الفصل الرابع
النظرة العلمية إلى العالَم
(فلسفة المكان والزمان)

(١)

تمهيد

اتضح علي ضوء النظريات العلمية السائدة اليوم أن العالم ليس واحدا ، بل هناك – في واقع الأمر – ثلاثة عوالم : عالم الأكترونات ، وعالم المجرات ، ويتوسطهما عالم الأشياء ذات المقاييس البشرية . ولا يشغل هذا العالم المتوسط إلا جزءا ضئيلا من المدى الشامل بين الألكترون والمجرة . ولقد أوضحت الدراسات العلمية التي أجريت بالإستعانة بالآلات الدقيقة أن ظواهر عالم الإلكترونات ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر العالم ذي المقاييس البشرية ، وأن هذه الظواهر بدورها ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر عالم المجرات . إننا حين نغادر العالم ذا المقاييس البشرية ، ونتجه نحو عالم المجرات الكبيرة كبرا لانهائيا ، أو نحو عالم الألكترونات الصغيرة صغرا لا نهائيا ، فإن قوانين الطبيعة تبدو لأول وهلة وقد تغيرت ، ليس فقط في التفاصيل ولكن في الجوهر الكلى [١] .

ولقدحاول الفلاسفة في كل العصور تحليل بنية المعرفة ، غير أن المعرفة قد تغيرت تغيرا عميقا من حيث مضمونها . فالفيزياء الحديثة تحتاج إلى نظرية جديدة في المعرفة . فعلي سبيل المثال ، كان الفلاسفة – منذ القدم وحتي وقت ليس ببعيد – ينظرون إلي الزمان والمكان بوصفهما صورتين للتصور البصري ، وأن أصلهما يرجع إلى الملاحظ البشرى الذي يفرضهما علي الأشياء الفيزيائية من أعلي . فها هو "كنت" يقول بأن المكان صورة خالصة، وقول "كنت" بأن المكان صورة خالصة معناه أن هذه الصورة لا صلة لها بالمادة ، لأن هناك أشكالا وراء القول بأن المكان المفرد ملازم للمادة ، وهو الإشكال الذى أثاره زينون من قبل حين تساءل : في أى شئ يكون المكان ؟ ولقد حاول أرسطو أن يضع حلا لهذا الإشكال بقوله : إن المكان هو الحاوى للأشياء ، أو هو وعاء تملؤه الأشياء . ولكن "كنت" يعتقد أن المكان هو مبدأ يحدد الأعيان ويحدد العلاقات بينها [٢] .

إن المكان كما يؤكد "كنت" ليس شيئا موضوعيا أو واقعيا ، وليس جوهرا أو عرضا

---

١ – جيمس جينز ، الفيزياء والفلسفة ، صفحات ٦٤ – ٦٥ .

1- Reichenbach, H., Philosophy and Physics, P.12 .

٢ – دكتورة نازلي اسماعيل حسين ، النقد في عصر التنوير – كنت ، صفحة ١٤٠

أو إضافة ، ولكنه شئ ذاتي ومثالى ، وهو نابع من طبيعة الروح ويمقتضى قانون ثابت ، وهو في ذلك يشبه الرسم الذي يربط بين كل ما يأتينا من الخارج عن طريق الحواس . والقول بأن المكان ليس جوهرا معناه أنه ليس امتدادا بالمعنى الديكارتى ، وليس عرضا يزول إذا ما اختفت الأشياء ، ومعناه أنه ليس مكانا محسوسا كما يقول الإنجليز أصحاب النزعة التجريبية والحسية . كما أن "كنت" يرفض رأى "ليبنتس" الذي يقول بأن المكان هو مجرد العلاقات التي تربط بين الأشياء . إنما المكان بوصفه عياناً مجردا نابعاً من الذات ، أى هو – كما يقول "كنت" – في نقد العقل الخالص ، متعالى [١] . كما يؤكد "كنت" علي أن علم الهندسة هو العلم الذي يحدد خواص المكان قبليا ، وبالتاليف ، وهذا لا يكون ممكنا إلا إذا كان المكان أصلا عيانا قبليا سابقا علي كل إدراك حسى للموضوع [٢] .

أما اليوم فإنه يتم النظر إلى المكان والزمان باعتبارهما خاصيتين بنائيتين للعالم الفيزيائى . وأن القوانين التي تحكم هذه البناءات تماثل قوانين الجاذبية ، فهى تقتضى في صورتها الرياضية استخدام علاقات هندسية تختلف اختلافا أساسيا عن تلك العلاقات التي تسرى علي موضوعات الحياة اليومية [٣] . فالمكان والزمان اللذان يتصورهما العالِم الفيزيائى ، يختلفان عن المكان والزمان اللذين ندركهما بحواسنا . وكل ما نعرفه هو أن العالَم يخضع لهذه العلاقات المجردة التي يتمثلها العلم . وما يدفعنا إلى الثقة في هذه المعرفة ، هو أن العلاقات ليست علاقات خيالية ، ولكنها علاقات رياضية دقيقة . فالرياضة هى لغة العلم الطبيعي، أى أنها تعبر بصورة مجردة عن الحقائق التي لا تستطيع اللغة الدارجة أن تعبر عنها [٤] .

والواقع أن العلوم الفيزيائية قد أثارت في القرن العشرين ، سؤالين علي جانب كبير من الأهمية ، وهما يتعلقان بالدور الذي يضطلع به مفهوما الزمان والمكان في مجال العلم . يقول السؤال الأول : هل يتعين علينا ، عند إقامة نظرية فيزيائية ، أن نتعامل مع الزمان

١– دكتورة نازلي اسماعيل حسين . النقد في عصر التنوير – كنت ، صفحات ١٤٠ – ١٤١ .

٢– المرجع السابق ، صفحة ١٤٤ .

3- Reichenbach, H., Philosophy and Physics, P.12 .

٤ – دكتورة نازلي اسماعيل حسين ، مناهج البحث العلمي ، صفحة ٧٩ .

والمكان باعتبارهما مفهومين مطلقين ؟ ويقول السؤال الثانى : هل لابد لنا ، عند إقامة نظرية فيزيائية ، أن نستخدم مفهومى الزمان والمكان أصلا ؟

لقد أدت التطورات الرياضية والفيزيائية التي تمت في القرنين التاسع عشر والعشرين إلي الإجابة عن السؤال الأول بالنفي [1] ، إذ ساهمت التطورات التي حدثت داخل العلوم الرياضية في انهيار المعرفة التركيبية القبلية ، فبعد وفاة "كنت" بعشرين عاما اكتشف "بولياى" Bolyai و "لوباتشفسكى" Labachefski هندسة لاأقليدية . وقد أدرك "جاوس" Gauss أهمية هذا الكشف ، إذ توصل علي نحو مستقل ، إلي نتائج هندسية مماثلة ، كما أدرك أن وجود أكثر من نسق هندسى واحد إنما يقتضي ظهور نظرة جديدة إلي شكل المكان . فما دامت هناك هندسة واحدة فقط ، هى الهندسة الأقليدية ، فليست هناك مشكلة متعلقة بهندسة المكان الفيزيائى . فقد كان من الطبيعى أن تُعد هندسة أقليدس منطبقة على الواقع الفيزيائى ، لعدم وجود هندسة أخرى . وسيبدو العالِم الرياضى في هذه الحالة ، وكأن بيده مفتاح الموقف ، فهو وحده الذى يستطيع أن يحدد طبيعة المكان الفيزيائى وسيبدو العقل وكأنه المشرِّع للواقع الفيزيائى. غير أن الموقف تغير تماما باكتشاف كثرة من الهندسات ، فلم يعد في وسع العالِم الرياضى تحديد النسق الهندسى الذي ينطبق علي المكان الفيزيائى [2] ، فعندما يصبح للرياضى الخيار بين هندسات كثيرة ، تثار مشكلة : أى هذه الهندسات هى هندسة العالِم الفيزيائى ؟ وما هى المبررات التي تدعونا إلى ختيار هندسة دون أخرى ؟ أى ما هى المبررات التي تحدد اختيارنا للهندسة المنطبقة علي المكان الفيزيائى ؟ هل هى مبررات يفرضها علينا العقل المجرد ؟ أم هى مبررات يفرضها علينا الواقع التجريبى ؟ أم أن مسألة اختيار الهندسة التي تلائم المكان الفيزيائى هي مسألة اصطلاحية ؟

وسوف نعرض في هذا الفصل إجابة ريشنباخ عن مثل هذه الأسئلة ، موضحين كيف أنه استفاد – في هذا الصدد – من نظرية النسبية لأينشتين ، وما أدت إليه من انقلاب في

1- Shapere, Dudley . Space, Time and Language - An Examination of some Problems and Methods of the Philosophy of Science, in " Philosophy of Science" Vol. 2., Edited by Bernard Boumrin, New York, 1963, P. 139

2- Reichenbach, H., Rationalism and Empiricsm, P. 338 .

المفاهيم العلمية والفلسفية على السواء . فريشنباخ يرى أن نظريات إينشتين وميكانيكا الكوانتم قد أدت إلى زعزعة الأسس الفلسفية لمعرفتنا ، وانتقلت بنا إلى معرفة من نوع أرقى قد تبدو مبهمة عند الوهلة الأولى ، ولكن وكما تم التسليم في نهاية الأمر بتصور كوبرنيقوس للعالم ، وأصبح التسليم بهذا التصور سمة عامة لكل إنسان مثقف ، فإنه سيحدث نفس الشئ لنظرية النسبية . فبعد انقضاء مائة عام من الآن سوف يتم التسليم بها كنظرية واضحة بذاتها ، وسيكون من الصعب تبرير ما لاقته من معارضة شديدة في أول أمرها [١] .

1- Reichenbach, H., From Copernicus to Einstein, P. 122 .

(٢)
نسق بديهيات الهندسة الاقليدية

لقد شيد أقليدس نسقا هندسيا يتصف بالدقة والإحكام ، ويقوم هذا النسق علي مجموعة محدودة من البديهيات ، ويتصف هذا العدد القليل من البديهيات الذي يشكل أساس هذا النسق بالوضوح الذاتي . ولقد تحقق البناء الكامل للهندسة الأقليدية عن طريق التأليف البارع بين البديهيات وحدها ، ودون إضافة أية قضايا أخرى إليها ، وبفضل التوسع في الاعتماد علي الاستدلالات المنطقية يتم إثبات النظريات علي نحو تعد معه هذه النظريات ذات يقين يعادل يقين البديهيات . وهكذا كانت الهندسة أنموذجا للعمل الذي يمكن إقامة الدليل عليه ، " وأصبحت الغاية الأسمى للفلاسفة في كل العصور هي إثبات نتائجهم بواسطة المنهج الهندسي" [١] . فاسبينوزا Spinoza (١٦٣٢ – ١٦٧٧) ، علي سبيل المثال لا الحصر ، استخدم في كتابه " الأخلاق " Ethica المنهج الهندسي للدلالة علي أنه لا يقدم في هذا الكتاب إلا ما يراه متفقا مع البداهة واليقين أو الاستدلال والبرهان العقلي. ونحن نتابع في هذا الكتاب سلسلة من التعريفات والقضايا المدعمة بالأدلة العقلية ، تماما كما نتابع كتابا في الهندسة يقدم لنا مجموعة من النظريات التي يستند بعضها إلي بعض ، بحيث لا نستطيع أن نفهم النظرية التالية إلا إذا فهمنا النظرية السابقة [٢] .

