالم رياضيات إنجليزي معاصر لإدنجتون، له إسهاماته في الرياضيات التطبيقية والفيزياء كما شغل منصب الفلكي الملكي في أيرلندا وأستاذ الفلك في ترينيتي في دبلن.

(٢) هي نظرية قال بها ديكارت حيث ذهب إلى أنه لا فراغ في الكون لكن الكون كله مكون من جزيئات تتحرك وربما تكون الشمس والكواكب قد تكونت من تكثف هذه الجزيئات الآخذة في الدوران في دوامات، بل ذهب إلى أن هذه الجسيمات تتصادم فيما بينها، وهو ما قد يؤدي إلى توفير القوة التي تدفع الكواكب نحو الشمس وبالتالي تفسر الجاذبية، وكل هذه الحركات تحدث في دوائر منتظمة مثالية وهو ما نفاه كبلر حين أشار إلى أن مدارات الكواكب في هيئة قطع ناقص (بيضاوية).

(٣) تشارلي برود، إنجليزي، مؤرخ في الفلسفة وفيلسوف في العلوم والأخلاقيات.

«ينبغي أن يكون في المقدور الحكم عما إذا كانت المعالجة الرياضية والحلول صحيحة، من دون مطالعة الإجابة في كتاب الطبيعة. مهمتي توضيح أن مصادرنا النظرية كافية وأن مناهجنا فعالة على نحو كاف لحساب الثوابت بالضبط – بذلك فالاختبار الرصدي سوف يكون مكافئًا تمامًا للتحقق الروتيني الذي نطبقه أحيانًا على نظريات الهندسة... أظن أننا سوف نجد أن النظرية استنباطية بالكامل، كونها قائمة على مبادئ إبستمولوجية، لا على فرضيات فيزيائية"

في نهاية الكتاب يعود إدنجتون لوصف هدفه مشبهًا إياه بذكاء لابلاس كلي المعرفة أو شيطانه كلي المعرفة[١]. إلا أن شيطان إدنجتون قد كان بشريًّا يحظى بمعرفة كاملة بملكاتنا العقلية. لقد كتب:

«ذكاء غير ملم بكوننا لكنه ملم بنظام التفكير الذي يقوم من خلاله العقل البشري بتفسير محتوى خبرته الحسية لنفسه ينبغي أن يكون قادرًا على الوصول إلى كل المعرفة الفيزيائية التي وصلنا إليها عن طريق التجريب. إنه لن يقوم باستنباط أحداث خبرتنا الخاصة أو أشيائها الخاصة لكنه سوف يستنبط التعميمات التي أسسناها بناء عليها. على سبيل المثال، يمكننا الاستدلال على وجود الراديوم[٢] والاستدلال كذلك على خواصه لكن لا يمكننا الاستدلال على أبعاد الأرض.».

تمامًا كما يمكن لهذا الذكاء أن يحسب العدد الكوني لكن من المحتمل أن يفشل في حساب قيمة عدد أفوجادرو[٣].

لقد كان تفاخر إدنجتون بريادته في الإعلان عن فيزياء غير تجريبية سلاحًا ذا حدين.

---

(١) لابلاس، عالم كونيات فرنسي، وشيطان لابلاس هو أول تعبير عن الحتمية التي من الممكن أن تكون حاكمة للكون؛ حيث ذهب لابلاس إلى أنه لو كان لدينا شخص كلي المعرفة (شيطان لابلاس) يعرف مواضع كل جرم في السماء فبإمكانه أن يتنبأ بموضع كل شيء في المستقبل وموضع كل ما كان في الماضي.

(٢) عنصر كيميائي مشع، رقمه الذري ٨٨.

(٣) عدد أفوجادرو، عدد ثابت كيميائي يساوي عدد الجزيئات الموجودة في مول من مادة ما.