وظلت الهندسة حوالى ألفى عام ، علي نفس الصورة الأصلية التي صاغها بها أقليدس [٣] . وكانت بديهيات هذه الهندسة طبيعية وواضحة إلى حد بدت معه حقيقتها أمرا لا يتطرق إليه شك [٤] . فالمكان الطبيعي وما يوجد به من أشياء شواهد علي صدق نظريات أقليدس . فعلي الرغم من أن أقليدس لم يستمد بديهياته من الخبرة ، فإن هذه البديهيات وكل ما يترتب عليها من نظريات كانت متطابقة مع الواقع .

1- Reichenbach, H.: The Philosophy of Space and Time , Dover Publications, Inc. New Youk, 1958, P. 1.

٢– د. نازلي اسماعيل حسين ، الفلسفة الحديثة – رؤية جديدة ، القاهرة ، مكتبة الحرية الحديثة ، ١٩٧٩ ، صفحة ١٤١ .

3- Reichenbach, H., From Copernicus to Einstein, P. 114.

٤– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١١٧ .

ولقد تحدث المناطقة المعاصرون عن تصور أقليدس الخاص بطبيعة النسق الاستنباطي بقصد تمييزه عن تصور المحدثين له ، فوصفوه بأنه " نسق يقيني استنباطي " Systeme categorico-deductif والمقصود بهذه التسمية إبراز كلمة " يقين " التي تشير إلي الفكرة المميزة لتصور القدماء، وهي أن البديهيات التي يستند إليها النسق " يقينية" ، أي مطابقة للواقع الخارجي ، وتبعا لذلك تكون أيضا القضايا المشتقة منها بالبرهان (النظريات) يقينية كذلك . ولذا حكم فيلسوف مثل " كنت" (١٧٢٤ – ١٨٠٤) بأن الهندسة الأقليدية وهي الوحيدة الممكنة للإنسان لأن قضاياها ضرورية [١] . لأنها تعبر عن خواص المكان الحقيقي الوحيد ، فالمكان وفقا لهندسة أقليدس له ثلاثة أبعاد، والمكان عموما – طبقا لما يقول به " كنت" – لايمكن أن يكون له أكثر من ذلك . وعلى هذا لايمكن أن تقوم – من وجهة نظر « كنت » – هندسة أخرى غير الهندسة الأقليدية ، فهي الهندسة بالذات ، لأن ضرورتها مفروضة علينا بطبيعة تركيبنا الذهني ، فالعيان الخالص للمكان هو أساس علم الهندسة [٢] . ولذا رأى " كنت" أن هندسة أقليدس ضرورية ومطابقة للواقع .

وكان التطور المعاصر للنسق الاستنباطي لا يرى هذه المطابقة ولا هذه الضرورية ، إذ يعتبر البديهيات مجرد فروض أو أوضاع نتواضع عليها ولا صلة لها بالواقع الخارجي أو المكان الفيزيائي ، كما أنها ليست ضرورية ضرورة عقلية ، وكل ما تمتاز به هو أنها يجب أن تكون غير متناقضة فيما بينها [٣] ، بحيث يمكنها أن تنتج طائفة من القضايا المشتقة أو النظريات التي لا تتناقض فيما بينها . وهذا التصور لا يسمح بالطبع بالتمييز بين مجموعة بديهيات وأخرى ، فكلها مجرد فروض أو أوضاع نتفق عليها . ومن ثم جاء اسمه ، فالمناطقة المحدثون يصفون هذا التصور الجديد بأنه " نسق فرضي استنباطي " . إن هذا التصور الجديد للنسق الاستنباطي هو الذي مكّن الرياضيين المحدثين من أن يضعوا أيديهم علي أوجه النقص الشديد في نسق أقليدس الهندسي ، فقد تبين لهم أن نظريات أقليدس لا يمكن أن تنتج من مقدماته الأولية وحدها ، لأن تلك المقدمات ناقصة نقصا ذريعا [٤] .

١– د. محمد ثابت الفندى ، فلسفة الرياضة ، صفحة ٤٩ .

٢– د. نازلي اسماعيل حسين ، النقد في عصر التنوير ، صفحة ١٥٧

٣– د. محمد ثابت الفندى ، فلسفة الرياضة ، صفحة ٤٩ .

وايضا : Reichenbach, H., The Philosophy of Space and Time, PP. 3-4 .

٤– المرجع السابق ، صفحة ٥٠ .

ومع بداية القرن التاسع عشر قام علماء الرياضة بما يسمى حركة " النقد الداخلى "، وهى حركة فكرية عند رياضىّ أوائل القرن الماضى جعلتهم ينصرفون عن التفكير في الاستزادة من الاكتشافات الرياضية ، والتوجه نحو فحص ونقد نظرياتهم الرياضية القائمة بقصد التثبت منها ومن سلامة براهينها [١] . ولقد ظهرت علي السطح مشكلة فرضت نفسها وهي تبرير صدق تلك البديهيات التي يبدأ بها النسق الرياضى . إن تبرير صدق البديهيات يمثل ، في الواقع ، المشكلة الأساسية لكل علم [٢] .

١- د. محمد ثابت الفندي ، فلسفة الرياضة ، صفحة ٦٦ .

2- Reichenbach, H., The Philosophy of Space and Time, PP. 1-2 .

(٣)

بديهية التوازى والهندسة اللاأقليدية

إن نسق البديهيات الخاص بالهندسة الأقليدية ظل يُعَالج داخل إطار العلوم الرياضية . فاهتم علماء الرياضة – في القرن التاسع عشر – ببديهيات الهندسة الاقليدية ، ولكن اهتمامهم لم يكن ينصب علي المناقشات الفلسفية للبديهيات ، بقدر ما كان ينصب علي تحليل العلاقات التي تسرى بينها [١] ، إذ بحثوا عما إذا كان من الممكن رد بعض بديهيات أقليدس إلي قضايا أبسط وأكثر وضوحا منها ، وما إذا كان من الضروري النظر إلي بعض هذه البديهيات بوصفها نتائج لبديهيات أبسط منها ، أى ما إذا كان من الممكن النظر إليها بوصفها نظريات [٢] . ولذا حاول علماء الرياضة رد البديهيات إلي حد أدنى ، عن طريق إيضاح أن بعضها يمكن استخلاصه من البعض الآخر . .

وكانت هناك بديهية واحدة ، هى بديهية التوازى ، لم يقبلها الرياضيون ، وحاولوا استبعادها . وتنص هذه البديهية علي " أن من الممكن ، من نقطة معينة ، رسم موازٍ واحد ، وواحد فقط ، لمستقيم معين ، أى أن هناك خطا مستقيما واحدا ، وواحدا فقط ، لا يتقاطع آخر الأمر مع خط معين ، وإن ظل معه علي نفس المسطح" [٣] . ويقول ريشنباخ : "ولسنا ندرى لماذا لم ترق هذه البديهية للرياضيين ، ولكن الذى نعلمه أن محاولات متعددة ، ترجع فى بدايتها إلى العصور القديمة، قد بذلت لتحويل هذه البديهية إلى نظرية ، أى لاستخلاصها من بديهيات أخرى . وقد اعتقد الرياضيون مرارا أنهم اهتدوا إلى طريقة لاستخلاص القضية المتعلقة بالتوازي من بديهيات أخرى . ومع ذلك فقد كان يتضح فيما بعد ، في كل الأحوال ، أن براهينهم باطلة ، إذ كان هؤلاء الرياضيون يقحمون ، دون وعى منهم ، مسلمة معينة لم تكن متضمنة في البديهيات الأخرى ، ولكن كانت لها فعالية متساوية لبديهية التوازى. وإذن فقد كانت نتيجة هذا التطور هي أن هناك مسلمة مكافئة لهذه البديهية . غير أن الرياضي لم يكن له الحق في قبول هذه المسلمات أكثر مما له في قبول بديهية أقليدس "[٤] .

١- ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١١٨ .

2- Reichenbach,k H., The Philosophy of Space and Time, P. 2.

٣- ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١١٨

وأيضا : Reichenbach,k H., The Philosophy of Space and Time, P. 2-3 .

٤- المرجع السابق ، صفحة ١٨٨ .

إن كل الجهودالتي بذلت لإثبات أن قضية التوازى لا ينبغى النظر إليها بوصفها بديهية قد باءت بالفشل . غير أنه اتضح أخيرا ، وعلي نحو قاطع ، أن من المستحيل البرهنة علي مبدأ التوازى علي أساس البديهيات الأخرى للهندسة الاقليدية [١] . ولقد اتضح ذلك عن طريق اكتشاف أنه يمكن الاستغناء تماما عن بديهية التوازى ، وبدلا من محاولة السير في اتجاه إثبات صدق هذه البديهية ، تم السير في الاتجاه العكسى [٢] ، أى إثبات أنه يمكن التوصل إلى نظرية هندسية متسقة ذاتيا إذا استعضنا عن بديهية التوازى ببديهية أخرى ، يقول : " إن هناك أكثر من مواز واحد لمستقيم معين من نقطة معينة " . ومن الواضح أن هذه البديهية تتناقض مع بديهية التوازى الأقليدية ، وإذا كانت البديهية الأخيرة مستمدة من البديهيات الأخرى للهندسة الاقليدية ، فإن المجموعة الجديدة من البديهيات ستكون بالتالي متناقضة مع الهندسة الأقليدية [٣] .

والنتيجة الهامة التي نخلص إليها مما تقدم فيما يختص بأسس الهندسة ، هى أن بديهية التوازى مستقلة منطقيا عن بقية بديهيات أقليدس . وفكرة الاستقلال هذه هامة للغاية لأنها تسمح لنا أن نستبدل ببديهية التوازى غيرها ، بحيث إذا ضُم بديل أو أكثر إلى البديهيات الأخرى تكّونت هندسات مختلفة متتابعة القضايا أو النظريات . وهذا تغير جوهرى في أسس الهندسة غير مسبوق ، وملئ باحتمالات أخرى للتغير . ذلك لأنه نشأ بالطبع سؤال جديد ، وهو : هل يمكن إحداث تغيرات أخرى في أسس الهندسة بحيث ينشأ مزيد من الهندسات المنتظمة القضايا ؟ مثلا : هل يمكن وضع بديل أو أكثر لبديهة أو بديهيات أخرى ؟ أو هل يمكن قبول بديهيات جديدة فتنشأ هندسات جديدة ؟ ذلك هو السؤال الذي سيطر علي كل الأبحاث التالية في الهندسة والذي لقى إجابة إيجابية أيضا [٤] . وهكذا ظهرت الهندسات اللاأقليدية .

1- Hempel, Carl G., Geometry and Empirical Science, in : " The Structure of Scientific Thought", edated by Edward H. Madden, Houghtom Miffilin Company, Boston, P. 74 .

2- Reichenbach, H., The Philosophy of Space and Time, P. 3.

3- Hemple, Carl G., Geometry and Empirical Science, P. 74 .

٤- د. محمد ثابت الفندى ، فلسفة الرياضة ، صفحات ٥٨ – ٥٩ .

ففى العشرينات من القرن الماضى تم الكشف عن إمكان الاستغناء عن بديهية التوازى ، وإثبات أنه يمكن من نقطة معينة رسم عدة متوازيات لمستقيم معين . ولقد تم ذلك في وقت واحد تقريبا علي يد رياضى مجرى هو " جون بولياى " Bolyai (١٨٠٢ – ١٨٦٠)، وعلى يد عالم الرياضة الروسى "لوباتشفسكى " Lobachevski (١٧٩٠ – ١٨٥٦) . ويقال أن الرياضى الألمانى "جاوس" Gauss (١٧٧٧ – ١٨٥٥) قد توصل إلى هذه الفكرة في وقت سابق علي هذا التاريخ إلى حد ما ، ولكنه أحجم عن نشرها [١] غير أن الرياضى الروسى "لوباتشفسكى" كان أول من نشر أبحاثه في تلك الهندسة عام ١٨٢٨ ، فعُرِفَت باسمه تلك الهندسة التي اكتشفها "جاوس " من قبل .

ولكن هذه الأبحاث لم تثر اهتماما كافيا بخطر النتائج التي توصل إليها هؤلاء، وإنما تم ذلك حين نشر الرياضى الألمانى "ريمان" Riemann (١٨٢٦ – ١٨٦٦) رسالة بعنوان: "حول الفروض التي تقوم علي أساسها الهندسة " ظهرت سنة ١٨٥٤ ، فلفت النظر إلى إمكان وجود هندسات لا أقليدية . ومنذ ذلك التاريخ نمت الأبحاث والدراسات المتعلقة بهذه الهندسات الجديدة [٢] . وقد بدت هندسة " ريمان" في بادئ الأمر غير مقبولة ولا معنى لها ، لما احتوته من قضايا تقول : " إن مجموع زوايا المثلث تزيد عن ١٨٠ درجة "أو" إن العلاقة بين محيط الدائرة وقطرها لا تعبر عنها العلاقة التقريبية ط = ٣,١٤ " . ومع ذلك فقد أدى ازدياد دقة الفحص إلى إثبات أن الهندسة اللاأقليدية صحيحة تماما ، وأن من حقنا استخدامها كنسق رياضى [٣] .

1- Reichenbach, H., The Philosophy of Space and Time, P. 3.

٢ – د. عبد الرحمن بدوى ، مناهج البحث العلمى ، صفحات ٣٥ – ٣٦ .

3- Reichenbach, H., From Copernicus to Einstein, P. 114 .

(٤)

طبيعة المكان بين التصورين الأقليدى واللاأقليدى

لقد اتضح أن الهندسة اللاأقليدية تناقض الهندسة الاقليدية ، ومع ذلك ، فكل هندسة لا اقليدية لا تنطوى علي تناقض داخلى ، وإنما هى نظام متسق بنفس المعنى الذي تكون به هندسة اقليدس متسقة . فمجال صحة الهندسة الأقليدية يعادل في عمقه تماما مجال صحة الهندسة الاقليدية . ومن ثم يكون السؤال عما إذا كانت إحداهما أصدق من الأخرى ، سؤالا أسئ وضعه . ولذا لا يرى الرياضى الفرنسى بوانكاريه (هنرى) Poincare, H. (١٨٥٤ – ١٩١٢) أى معنى لمثل هذا السؤال ، بل هو – فى رأيه – لا يختلف عن التساؤل عما إذا كان نظام القياس العشرى صحيحا والمقاييس القديمة باطلة ، وعما إذا كانت إحداثيات ديكارت صحيحة والإحداثيات القطبية باطلة . إن أية هندسة لا يمكن أن تكون أصدق من الأخرى ، وكل ما يمكنها هو أن تكون أكثر بساطة [١] .

ولقد أدت فكرة " البساطة " Simplicity هذه إلى نوع من الخلط . وحاول ريشنباخ إعادة الأمور إلى نصابها فيما يتعلق بهذه الفكرة ، فقال : إذا كان نسق ما يمكن وصفه بأنه بسيط فإن هذا لا يجعله " أصدق " من غيره [٢] ، صحيح أن النظام العشرى أبسط من نظام الياردة أو القدم أو البوصة ، ومع هذا فإن التصميم الذي يضعه المهندس المعمارى مستخدما الياردات أو الأقدام هو وصف صادق للمنزل بنفس درجة صدق التصميم الذي يستخدم النظام العشرى . ويُطلق ريشنباخ علي البساطة التي من هذا النوع اسم "البساطة الوصفية" descriptive simplicity ، وهى لا تمثل معيارا للصدق . إذ إن البساطة لا تشكل معيارا للصدق إلا في ظل اعتبارات استقرائية . فعلى سبيل المثال ، يمكن النظر إلى أبسط منحنى بين المعطيات المستمدة بالملاحظة والشكل الهندسى المرسوم باعتباره "أصدق" منحنى ، أى أنه أكثر احتمالا من المنحنيات الأخرى المرتبطة به . لذلك ، فإن البساطة

١– بول موى ، المنطق وفلسفة العلوم ، ترجمة د. فؤاد زكريا ، القاهرة ، دار نهضة مصر ، صفحات ١٤٣ – ١٤٤ .

2- Reichenbach, H., The Philosophical Significance of the Theory of Relativity ", in "Reading in the Philosophy of Science", P. 200 .

الاستقرائية inductive simplicity تشير إلي أوصاف غير متكافئة ، وليست لها أية أهمية في نظرية النسبية التي لا تهتم إلا بمقارنة الأوصاف المتكافئة . وتتسم نظرية أينشتين بالبساطة الوصفية ، ومع هذا فإن كون الهندسة اللاأقليدية تقدم – في الغالب – للمكان الفيزيائي وصفا أبسط من الوصف الذي تقدمه له الهندسة الأقليدية ، لا يجعل الهندسة اللاأقليدية "أصدق" [١] .

أما مبدأ البساطة في مجال علم الفيزياء فله طبيعة مزدوجة ، فهو يشترط ، أولا ضرورة أن تصاغ المفاهيم بطريقة بسيطة بحيث تتماشى مع الوقائع . ومن هذه الناحية لا يوضح لنا مبدأ البساطة أى شئ فيما يختص بالعلاقة بين النظرية والواقع ، وأن يشتمل ، ثانيا علي مبدأ عملي فحسب . ومن الممكن دائما أن يتحول الوصف الأبسط إلى وصف أكثر تعقيدا . وبالتالى يمكن التوصل إلى كافة الأوصاف . ومن ثم ، فإن البساطة الوصفية لا تنطوى علي أية مشكلات أبستمولوجية . ويوجد مبدأ آخر للبساطة يرتبط بالاستدلالات الاستقرائية ، فعلى سبيل المثال إن أبسط منحنى هو الذي يناسب مجموعة النقط التي تمثل القياسات . أما البساطة الاستقرائية فإنها تتمثل في مبدأ الاحتمال ، الذي يتضمن تأكيدا هاما يتعلق بالعالم الفيزيائى. أى التأكيد الإحصائى بأنه في معظم حالات النقط التي تمثل القياسات المتعلقة بالمستقبل سوف تقع هذه النقط علي نفس المنحنى الأكثر بساطة. إن هذا الحكم إما صادق أو كاذب [٢] . والواقع أن معظم النظريات يمكن أن تقارن الواحدة بالأخرى من خلال وجهة النظر الخاصة بالبساطة الاستقرائية . ويمكن النظر (بدرجة احتمال معينة) إلى إحدى هذه النظريات باعتبارها صادقة واعتبار النظريات الأخرى كاذبة[٣] .

إن تحليل البساطة الاستقرائية إنما ينتمى إلي نظرية الاحتمال . ولقد أدى الخلط بين هذين المبدأين للبساطة (الوصفية والاستقرائية) إلي العديد من المشكلات الوهمية ، مثل

1- Reichenbach, H., The Philosophical Significance of the Theory of Relativity , P. 200 .

2- Reichenbach, H., Axiomatization of the Theory of Relativity, Translated and edited by Maria Reichenbach, University of California Press, California, 1969, P. 12 .

3- Ibid., P. 12.

السؤال عن السبب في أن النظرية الأبسط هى النظرية الأصدق ، أو ما إذا كان من الضروري وصف هندسة أقليدس بأنها صادقة بسبب بساطتها [١] . ففى مجال الزمان والمكان تنتمى كل صفات البساطة الخاصة بنظرية النسبية إلى البساطة الوصفية ولا صلة لها بصدق النظرية ، إذ أن صدق النظرية يتوقف فحسب علي صدق البديهيات . إن البساطة الاستقرائية لا تلعب دورا – كما يقول ريشنباخ – إلا في مجال النظرية النسبية للتجاذب[٢].

وخلاصة هذا أن مسألة " الصدق " الذي يمكن أن ننسبه إلى قضايا هندسة ما أصبحت تعنى فقط عدم تناقض تلك القضايا فيما بينها ، ولا تعنى إطلاقا المعنى القديم للصدق ، وهو مطابقة القضايا للواقع أو المكان الخارجى . إن هذا التصور الجديد للصدق الرياضى هو طعنة نجلاء لنظرية "كنت" في العيان المكانى التي سيطرت طويلا علي الفكر الرياضى . والتي رأت في هندسة أقليدس الهندسة "الوحيدة الضرورية" بسبب تعبيرها عن خواص المكان أو مطابقتها له [٣] . فلقد كان "كنت" يرى – كما سبق أن ذكرنا – أنه لا يمكن أن تقوم هندسة أخرى غير الهندسة الأقليدية ، فهى الهندسة بالذات ، لأن ضرورتها مفروضة علينا بطبيعة تركيبنا الذهنى ، فالعيان الخالص للمكان هو أساس علم الهندسة ، ولكن إذا كان هذا العيان يفسر لنا الهندسة الأقليدية ، فإنه لا يمكن أن يفسر لنا الهندسة اللاأقليدية [٤] . إن المكان الأقليدى ليس شكلا مفروضا " قبليا " علي ذهننا ما دمنا نستطيع تخيل المكان اللاأقليدى [٥] .