من ناحية فقد عصم نظريته النهائية وثوابتها من تهديد أي قياس تجريبي لكن من ناحية أخرى قد جعل الفيزيائيين رافضين لمنجزه ورافضين لأخذه على محمل الجد، بل إن إدنجتون نفسه قد كان مترددًا حيال تنبؤاته التي قد تخضع للفحص التجريبي، ولم يتبع دائمًا بلاغته المنطقية. لم يملك رفاهية تجاهل التجريب بالكلية، لكن مال إلى قبوله فقط عندما يتوافق مع حساباته، أما إذا عارضها فغالبًا ما كان يلقي اللوم على النتائج الرصدية مشككًا في دقتها. بوجه عام لم يكن راغبًا في إفساح المجال لأي تناقض بين نظريته الجميلة والبيانات التجريبية قد يدمر نظريته.

٦- الفيزياء الكونية

لفهم تلك النزعة العقلانية[١] من الهام أن نلتفت إلى سياقها التاريخي. ربما لو نظرنا إليها ضمن التقليد البريطاني الذي يسمى بالفيزياء الكونية لما رأيناه بذلك التطرف الشديد. باختصار كان هناك في الثلاثينيات في بريطانيا تقليد يتميز في العموم بكونه ضد الإمبيريقية (التجريبية) ومع العقلانية، إلا أنه أحيانًا كانت تمتزج تلك العقلانية بجرعات كثيفة من المثالية. بحسب هؤلاء العلماء كانت الفيزياء لا تنفصم عن علاقتها بعلم الكونيات. في رؤيتهم بخصوص فيزياء المستقبل الأساسية للتفكير البحت ثقل أكبر من التجريب والرصد. من أولئك العلماء الذين اعتنقوا أفكار مقاربة نوعًا ما لتلك الافكار آرثر ميلن[٢] وديراك وجيمس جينز[٣].

وعلى الرغم من التشابه الكبير الذي لا شك فيه بين أفكار ميلن وإدنجتون حيث كان ميلن يرى أن المنطق الرياضي هو الأهم وأن الحقائق الإمبيريقية التجريبية هي

(١) مذهب يتخذ من العقل كمعيار للحقيقة بدلا من المعايير الحسية.

(٢) فيزيائي فلكي إنجليزي.

(٣) عالم فلك بريطاني.

في مكانة أدنى، إلا أن إدنجتون لطالما أصر على أن أفكاره منفصلة عن أفكار زميله ميلن ولطالما انتقد نظريته.

أما ديراك فقد ألهمته أفكار إدنجتون وميلن فيما يبدو أفكارا حول تناغم يجب أن يكون هناك بين الرياضيات والفيزياء، فالرياضيات خاصية متأصلة في الطبيعة. وبنهاية الثلاثينيات كان قد وصل إلى استنتاج مفاده أن الفيزياء النهائية والرياضيات البحتة سوف يندمجا في فرع واحد مفرد لمعرفة سامية، لقد ذهب إلى أنه في المستقبل لن تكون هناك أي خصائص قد حدثت اتفاقًا أو على نحو عارض، حتى عدد الجسيمات الأولية وشروطها الابتدائية وكذلك ثوابت الطبيعة الأساسية يجب أن تكون موضوعًا للحسابات بل زاد ديراك على إدنجتون أنه طرح أن حتى كل الأحداث التاريخية التي قد تقع في العالم بما في ذلك أبسطها وأتفهها من الممكن حسابها رياضيًّا، إنه شيطان لابلاس يطل من جديد إلا أن إدنجتون لم يكن مؤيدًا أبدًا لتلك الرؤية فبالنسبة له الحقائق التي تحدث اتفاقًا أو على نحو عارض، تلك التي تميز الكون الفعلي من الأكوان الأخرى المحتملة كلها تتوالد باستمرار مع تتبع الكون لمساره غير المتوقع. الاختلاف الآخر بين العالمين الفيلسوفين في أن ديراك كان يرى قوانين الفيزياء بخلاف قوانين الرياضيات قد تم اختيارها بواسطة الطبيعة نفسها وهو ما يخالف رؤية إدنجتون بالطبع التي تذهب إلى أن المعرفة الفيزيائية مؤسسة بالكلية على اعتبارات إبستمولوجية.