كان الاعتقاد في أن الهندسة الأقليدية تعكس صفات كوننا الواقعى ، هو الاعتقاد السائد قبل ظهور نظريات أينشتين في النسبية ، ولكن عندما بدأت نظرية النسبية العامة تُطبق ، تبين أن من الممكن التعبير عنها عن طريق هندسة أخرى لا أقليدية (هى هندسة ريمان) [٦] . فلقد اتفقت نظرية النسبية العامة مع هندسة ريمان في القول بأن المكان رباعى

1- Reichenbach, H., Axiomatization of the Theory of Relativity, P. 12 .

2- Ibid.,PP. 12 - 13.

٣– د. محمد ثابت الفندى ، فلسفة الرياضة ، صفحة ٦١ .

٤– د. نازلي اسماعيل حسين ، النقد في عصر التنوير – كنت ، صفحة ١٥٧ .

٥– بوانكاريه ، قيمة العلم ، صفحة ٤٤ .

٦– بول موى ، المنطق وفلسفة العلوم ، صفحة ١٤٥ .

الأبعاد ، وأدخلت نظرية النسبية الخاصة فكرة " الزمن" إلى علم الهندسة ، أما فكرة " الجاذبية " فقد شغلت مكانة خاصة في نظرية النسبية العامة ، كما كشفت هذه النظرية عن أن الصفات الهندسية للعالم في موضع ما ولحظة معينة تتحدد بمجال الجاذبية في هذا الموضع ، وعلي ذلك فإن الصفات الهندسية للعالم تتحدد بتوزيع الكتل المتجاذبة . وقد اقتصر تأثير خصائص الزمن علي هندسة الأجسام المتحركة ، أما بالنسبة لمجال الأجسام الساكنة فظلت هندسة أقليدس محتفظة بصدقها في هذا المجال . من هنا فإن تحديد المكان الواقعي أي المكان الفيزيائي لعالمنا ، من بين الأمكنة المحتملة ، هو مهمة تضطلع بها الفيزياء ، وتتحقق هذه المهمة بوسائل تجريبية [١] .

ويرى ريشنباخ أنه من الضروري التفرقة بين الهندسة الرياضية (الهندسة البحتة) والهندسة الفيزيائية، وتتضح هذه التفرقة من خلال التمييز بين الرياضة (كعلم مجرد) والفيزياء (كعلم تجريبي) ، فالرياضيات – كما يقول ريشنباخ – لا شأن لها فيما يتعلق بإمكان تطبيق نظرياتها علي الأشياء الفيزيائية ، كما أن بديهياتها تتضمن فحسب نسقا من المبادئ التي تربط التصورات الرياضية بعضها ببعض . ومن ثَم فإن النسقية الخالصة للرياضيات لا تؤدي ، علي الإطلاق ، إلى الكشف عن مبادئ النظريات التجريبية . وعلي ذلك، فإن البديهيات الهندسية لا يمكنها أن تنبئنا بشئ عن المشكلة الإبستمولوجية للمكان الفيزيائي ، لأن النظرية الفيزيائية هي وحدها التي يمكنها الإجابة عن السؤال المتعلق بصحة ما إذا كان المكان أقليديا [٢] ، كما أنها هي وحدها التي يمكنها ، في نفس الوقت ، الكشف عن المبادئ الابستمولوجية لمكان الأشياء الفيزيائية . ولذا ، فمن الخطأ أن نستنتج أن الرياضيات وعلم الفيزياء ما هما إلا نسق واحد . إذ لابد أن نميز بين السؤال المتعلق بصحة انطباق البديهيات علي العالم الفيزيائي ، والسؤال الخاص بإمكان صدق الأنساق البديهية المختلفة [٣] ، فهناك من وجهة النظر الرياضية ، كثير من الأنساق الهندسية ، وكل منها متسق منطقيا ، وهذا كل ما يتطلبه الرياضي ، فهو لا يهتم بحقيقة البديهيات ، وإنما بعلاقات اللزوم بين البديهيات والمبرهنات (أو النظريات) المشتقة منها . فالقضايا التي تقول

1- Reichenbach, H., The Philosophy of Space and Time, PP. 10-11 .

2- Reichenbach, H., The Theory of Relativity and A Priori Knowledge, P. 76 .

3- Ibid., P. 76.

بها الهندسة تتخذ صورة " إذا كانت البديهيات صحيحة ، كانت النظريات صحيحة " . غير أن علاقات اللزوم هذه تحليلية ، تتحقق صحتها بواسطة المنطق الاستنباطي [١] .

وعلي ذلك فإن الهندسة الرياضية تهتم أساسا بالنتائج الاستنباطية لمجموعة البديهيات التي وضعها علماء الهندسة ليستخرجوا منها تلك النتائج ، ولا تتناول هذه البديهيات موضوعا معينا ، بل لا تقرر شيئا عن المكان الفيزيائي ومن ثَم فإن المبرهنات (النظريات) الهندسية البحتة هي قضايا تحليلية ، وصادقة يقينا لأنها خالية من أي مضمون تجريبي . لكن الهندسة الفيزيائية تستخدم التعريفات والمصادرات في الهندسة بحيث تعطى لها معنى فيزيائيا محددا ، فالنقطة تعنى نقطة فيزيائية ، والخط قد يعنى شعاعا من الضوء، ونحو ذلك . وما دامت الهندسة الفيزيائية ترتبط بالعالَم فلا يقين فيها . وإذا يؤثر عن أينشتين قوله : "حين تشير الرياضيات إلى الواقع فلا يقين فيها ، وحين تكون يقينية فلا تشير إلى الواقع " [٢] .

ويؤكد ريشنباخ علي أن علم الفيزياء لا يتصف " بالضرورة الهندسية" ، وكل من يقول بذلك إنما يعود – في رأى ريشنباخ – إلى وجهة النظر قبل الكنتية ، حيث كانت الضرورة مصدرها العقل . وإذا كان تحليل "كنت" للعقل قد أخفق في الوصول إلى مبادئ علم الفيزياء ، فإن نتائج الهندسة العامة قد أخفقت بدورها في تحقيق ذلك ، لأن السبيل الوحيد المؤدى إلي مبادئ علم الفيزياء هو تحليل المعرفة التجريبية [٣] . وكما هو الحال بالنسبة لكل الفروض الفيزيائية ، فإن الرياضة تقدم لنا مجموعة من الإمكانات التي يمكننا – بواسطة الملاحظة – أن نختار من بينها الإمكانية التي تتطابق مع الواقع ، فالملاحظة – لا العقل – هى ، فى رأى ريشنباخ ، معيار الحقيقة التركيبية ، فهى المبدأ التجريبى الذي يتضمن انطباق الرياضة علي الواقع الفيزيائى. كما يؤكد ريشنباخ علي أن التطور الذي بدأ باكتشاف الهندسات اللاأقليدية قد وصل إلى ذروته بفضل تحليل "رسل " للحساب، وهو التحليل الذي مؤداه أن الحقيقة الرياضية تحليلية ، وأن الرياضة لا تصف الواقع الفيزيائى [٤] .

---

١ – ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٨ .

٢– د. محمود فهمى زيدان ، في فلسفة اللغة ، صفحات ٧٢ – ٧٣ .

3- Reichenbach, H., The Theory of Relativity and A Priori Knowledge, P. 77 .

4- Reichenbach, H., Rationalism and Empiricism, P. 339.

(٥)

هندسة المكان الفيزيائى

يرجع الفضل إلي نظرية النسبية في أنها استبعدت مشكلة صدق الهندسة من مجال العلوم الرياضية ، وردتها إلى علم الفيزياء [١] . فلقد كانت نظرية نيوتن تحدد طبقا لمبادئ علم الميكانيكا ، وضع كل جسم من أجسام النظام الشمسى ، في كل لحظة من الزمان . وبواسطة نظرية نيوتن ، استطاع العلماء أن يتنبأوا بحركات الأفلاك والكواكب . ومع ذلك ، فإن هذه النظرية قد افترضت مكانا مطلقا وزمانا مطلقا ، ولم يكن من الممكن إثبات وجودهما في التجربة . كما أن نظرية نيوتن تجاهلت وجود الملاحظ البشرى الذي يرصد حركة الأفلاك . ولقد أثارت هذه النظرية بعض المشكلات العلمية ، منها أن تحديد حركة وضع أى جسم من الأجسام ، يقتضي بالضرورة تحديد وضع جميع الأفلاك الأخرى ، وهذا أمر غير ممكن في نظرية نيوتن[٢] . لأننا عندما نقول إن شيئا ما يتحرك ، فإننا نعنى أنه يتحرك بالنسبة إلى الأرض ، وحين نتعرض لحركة الكواكب ، فإننا ننظر إليها بوصفها متحركة بالنسبة إلى الشمس ، أو بالنسبة إلى مركز كتلة النظام الشمسى . وعندما نقول إن النظام الشمسى نفسه يتحرك ، فإننا نقصد أنه يتحرك بالنسبة إلى النجوم . وليست هناك واقعة فيزيائية يمكن أن نطلق عليها اسم " الحركة المطلقة " ، ومن ثم ينبغى أن تعنى الفيزياء بالحركات النسبية ، مادامت هذه الحركات هى النوع الوحيد الذي يحدث [٣] .

إن فكرة نسبية الحركة هى التي أعطت لنظرية النسبية معناها . ويوضح ريشنباخ نسبية الحركة بقوله : " تتسم فكرة نسبية الحركة – إذا ما أُحسن فهمها – بقوة إلزام عجيبة . فمن منا لم يألف هذه الظاهرة التي كثيرا ما تشيع في تجربة عربة القطار ، ففي حين يكون قطار أحدنا ساكنا ، وقطار آخر علي الخط المقابل بادئا حركته ، يتكون لدينا انطباع بعكس ما هو واقع ، إذ نتوهم أن قطارنا الساكن هو الذي يتحرك ، وسرعان ما

1- Reichenbach, H., The Theory of Relativity and APriori Knowledge, P. 76.

٢ – د. نازلي اسماعيل حسين ، مناهج البحث العلمى ، صفحة ١٤٦ .

٣– رسل (برتراند) ، ألف باء النسبية ، ترجمة فؤاد كامل ومراجعة د. محمد مرسى أحمد ، وزارة الثقافة والإعلام ، بغداد ، ١٩٨٦ ، صفحة ٨٩ .

يكتشف المرء هذا الوهم . وحينئذ يتساءل : ما الذي يخوّل لى الحق في أن أسمي ما رأيته بوضوح وهما ؟ هل حركة القطار الذى أجلس فيه والتي شعرت بها بوضوح كانت وهما وزيفا ؟ ألا يمكننى الإدعاء بنفس الأحقية أن القطار الآخر مازال ساكنا بينما قطارى هو الذي يتحرك ؟ وبالتأكيد ، لم ألحظ في نفس الوقت الظروف المحيطة ، أعنى ، المحطة وقد ظلت ساكنة ، وأننى لذلك كنت بلا حركة بالقياس إلى هذا المحيط . ولكن ماذا لو أدخلت في الاعتبار وجود هذا المحيط ؟ فهل يمكننى أن أعلن أن القطار الآخر ظل ساكنا بينما قطاري أنا والمحطة وحتى العالم كله كان يتحرك في الإتجاه العكسى ؟ أليس هذا من حقي أيضا ؟" [١]

يقول ريشنباخ : إذا فُهمت هذه الفكرة فمن الصعب التخلص منها . إذ أن المحطة بحجمها الكبير بالقياس إلى حجم القطار المتحرك لا يمكن أن تنهض كتفنيد للحقيقة . إن الاختلاف في الحجم لا أثر له علي هذا الموضوع ، فإذا وضع جسمان في فراغ ، وكان الجسم الكبير والصغير يتحرك كل منهما نحو الآخر ، فهل من الضروري أن نقول إن الجسم الكبير ساكن بينما يتحرك الجسم الصغير ؟ إن هذا – في رأى ريشنباخ – محض لغو ، إذ إن من الواضح أن الحركة لا تعتمد علي الحجم ، أى أن الحجم لا يحدد أى الأجسام يكون ساكنا . وإذا افترضنا أن الجسم "أ" ساكن ، والجسم "ب" متحرك نحوه ، فسيكون من الصحيح أن تناقص المسافة بينهما يؤكد حدوث الحركة . ولنفرض أن "ب" ساكن بينما "أ" متحرك ، فعندئذ سنلاحظ أيضاً تناقص المسافة بينهما ، لذلك لايمكننا أن نستنتج من الظواهر الملاحظ ، كما هو موضح في المثالين السابقين ، أى الجسمين يتحرك . لذلك فمن اللغو أن نتحدث عن حركة " حقيقية " ، ولا يحق للمرء إلا أن يقول إن الأجسام تتحرك بعضها تجاه بعض ، وأن حركتها نسبية . وبالتالى فإن هذه هى الإجابة التي يؤدى إليها مثل هذا التفكير، وهى أنه لاتوجد حركة حقيقية ولا حركة مطلقة ، بل حركة نسبية فحسب [٢]

إن محاولة هدم أدلة "نيوتن" المتعلقة بالحركة المطلقة أدت إلى توضيح كامل لفكرة النسبية العامة التي امتدت من علم الحركة النسبية إلى الديناميكا النسبية [٣] . ولقد أكدت

1- Reichenbach, H., From Copernicus to Einstein. PP. 73-74

2- Ibid., PP. 74-75 .

3- Ibid., P.79 .

نظرية النسبية العامة " أن الهندسة الأقليدية لا يمكن تطبيقها علي علم الفيزياء " . وعلينا أن ندرك المدى البعيد للنتائج المترتبة علي هذه العبارة . وبالفعل لم تعد صفة القبلية للهندسة الأقليدية تؤخذ مأخذ الجد في المائة سنة الأخيرة ، إذ أوضح بناء الهندسات اللاأقليدية وإمكان قيام أنساق تصورية مناقضة لبديهيات أقليدس التي أشتهرت بأنها واضحة بطريقة حدسية[١] .

وقد يبدو أن المكان الواقعي – مكان أشياء وأجسام الكون – يتبع قوانين الهندسة الأقليدية . ودائما ما توضع هذه القوانين في الاعتبار عند بناء المنازل وشق الطرق ، أو عند تحديد المساحات المقاسة لرسم الخرائط الطوبوغرافية . غير أن مكتشفي الهندسة اللاأقليدية قد سألوا أنفسهم بالفعل عما إذا كانت قوانين أقليدس صادقة بالمعنى الدقيق . ففكروا في احتمال أن تُظهر القياسات البالغة الدقة انحرافات عن هذه القوانين تناظر الهندسة اللاأقليدية . ولقد أدركوا إدراكا كاملا أن مثل هذه الانحرافات لا يمكن توقعها إلا بالنسبة للأبعاد الكبيرة للغاية[٢] .

ومن المعروف أن "جاوس" حاول اختبار الطابع الأقليدى للهندسة الأرضية بواسطة قياس مثلث ينحصر بين قمم ثلاثة جبال[٣] . جبل بروكين Brocken في مدينة هيرز Harz ، وجبل أنسالوسبورج Inselsberg في غابة ثيورنجن Thueringian ، وجبل هونهاجن Hohenhagen بالقرب من جوتنجن Goettingen . ولقد كان نطاق قمم هذه الجبال محدودا بحيث يمكن رؤية كل منها قريبا ، إذا ما استخدمنا التلسكوب (المنظار المقرّب) . وقام جاوس بقياس الزوايا الثلاثة المحصورة داخل المثلث ، فوجد أن مجموعها لا ينحرف عن ١٨٠ درجة انحرافا يمكن ملاحظته[٤] .

لقد أراد "جاوس" – عن طريق التجربة – معرفة هندسة المكان الفيزيائي ، هل هي اقليدية أم لا أقليدية . غير أن معرفتنا التجريبية بالمكان الموجود في بيئتنا تستند إلى

1- Reichenbach, H., The Theory of Relativity and A Priori Knowledge, P. 2 .

2- Reichenbach, H., From Copernicus to Einstein, P.114

3- Reichenbach, H., The Philosophical Significance of the Theory of Relativity, P. 203.

4- Reichenbach, H., Op., Cit., P. 115.

قياس المسافات الصغيرة والزوايا (وحين أتحدث عن المسافات الصغيرة أعنى المسافات الصغيرة بالقياس إلى مسافات الفلك ، وكل المسافات التي علي الأرض صغيرة بهذا المعني) [١] . ومن ثم فإن تجربة جاوس قد أوضحت أن الهندسة الطبيعية للمكان الموجود في بيئتنا ، هى اقليدية ، وذلك في حدود الدقة التي يمكننا التوصل إليها ، أو بعبارة أخرى، فإن الأجسام الصلبة والأشعة الضوئية فى بيئتنا تسلك وفقاً لقوانين أقليدس، ولو كانت تجربة "جاوس" قد أفضت إلي نتيجة مختلفة ، أى لو كانت قد كشفت عن انحراف عن العلاقات الأقليدية ، يمكن قياسه ، لكانت الهندسة الطبيعية لبيئتنا الأرضية مختلفة [٢] .

وإذا كانت الهندسة الطبيعية لبيئتنا الأرضية أقليدية ، فان الهندسة الطبيعية للمكان في الأبعاد الفلكية لا أقليدية ، وهذا ما أكدته نظرية النسبية العامة ، إذ تصور – هذه النظرية – الكون علي نموذج إحدى الهندسات اللاأقليدية وهى هندسة "ريمان" . وتقول مثلا إن الكون سطح منحن أو كروى الشكل ، وأن المكان منحن لا سطح مستو ، وإذا رسمنا مثلثا ضخما علي سطح الكون فإن مجموع زواياه سيكون أكثر من ١٨٠ درجة ، وأن أى خط مستقيم هو في الواقع خط منحن ينطوى علي نفسه ، وأن الخط المنحنى لا المستقيم هو أقصر الخطوط بين نقطتين ، وأن الخطين المتوازيين سوف يلتقيان في النهاية ... الخ. وحينئذ يحاول أينشتين إقامة نظرية في هندسة الكون الفيزيائى علي نسق هندسة "ريمان" [٣]

إن النتيجة التي توصل إليها أينشتين – من نظريته في النسبية العامة – والقائلة أن الهندسة الطبيعية للمكان في الأبعاد الفلكية هندسة لاأقليدية ، هذه النتيجة لا تتناقض – فى رأى ريشنباخ – مع قياس "جاوس" الذي يؤدى إلى القول بأن هندسة الأبعاد الأرضية أقليدية ، إذ إن من الصفات العامة للهندسة اللاأقليدية أنها تكاد تكون مماثلة للهندسة الأقليدية بالنسبة إلي المساحات الصغيرة ، والأبعاد الأرضية صغيرة بالقياس إلى الأبعاد الفلكية . فنحن لا نستطيع ملاحظة ما يحدث من انحرافات عن الهندسة الأقليدية عن طريق

١– رسل (برتراند) ألف باء النسبية صفحة ٦٩

٢– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٧

٣– د. محمود فهمى زيدان ، في فلسفة اللغة ، صفحة ٧٣ .

الملاحظة الأرضية [١] . لأن الانحراف عن العلاقات الأقليدية دائما ما يكون صغيرا وضئيلا للغاية بحيث يستحيل تحديد هذا الانحراف بوسائل قياسنا المألوفة ، وحتي القياسات ، المماثلة لتلك التى قام بها "جاوس" ، لا تؤدى إلى إحراز نتائج ايجابية في هذا المجال ، لأنها تتعامل دائما مع مسافات صغيرة للغاية . إن الانحرافات لا تكشف عن نفسها إلا في المسافات الكونية ، ويكشف مسار الأجرام السماوية ومسار أشعة الضوء بين هذه المسافات الكونية عن الطبيعة اللاأقليدية للمكان [٢] .

إن الطابع اللاأقليدى للمكان لا يمكن الكشف عنه إلا بالنسبة إلى مثلثات أكبر من ذلك المثلث الذي قاسه "جاوس" ، وأن انحراف مجموع الزوايا عن ١٨٠ درجة يزداد بإزدياد حجم المثلث ، ولو أمكننا أن نقيس زوايا مثلث تكون أركانه هى النجوم الثوابت ، أو المجرات الثلاث – وهو الأفضل– للاحظنا بالفعل أن مجموع زوايا المثلث يزيد عن ١٨٠ درجة . ولكن السفر إلى النجوم أو المجرات هو أمر مستحيل استحالة فنية ، وعلي ذلك فلابد لنا من الاكتفاء بالطرق غير المباشرة في الاستدلال ، وهى الطرق التي تدل ، حتى في المرحلة الراهنة لمعرفتنا ، علي أن الهندسة النجمية لا أقليدية [٣] .

١– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٧ .

2 - Rechenbach, H., from Copernieus to Einstein, P. 119.

٣– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٨ .