٧- الطبيعة باعتبارها منتجًا عقليًّا

على الرغم من أن إدنجتون قد كانت له أفكار مشابهة لأفكار رفاقه من فيزيائيي الفيزياء الكونية في ذلك الوقت، إلا أنه كان متفردًا في الطريقة التي فسر بها ذلك فلسفيًّا. لقد آمن إدنجتون في أن قوانين الطبيعة هي ذاتية بالكلية، غير موضوعية.

ربما تعود أفكار إدنجتون إلى علماء من أمثال كارل بيرسون وهنري بوانكاريه. لقد اقتبس إدنجتون من كتاب بوانكاريه (قيمة العلم): "هل يوجد التناغم الذي يظن الذكاء البشري أنه اكتشفه بمعزل عن مثل هذا الذكاء؟ بكل يقين وطمأنينة الإجابة لا. الواقع المستقل تمامًا عن الروح التي تدركه أو تراه أو تستشعره، ما هو إلا استحالة محضة"

لقد كتب إدنجتون في كتابه (الفضاء والزمن والجاذبية): "لقد اكتشفنا أنه حيثما تقدم العلم ومضى بعيدًا، استعاد العقل من الطبيعة ما كان العقل قد سبق ووضعه فيها. لقد وجدنا آثار أقدام غريبة على شواطئ المجهول. لقد ابتكرنا نظريات عميقة -الواحدة تلو الأخرى- كي نفسر أصل تلك الآثار. في النهاية، نجحنا في إعادة تشكيل المخلوق الذي أحدث آثار الأقدام تلك. وعجبًا! إنها تعود لنا»

٨- اعتراضات الكم

جذبت مقاربات إدنجتون العددية والفلسفية انتباه العلماء والفلاسفة والنقاد الاجتماعيين البريطانيين على وجه الخصوص. كان الميل العام نحو انتقاد أفكاره وأحيانًا رفضها. اتهمه البعض بأنه عالم عظيم لكن فيلسوف غير كفؤ. ذهب البعض إلى أنه فيلسوف مدرسي (سكولاستي)[1] يحاول استخلاص الحقيقة من خلال معالجات رياضية على حساب التجريب.

أغلب الفيزيائيين النظريين عمدوا إلى تجاهل انحراف الفلكي البريطاني نحو الفيزياء الموحدة بدلًا من الدخول في جدال معه، ربما اتفق الكثير منهم مع ما ذهب

(١) الفلسفة المدرسية (السكولاستية): هي فلسفة سادت في العصر الوسيط وكانت تحاول مزج العقائد المسيحية بالفلسفة الإغريقية.

إليه فولفجانج باولي[1] في وصفه لأفكار إدنجتون باعتبارها "هراء تامًّا" و"شعرًا رومانسيًّا، لا فيزياء"، كان باولي يشير بالأساس إلى حسابات إدنجتون لثوابت البناء الدقيق. وعلى الأغلب كانت أسباب ردود الفعل غير المتفهمة أو المتعاطفة تلك ترجع إلى استخدام إدنجتون غير التقليدي وفهمه المختلف لميكانيكا الكم.

في عام ١٩٤٢ نشر ديراك مع رودولف بيرلز[2] وموريس برايس[3] واحدة من الأوراق العلمية النادرة التي حاولت الرد على إدنجتون في نقد مهذب لكن جاد. لقد انتقدوا استخدامه "المشوش" لميكانيكا الكم النسبوية. حيث أشاروا إلى أن : "نظام إدنجتون للميكانيكا مختلف بالكامل عن ميكانيكا الكم من نواح عديدة هامة... كما استخدم أحيانًا مفاهيم ليس لها مكانًا هناك".

لم تكن تلك هي المرة الأولى التي يشار فيها إلى اختلاف نظرية إدنجتون الكونية الكمية عن ميكانيكا الكم الراسخة حيث كان إدنجتون قد قام بإلقاء محاضرة في عام ١٩٣٨ أمام بعض أهم رواد عالم الكم، منهم على سبيل المثال نيلز بور ولويس دي براولي وجون فون نيومان وغيرهم، ولم يستطع أي منهم أن يميز في عرض إدنجتون ميكانيكا الكم التي يعرفونها، بل ذهب البعض إلا أن ما عُرض قد كان حتى مناقضًا لميكانيكا الكم المعتادة.