(٦)

نسـبية الهنـدسـة

إن وجود بدائل هندسية متسقة داخليا (كهندسة أقليدس ، وهندسة ريمان مثلا) أثار مسألة أى هذه الهندسات ينطبق علي العالم الفيزيائى الموجود بالفعل . وفى إجابته عن هذا السؤال أكد ريشنباخ علي أهمية الاعتبارات الاصطلاحية وكذلك الاعتبارات التجريبية . فالطابع الاصطلاحى ينطوى علي وضع تعريفات إحداثية coordinative definitions . [١] إن عملية التعريف أساسية في الدراسات العلمية لأنها تمثل طريقة منطقية في تحديد المفاهيم التي يستخدمها الباحث ، ولكن للتعريفات حدودا لا تستطيع تجاوزها ، فلا يمكن أن نُعَرّف كل شئ ، بل إنه ليس من الضـرورى أن نُعـرّف جـمـيع المفـاهيم ، فـفي المنطق والرياضيات مفاهيم كثيرة ، وكنا نفترض بعض هذه المفاهيم علي أساس أنها لا معرّفات نقوم بواسطتها بتعريف المفاهيم الأخرى . وإذا سلمنا جدلا بتعريف جميع المفاهيم ، فإننا سنضطر إلى استخدام مفاهيم أخرى تحتاج هى بدورها إلي تعريفات وهكذا دون أن نصل إلى نقطة ابتداء ، فلابد إذن من التسليم بعدد من المفاهيم غير المعرَّفة . وقد تزداد هذه المفاهيم أو تنقص تبعا لحاجة الباحث واجتهاده ، ولكن يحرص المناطقة علي أن يكون عدد المفاهيم غير المعرَّفة أقل ما يمكن ، شرط أن يكون بمقدورنا تعريف جميع المفاهيم الأخرى بواسطتها [٢] .

وعادةً ما يعنى التعريف رد مفهوم معين إلى مفاهيم أخرى . وفي علم الفيزياء – كما في سائر مجالات البحث الأخرى – يُستخدم التعريف علي نطاق واسع . وإن كان هناك نوع آخر من التعريفات المستخدمة ، التي يتم التوصل إليها استنادا إلى أن العلم الفيزيائى – الذى يتميز علي نحو مغاير للعلم الرياضى – يبحث في موضوعات واقعية . فالمعرفة الفيزيائية لا تتصف بأنها تصورات يتم تعريفها عن طريق تصورات أخرى فحسب ، وإنما هى مرتبطة أيضا بالأشياء والموضوعات الواقعية . ولا يمكن الاستعاضة عن هذا الارتباط

1- Edwads, Paul, (Editor in Chief), The Encyclopedia of Philosophy, Vol. 7, P. 116 .

٢– د. ياسين خليل ، مقدمة في الفلسفة المعاصرة – دراسة تحليلية ونقدية للاتجاهات العلمية في فلسفة القرن العشرين ، الطبعة الأولى ، مطابع دار الكتب ، بيروت ، ١٩٧٠ ، صفحة ٥٧ .

بتفسير أو شرح لمعانى المفاهيم والتصورات التي تتضمنها المعرفة الفيزيائية ، إذ أنها تقرر ببساطة أن " هذا التصور " يرتبط "بهذا الشئ الجزئى" . وبصفة عامة لا يكون هذا الارتباط جزافيا . ولما كانت المفاهيم الفيزيائية يتم ربطها بعلاقات قابلة للاختبار ، فإنه يمكن التحقق من صدق أو كذب هذا الارتباط إذا ما أضيف شرط الواحدية uniqueness ، ونعنى به المبدأ الذى يقول "إذا دل مفهوم ما علي شئ معين ، فانه ينبغى علي الدوام أن يدل نفس المفهوم علي نفس الشئ" . غير أنه ينبغى تحديد ارتباطات تمهيدية معينة قبل أن يكون ممكنا تطبيق طريقة الارتباط ، وعلي ذلك فإن هذه الارتباطات الأولية هى تعريفات يطلق عليها ريشنباخ اسم "التعريفات الإحداثية" . وهى تعريفات تعسفية ، كسائر التعريفات ، يعتمد اختيارها علي نسق تصورى يتطور بتقدم العلم [١] . وتعريفات النظرية النسبية هى جميعها من هذا النوع ، تعريفات إحداثية [٢] .

ولتوضيح هذه التعريفات الإحداثية وارتباطها بهندسة المكان الفيزيائى ، يقوم ريشنباخ بفحص مفهوم التطابق congruence أو مفهوم تساوى الطول ، وهو مفهوم أساسى لأى هندسة [٣] . فإذا أردنا أن نقارن بين وحدتين للطول عند موضعين مختلفين ، فإننا نضع قضيب القياس علي الجدار ، وفى هذه الحالة ، فإن طوله يقارن بذلك الجزء من الجدار الذي يغطيه القضيب في هذه اللحظة . وإذا ما أردنا المقارنة بين طول جزئين منفصلين من الجدار فإن علينا أن ننقل قضيب القياس لنقيس كلا منهما علي حدة . ومن المفترض أن قضيب القياس لن يتغير طوله أثناء انتقاله . غير أنه لا يمكن التحقق بطريقة تجريبية من أن طول القضيب لم يطرأ عليه تغير أثناء ذلك . إذ من حقنا أن نفترض وجود قوى كونية تؤدى إلي تمدد أو انكماش الأجسام الصلبة ، ومن ضمنها قضيب القياس . ولنفترض أيضا وجود قضيبين للقياس متساويين في الطول ، تم نقلهما بطريقتين مختلفتين إلى مكان بعيد . وهناك تم وضع أحدهما فوق الآخر فوُجِدَ أنهما متساويان في الطول . فهل يؤدى هذا إلى إثبات أن طولهما ظل ثابتا ولم يطرأ عليه – في الطريق – أى تغير ؟ إن افتراض أن طول القضيبين لم يطرأ عليه أى تغير هو افتراض لا يمكن التحقق منه

1- Reichenbach, H., the Philosophy of Space and Time , P 14 .

2- Reichenbach, H.,The Philosophical Significance of the Theory of Relativity P. 199.

3- Edwards, Paul, (Editor in Chief) , The Encyclopedia of Philosophy, Vol. 7, P. 16.

تجريبيا . إذ إن الواقعة الوحيدة التي يمكن ملاحظتها هى أن القضيبين يتساوى طولهما في المكان الذي يتم فيه وضع أحدهما فوق الآخر للمقارنة بينهما [١] .

إن المشكلة موضع البحث هى مشكلة التطابق ، فينبغى أن ندرك أنه لا سبيل إلي اختبار التطابق والتحقق منه . فلنفرض أن كل الأشياء المادية ، وضمنها أجسامنا ، قد تضاعف حجمها عشر مرات أثناء نومنا في الليل ، فعندما نستيقظ في الصباح لا نكون في وضع يسمح لنا باختبار هذا الافتراض . فنتائج هذا التغير لا يمكن ملاحظتها ، بناء علي الشروط الموضوعية ، ومن هنا فليس في وسعنا الاهتداء إلى أدلة تؤيدها أو تفندها . فمن الجائز أننا جميعاً أطول عشر مرات مما كنا بالأمس [٢] .

وليس هناك – في رأى ريشنباخ – إلا مخرج واحد من هذه الإشكالات : هو أن ننظر إلى مسألة التطابق ، لا علي أنها مسألة ملاحظة ، بل علي أنها مسألة تعريف . فينبغى ألا نقول : " إن القضيبين الموضوعين في مكانين مختلفين هما بالفعل متساويان " ، وإنما الواجب أن نقول إننا نسميهما قضيبين متساويين . ونقل القضبان الصلبة هو الذي يحدد تعريف التطابق . هذا التفسير يؤدى إلى استبعاد المشكلات غير المعقولة التي ذُكِرَت من قبل ، إذ لا يعود السؤال عما إذا كنا اليوم أطول مماكنا بالأمس عشر مرات سؤالا ذا معنى ، فنحن نسمى طولنا اليوم مساويا لطولنا بالأمس ، ولا معنى للسؤال عما إذا كان هو في الواقع نفس الطول . ويسمى هذا النوع من التعريفات بالتعريفات الإحداثية ، وهى تربط – كما سبق أن ذكرنا – بين موضوع فيزيائى، كالقضيب الصلب ، وبين تصور "الطول المتساوى " ، وبذلك تحدد مفهومه . وعلي ذلك فإن القضايا المتعلقة بهندسة العالم الفيزيائى لا يكون لها معنى إلا بعد وضع تعريف إحداثى للتطابق . فإذا غيرنا التعريف الإحداثى للتطابق ، نتجت هندسة جديدة . هذه الحقيقة يُطلق عليها اسم نسبية الهندسة [٣] .

ويحذر ريشنباخ من سوء تفسير معنى " النسبية " هنا . فالنسبية لا تعنى التخلى عن الحقيقة ، وإنما تعنى فقط إمكان صياغة الحقيقة بعدة طرق ، إذ ينبغى تفسير لفظ «

1- Reichenbach, H.,The Philosophy of Space and Time, P. 16

٢- ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٢

٣- الموجع السابق ، الموضع نفسه .

النسبية » على أنه يعنى " بالنسبة إلى نسق معين من التعريفات " . فالنسبية تتضمن الكثير من النتائج لأن تنوع التعريفات يؤدى إلى كثرة الأوصاف المتكافئة . وكل هذه الأوصاف تعبر – بلغات مختلفة – عن نفس الشئ ، فهى تعبر عن نفس المضمون الفيزيائي . ويمكن تطبيق نظرية الأوصاف المتكافئة علي كل مجالات علم الفيزياء الأخرى ، غير أن مجالى المكان والزمان يمثلان الحالة النموذجية لهذه النظرية [١] .

إن كثرة الأوصاف المتكافئة لا تستلزم كثرة من وجهات النظر المختلفة ، أو كثرة من الأنساق المتناقضة المضمون . وإنما هى مجرد كثرة من اللغات المتكافئة ، وبالتالى هي كثرة من أشكال التعبير ذات المضمون الواحد ، والتي لا يناقض بعضها بعضا . ويوضح ريشنباخ ذلك بقوله : إن القضيتين " طول الغرفة ٢١ قدم " و " طول الغرفة سبع ياردات " هما وصفان متكافئان ، إذ يعبران عن حقيقة واحدة . ومن ثم فإن التعبير عن طول الغرفة بطريقتين لا يعنى استبعاد مفهوم الحقيقة ، وإنما يعني فقط أن الرقم الذي نصف به الطول إنما يتحدد بالنسبة إلى وحدة الطول . ويؤكد ريشنباخ علي أن كل العلاقات النسبية في نظرية أينشتين إنما هى من هذا النوع ، فتحويل لورنتز* the Lorentz transformation يرتبط بأوصاف مختلفة لعلاقات الزمان – مكان ، وهى متكافئة بنفس المعنى الذي تكافئ به القضية القائلة " إن الطول ٢١ قدم " القضية القائلة "إن الطول سبع ياردات " [٢] .

يقول ريشنباخ : "إن هذه النتيجة تبدو لأول وهلة وكأنها تأييد لنظرية "كنت" في المكان . فإذا أمكن تطبيق كل هندسة علي العالم الفيزيائى ، فيبدو عندئذ أن الهندسة لا تعبر عن صفة في العالم الفيزيائى ، وما هى إلا إضافة ذاتية صادرة عن الملاحظ البشرى، الذي يضع علي هذا النحو نظاما بين موضوعات إدراكه الحسى . وقد استخدم الكانتيون الجدد هذه الحجة في الدفاع عن فلسفتهم ، كما أنها استُخدِمَت في موقف فلسفى يُسمى بالمذهب الاصطلاحى conventionalism ، استحدثه الرياضى الفرنسى هنرى بوانكاريه،

1- Reichenbach, H.,The Philosophical Significance of the Theory of Relativity, P. 200.

* تحويل لورنتز هو معادلة في نظرية النسبية تتناول العلاقة بين وصف حدث ما منسوبا إلى مرجع إحداثي وبين وصفه منسوبا إلى مرجع إحداثي آخر يتحرك بسرعة منتظمة بالنسبة للمرجع الأول . (مجمع اللغة العربية ، معجم الفيزياء الحديثة ، الجزء الأول ، صفحة ١٧٣ .)

2- Reichenbach, H.,The Philosophical Significance of the Theory of Relativity, P. 200.

وبمقتضاه تكون الهندسة مسألة اصطلاحية ، ولا يكون هناك معنى لقضية تزعم أنها تصف هندسة العالم الفيزيائى " [١] .

غير أن ريشنباخ يستدرك قائلا : " علي أن اختبار هذه الحجة بمزيد من الدقة كفيل بأن يثبت أنها غير مقبولة ، فعلي الرغم من أنه من الممكن استخدام كل نسق هندسى في وصف تركيب العالم الفيزيائى ، فإن النسق الهندسى إذا ما أخذ وحده لا يصف ذلك التركيب وصفا كاملا ، ولن يكون الوصف كاملا إلا إذا اشتمل علي قضية عن مسلك الأجسام الصلبة والأشعة الضوئية ، وعندما نسمى الوصفين متساويين ، أى صحيحين بقدر متساو ، فإننا نشير إلى الأوصاف الكاملة بهذا المعنى . ومن بين الأوصاف المتكافئة ، سيكون هناك وصف واحد ، وواحد فقط ، لا يقال فيه عن الأجسام الصلبة والأشعة الضوئية أنها انحرفت أو شوهت بفعل القوى الكونية . وسوف أستخدم للدلالة على هذا الوصف اسم النسق السوى، normal system . والآن يمكننا أن نتساءل عن أى الهندسات تؤدى إلى النسق السوى ، وهذه الهندسة يمكن تسميتها بالهندسة الطبيعية natural geometry . ومن الواضح أن السؤال المتعلق بالهندسة الطبيعية ، أى الهندسة التي لا تكون الأجسام الصلبة والأشعة الضوئية منحرفة بالنسبة لها ، لا يمكن الإجابة عنه إلا بالبحث التجريبى . وبهذا المعنى يكون السؤال عن هندسة المكان الفيزيائى سؤالا تجريبيا " [٢] .

إذا كان من الصحيح أن المكان الفيزيائى يمكن وصفه بواسطة كل من الهندسة الاقليدية واللاأقليدية ، فإنه من الخطأ أن نفسر نسبية الهندسة بالقول بأنها تقتضى وصف القضية المتعلقة بالبناء الهندسى للمكان الفيزيائى بأنها خالية من المعنى . إن اختيار هندسة ما لا يعد أمرا تعسفيا طالما لم يتم تحديد تعريف للتطابق . وبمجرد وضع هذا التعريف يصبح السؤال عن هندسة المكان الفيزيائى سؤالا تجريبيا[٣] . فعلى سبيل المثال، حين نستخدم أجساما صلبة لوضع تعريف للتطابق ، فإننا نجد أن مكاننا الفيزيائى يكاد يكون أقليديا في الأبعاد الأرضية ، وهذه حقيقة تجريبية . وإذا استخدمنا نفس هذا

---

١ – ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٣ .

٢ – المرجع السابق ، صفحات ١٢٣ ، ١٢٤ .

3- Reichenbach, H.,the Philosophical Significance of the Theory of Relativity , P. 200.

التعريف للتطابق ، في مكان آخر من الكون ، فإنه يؤدى إلى هندسة لا أقليدية ، وسيكون البناء الهندسي لهذا الجزء من المكان الكوني ، مختلفا عن البناء الهندسي لعالمنا الأرضى الذى نعيش فيه – وإذا كان من الصحيح أن الهندسة الأقليدية ، بدورها ، يمكن تطبيقها علي ذلك الجزء من الكون ، فإنه في هذه الحالة لن يكون ممكنا وضع تعريف التطابق بواسطة الأجسام الصلبة . إن الجمع بين القضية المتعلقة بالهندسة والقضية الخاصة بتعريف التطابق الذي نستخدمه ، إنما يخضع للاختبار التجريبى ، وبالتالى يعبر عن خصائص العالم الفيزيائى ، إن المفكر ذا الاتجاه الاصطلاحى يغفل عن أن القضية غير المكتملة للهندسة – التي يتم فيها تجاهل الرجوع إلى تعريف التطابق – هى وحدها التي تكون تعسفية ، أما إذا اكتملت القضية بإضافة الاستناد إلى تعريف للتطابق ، فسيكون من الممكن التحقق من صدقها بطريقة تجريبية ، وبالتالى يكون لها مضمون فيزيائى [1] .

وعلي ذلك ، فبدلا من أن نتحدث عن مذهب اصطلاحى ، علينا أن نتحدث عن نسبية الهندسة ، فالهندسة نسبية بنفس المعنى الذى تكون به المفاهيم الأخرى نسبية . فالقول بأن " الجيزة تقع جنوب القاهرة " قضية اصطلاحية . ولكن لا ينبغى أن ننسى أن هذه القضية الاصطلاحية يمكنها أن تعبر عن صدق موضوعى اذا ما أخذت ، هذه القضية ، في اعتبارها نقطة الإسناد the point of reference . فالقضية القائلة " الجيزة تقع جنوب القاهرة منظورا إليها من الاسكندرية "ليست قضية اصطلاحية ، وإنما هى واقعة تجريبية[2].

وهكذا فإن المفاهيم النسبية ، مثل "شمال " و "جنوب" و " علي اليسار " و " علي اليمين " إنما تصلح تماما للاستخدام في صياغة مشتملة علي نقطة إسناد . وبهذا المعنى نفسه تكون الهندسة تصورا نسبيا . فنحن لا نستطيع الكلام عن هندسة العالم إلا بعد أن نكون قد قدمنا تعريفا إحداثيا للتطابق . وعلي هذا الشرط يمكن إصدار قضية تجريبية عن هندسة العالم الفيزيائى . وعلي ذلك فعندما نتحدث عن الهندسة الفيزيائية ، يكون من المفهوم أننا وضعنا تعريفاً إحداثيا معينا . ويقول ريشنباخ "لو كان ما أراد بوانكاريه أن

1- Reichenbach. H ,The Philosophical Significance of the Theory of Relativity, P. 200 - 201.

2- Ibid., P. 201 .

يقوله هو أن اختيار وصف واحد من مجموعة الأوصاف المتكافئة مسألة اصطلاحية ، لكان في ذلك علي حق . أما إذا كان قد اعتقد أن تحديد الهندسة الطبيعية ، بالمعنى الذي عرفناها به ، هو مسألة اصطلاحية ؛ فإنه يكون في ذلك مخطئا ، إذ إن من المستحيل التحقق من هذه الهندسة إلا بطريقة تجريبية [١] .

١- ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٢٤ .

(٧)

نسبية الزمان

إن مشكلة الزمان كانت علي الدوام مشكلة محيّرة للذهن البشرى، لا علي مستوى حوادث العالم الخارجى فحسب ، بل علي مستوى تجاربنا الذاتية التي تحدث في الزمان . وكان يبدو وكأن سريان الزمن الذي يرتب حوادث العالم الفيزيائى يمر عبر الوعي البشرى ويدفعه إلى التكيّف مع هذا الترتيب . فملاحظاتنا للأشياء الفيزيائية ولمشاعرنا وانفعالاتنا وللعمليات العقلية الخاصة بنا . كل هذه الملاحظات إنما تمتد وتتسع من خلال الزمان ، وتعجز عن الإفلات من التيار الذي يتدفق بلا انقطاع من الماضى إلي المستقبل مرورا بالحاضر [١] . والواقع أن الاهتمام الذي أولته فلسفة العلم لفكرة الزمان أقل بكثير من اهتمامها بفكرة المكان . فعادة ما يتم النظر إلى الزمان باعتباره مماثلا للمكان وإن كان أكثر منه بساطة ، وذلك لأن الزمان ذا بعد واحد ، في حين أن المكان متعدد الأبعاد . ولقد اعتقد بعض الفلاسفة أن إيضاح فكرة المكان سيؤدى إلى حل مشكلة الزمان . فالفيلسوف الألمانى "كنت" قد عرض المكان والزمان بوصفهما صورتين للعيان الخالص ، وعالجهما في فصل مشترك من كتابه " نقد العقل الخالص " . غير أن الإبستمولوجيا الحديثة قد أثبتت بوضوح – كما يقول ريشبناخ – أن الزمان والمكان ليسا صورتين للعيان الخالص ، كما كان يعتقد "كنت" ، وإنما هما صفتان للنظام الموضوعى للعالم الفيزيائى الذي يمكن ملاحظته في الواقع عن طريق الذات المُدركة [٢] .

الزمان ، إذن ، يبدو أقل إشكالا من المكان ، لأنه لا ينطوى علي صعوبات ناجمة عن تعدد الأبعاد . وفضلا عن ذلك فإن الزمان لا يثير مشكلة كتلك التي أثارتها الهندسة اللا أقليدية ، فما دام الزمان ذو بعد واحد فسيكون من المستحيل إثارة مشكلات تتعلق باستقامة الخطوط وانحنائها . ومن ثم يفتقر الزمان – بسبب واحدية بعده – إلى تلك المشكلات التي أدى إليها التحليل الفلسفى لمشكلات المكان [٣] . فالزمان هو خاصية للطبيعة

1- Reichenbach, H., the Direction of Time, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1956, P. 1.

2- Reichenbach, H., Modern Philosophy of Science, PP. 89-90 .

3- Reichenbach, H., The Philosophy of Space and Time, P. 109 .

نعبر عنها في نسق تصوري ، وأن التتابع السببي هو ظاهرة فيزيائية تناظر (فيما يتعلق بالزمان) الأجسام الصلبة في المكان [١]. ويستخدم ريشنباخ مصطلح " السلسلة السببية " ليعبر به عن أشكال التتابع السببي ، مثل انتقال إشارات التلغراف بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية ، أو حتي نقل الأشياء المادية . ومن ثم فإن كل الحوادث الفيزيائية إنما تشكل سلاسل سببية . ومن أهم خصائص السلسلة السببية أنها غير قابلة للإنعكاس ، أي أنها لا ترجع أبدا إلى نقطة بدايتها ، ولا يقصد ريشنباخ بلفظ "ترجع " أنها تعود إلي نفس المكان فحسب ، وإنما تعود إلى نفس المكان والزمان [٢] .