لقد اتضح فور انتهاء عرض إدنجتون أن كل محاولات الحوار بين الطرفين هي فاشلة بالضرورة. بات من الواضح أنهما نموذجان يتحدى كل منهما الآخر، لا يمكن توفيقهما معًا أو فتح قنوات اتصال بينهما. لقد ذهب بور إلى أن الطريقة التي قارب بها بروفيسور إدنجتون المعضلة مختلفة بالكلية عن منظور الكم. وعلى الجانب الآخر صرح إدنجتون بأنه لم يفهم سلوك بروفيسور بور مشيرًا في تحرج أحيانًا وفي عزم

(١) عالم فيزياء نظرية نمساوي وأحد رواد نظرية الكم وصاحب مبدأ الاستبعاد الشهير.
(٢) فيزيائي ألماني الأصل، بريطاني المولد.
(٣) فيزيائي بريطاني.

في أحيان أخرى إلى أنه قد حاول أن يفعل في ميكانيكا الكم ما فعله أينشتاين في الميكانيكا الكلاسيكية، غير الكمية.

لقد أدرك إدنجتون عزلته، لكنه كان يشعر أن عدم تقدير أفكاره ذلك غير مستحق وسيتغير في المستقبل.

إلا أنه قبل وفاته بقليل أشار إلى حيرة تتملك منه؛ لأن الفيزيائيين تقريبًا بشكل عام وجدوا نظريته غامضة، رغم أنه لا يعتقد في كونه قد وصل أبدًا إلى ذات غموض طرح ديراك. لكن في حالة أينشتاين وديراك وجد العلماء أن عليهم الغوص عميقًا في الغموض لأن الأمر يستحق. لكنه بقى على إيمانه في أنهم بالتأكيد سيفهمونه على نحو صحيح حينما يدركون أن عليهم القيام بذلك.

رغم رفض أغلبية المجتمع العلمي لما جاءت به نظرية إدنجتون، إلا أنه قد كان هناك استثناء وحيد ملحوظ تمثل تحديدًا في إرڤين شرودنجر[1]. لقد دعم شرودنجر، معادلة إدنجتون الكونية الكمية في حماس في أوراق علمية نشرت في أواخر الثلاثينيات، لكن حماسه قد فتر حين تكشف له أن النظرية لا يمكن أن تُصاغ في لغة يمكنهم فك شفراتها. اعترف شرودنجر في مقال كتب في الأصل عام ١٩٤٠ لكنه لم ينشر إلا بعد ذلك بكثير أن جزءًا عامًّا من نظرية إدنجتون "عصي على الفهم".

حتى اليوم لا يزال هذا هو الحكم العام على محاولة إدنجتون العظيمة للترسيخ لفيزياء أساسية، تنهض على قواعد جديدة بالكلية.

* * *

(١) أحد أهم علماء فيزياء الكم، حاصل على جائزة نوبل وصاحب معادلة شرودنجر التي تتنبأ بكيفية تغير الحالة الكمية لنظام فيزيائي مع الزمن.

الفهرس

مقدمة المترجم	٥
توطئة	٩
الفصل الأول: الإبستمولوجيا العلمية	١٣
الفصل الثاني: الذاتية الانتخابية	٣١
الفصل الثالث: أشياء غير قابلة للرصد	٤٥
الفصل الرابع: نطاق المنهج العلمي	٦٧
الفصل الخامس: الإبستمولوجيا والنظرية النسبية	٨٩
الفصل السادس: الإبستمولوجيا ونظرية الكم	١١١
الفصل السابع: اكتشاف أم اختلاق؟	١٢٩
الفصل الثامن: مفهوم التحليل	١٣٩
الفصل التاسع: مفهوم البنية	١٦٣
الفصل العاشر: مفهوم الوجود	١٨١
الفصل الحادي عشر: الكون الفيزيائي	١٩٩

الفصل الثاني عشر: بدايات المعرفة ٢١٩
الفصل الثالث عشر: تركيب المعرفة ٢٣٥
ملحق ٢٥٩
الفكرة العامة ٢٦١

* * *