والواقع أن ترتيب الزمان يرتبط بفكرة السببية . ففي تجاربنا اليومية نأخذ مسألة أن علاقة السبب بالنتيجة لها اتجاه معين ، كقضية مسلم بها ، ونكون علي قناعة بأن الحادث اللاحق لا يمكن أن يكون سببا للحادث السابق . وعندما نتساءل عن كيفية التمييز بين السبب والنتيجة فإننا عادة ما نقول أنه إذا ارتبط حادثان برابطة السببية فإن السبب هو الذى يسبق النتيجة زمنيا ، أي أننا ندرك الاتجاه السببي من خلال اتجاه الزمن [٣] . وعلي ذلك فإن قيام علاقة السببية بإيجاد ترتيب متسلسل للحوادث الفيزيائية هو سمة من أهم سمات العالم الذي نعيش فيه . غير أن الترتيب المتسلسل لا تمليه ضرورة منطقية ، إذ إننا نستطيع تخيل عالَم لا تؤدى فيه السببية إلى ترتيب متسق للسابق واللاحق . في مثل هذا العالم لن يكون الماضي والمستقبل منفصلين انفصالا قاطعا ، وإنما يمكن أن يتلاقيا في حاضر واحد، ونستطيع أن نتقابل مع أنفسنا كما كنا منذ عدة سنوات ونتحدث معها . علي أن من الوقائع التجريبية أن عالمنا ليس من هذا النوع ، وإنما هو يقبل نظاما متسقا علي أساس علاقة متسلسلة مبنية علي ارتباط سببي يسمى الزمان . فالترتيب الزمني يعكس الترتيب السببي في الكون [٤].

ولقد كان " ليبنتس" Leibniz (١٦٤٦ – ١٧١٦) هو أول من أشـــار إلي فكرة رد الترتيب الزمني إلي الترتيب السببي وتعبر هذه الفكرة عن ميله إلى القول بنسبية الزمان

1- Reichenbach, H., Axiomatization of the Theory of Relativity, P. 15.

2- Reichenbach, H., Modern Philosophy of Science, P. 91 .

3- Reichenbach, H., The Direction of Time, P. 27 .

٤– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٣٧ .

والمكان . غير أن التوصل إلي النظرية السببية للزمان ما كان يمكن أن يتحقق قبل أن يكمل أينشتين نظريته في النسبية . فمن خلال نقد أينشتين للتزامن تم استخلاص الدليل الحاسم والمقبول لتعريف النظام الزمني علي أساس الترتيب السببي[١] ، إذ إن هناك تعريف مقابل لتعريف التعاقب الزمني ، هو تعريف التزامن (أو المعية) simultaneity . فنحن نسمي الحادثين متزامنين إذا لم يكن أحدهما سابقا أو لاحقا للآخر .

والتزامن – كم يقول ريشنباخ – لا يمكن معرفته ، وإنما ينبغي تعريفه ، وهذا التعريف سيكون تعسفياً إلي حد ما . فإذا أطلق مدفعان نيرانهما من فوق جبلين متباعدين في وقت واحد ، فإنني سوف أسمع صدى صوت المدفعين معا في آن واحد إذا كنت واقفا في منتصف المسافة بينهما . ويمكن حينئذ أن أؤكد أيضا أن إطلاق النار من المدفعين لم يتم في آن واحد بل علي التوالي ، ويمكن إثبات ذلك بالرجوع إلى القول بأن موجات الصوت كانت سرعتها في اتجاه أكبر منها في الاتجاه الآخر . إنه في وسعي أن اعتبر – وبطريقة تعسفية تماما – أن أحد المدفعين كان أسبق في إطلاق النار ، وإن يوقعني مثل هذا التأكيد في تناقض، أي أنني سمعت صدي صوت المدفعين معا في آن واحد عند منتصف المسافة[٢] .

إن الزمان – وفقا لنظرية النسبية – هو تسلسل حوادث استنادا إلى مرجع ، وان تسلسل الحوادث ليس واحداً عند جميع المراقبين ، فهو يختلف باختلاف حركة المراقب أوالمشاهد ،وهذا معناه أن فكرة وجود زمان مطلق ينساب في الكون كله تترتب بموجبه الحوادث في المكان هو فرض ميتافيزقي لا أساس له من الصحة . ومن ثم فان الزمان ليس كيانا مثاليا أو فكريا له وجود أفلاطوني يدرك بنوع من الحدس ، وليس نوعا ذاتيا من الترتيب يفرضه الملاحظ البشري علي العالَم ، كما أعتقد " كنت " . بل إن في استطاعة الذهن البشري – كما يقول ريشنباخ – أن يدرك نظما مختلفة للترتيب الزمني ، يعد الزمان الكلاسيكي نظاما واحدا منها ، وزمان أينشتين ، بما يفرضه من حدود علي الانتقال السببي، نظاما آخر . أما اختيار الترتيب الزمني الذي ينطبق علي عالمنا ، من بين هذه

1- Reichenbach, H., The Direction of Time, P. 25 .

٢ – ريشنباخ ، من كوبرنيقوس إلى اينشتين ، صفحة ١١١.

الكثرة من النظم الممكنة ، فهو مسألة تجريبية . فالترتيب الزمنى يمثل صفة عامة للكون الذي نعيش فيه، والزمان حقيقى بنفس المعنى الذى يكون به المكان حقيقا . ومعرفتنا للزمان ليست قبلية ، وإنما هي نتيجة ملاحظة ، أى أن النتيجة التي تؤدى إليها فلسفة الزمان هي أن تحديد التركيب الفعلي للزمان إنما هو عمل من أعمال الفيزياء .

وهكذا أدى التحليل العلمى إلى تفسير للزمان يختلف كل الاختلاف عن تجربة الزمان في الحياة اليومية . فقد اتضح أن ما نشعر بأنه تدفق للزمان ، هو في ذاته العملية السببية التي تكون هذا العالم . وتبين لنا أن تركيب هذه الصيرورة السببية نو طبيعة أعقد بكثير مما يكشفه الزمان الذي ندركه بالملاحظة المباشرة . يقول ريشنباخ : "صحيح أن العلم يجرد المضمون الانفعالى لكي ينتقل إلى التحليل المنطقى . غير أن من الصحيح أيضا أن العلم يفتح آفاقا جديدة ، تجعلنا نمارس يوما ما انفعالات لا عهد لنا بها من قبل علي الإطلاق"[1].

---

١ – ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٤١ .

الخـــاتمـة

إن الطابع العلمى لفلسفة ريشنباخ قد أدى إلي نتائج بالغة الأهمية . أولى هذه النتائج هى أننا لم نعد ننظر إلى الاستقراء بوصفه منهجا للوصول إلي الحقيقة ، لأننا نعلم – وفقا لفلسفة ريشنباخ – أنه لا سبيل أمامنا للوصول إلى الحقيقة . وبدلا من أن ننظر إلي الأحكام المتعلقة بالعالم الفيزيائى باعتبارها محاولات للاهتداء إلى الحقيقة ، علينا أن ننظر إليها علي أنها تجارب ستكون موضوعا لتصحيحات لاحقة . إن منهج الاستدلال العلمى – بوصفه منهجا تجريبيا – هو طريقة للمحاولة والخطأ . فالنتائج العلمية هى ترجيحات ، أى أحكام ننظر إليها علي أنها صحيحة حتي وإن لم يكن لدينا دليل علي صحتها . ومن ثَم فإن فلسفة ريشنباخ لا تزعم أنها تملك حقيقة مطلقة ، إذ أنها تنكر أن تكون للمعرفة التجريبية حقيقة من هذا النوع . وعلي قدر إشارة فلسفة ريشنباخ إلى الحالة الراهنة للمعرفة ، واستخلاصها لنظرية هذه المعرفة الموجودة الآن ، فإنها هى ذاتها تعد فلسفة تجريبية ، وتقنع بالحقيقة التجريبية . فليس في وسع الفيلسوف العلمى ، شأنه شأن العالِم ، إلا أن يبحث عن أفضل ترجيحاته ، ولكن ذلك هو مايستطيع أداءه وهو علي استعداد لأدائه بروح المثابرة والنقد الذاتي والترحيب بالمحاولات الجديدة ، التي لا غناء عنها للعمل العلمي . ولو عمل الإنسان علي تصويب الخطأ كلما تكشف له بطلانه ، لكان طريق الخطأ – كما يقول ريشنباخ – هو ذاته طريق الحقيقة .

النتيجة الثانية التي يؤدى إليها الطابع العلمى لفلسفة ريشنباخ هى أن صورة المنهج العلمى ، كما ترسمها هذه الفلسفة ، مختلفة كل الاختلاف عن المفاهيم التقليدية . فقد اختفى المثل الأعلي لعالَم يخضع مساره لقواعد دقيقة ، أو لكون محدَّد مقدما ، يدور كما تدور الساعة المضبوطة . واختفي المثل الأعلى للعالِم الذي يعرف الحقيقة المطلقة . واتضح – وفقا لفلسفة ريشنباخ – أن أحداث الطبيعة أشبه برمى الزهر منها بدوران النجوم في أفلاكها ، فهى خاضعة للقوانين الاحتمالية ، لا للعلية . ويشبه البحث العلمى طريقة المراهنة ، أى أن نتيجة البحث العلمى هى أفضل رهان يمكن أن يقوم به العالِم . وينبغى ، كما يقول ريشنباخ ، ألا ننظر إلي التشبيه السابق علي أنه انتقاص أو استخفاف بالمنهج العلمى . ولنقل إن العالِم أفضل من المقامر لأن موضوعه هو المعرفة ، أى الحضارة البشرية ذاتها

وإذا كان العالم يقوم بترجيحات ، فهو لايفعل ذلك لأنه عزف عن القيام بعمل نبيل ، وإنما السبب في قيامه بترجيحات هو أنه ليس أمامه سبيل آخر . ومن ثم يكون من الأفضل تشبيه طريقته في الترجيح بالطريقة التي يقوم بها المستكشف في ترحاله عبر البحار علي أمل اكتشاف شواطئ جديدة ، إنه يجازف لأنه ليس أمامه سبيل أفضل لبلوغ هدفه [1] . وإذا كان المرء يعمل أفضل ما يمكنه عمله ، فهل يستطيع أحد أن يطلب منه المزيد ؟

إن هذه النتيجة لابد أن تبدو ، بالنسبة إلى أولئك الذين اعتادت عقولهم علي المذاهب الفلسفية الكبرى ، وكأنها تمثل انهيارا للمعرفة ، وإخفاقاً نهائيا لكل خطط العقل في التغلب علي فوضى واضطراب الحوادث الفيزيائية . فلقد قامت الفلسفة العقلية علي أساس الاعتقاد بأن الذهن البشرى له طبيعة ثابتة وأنه يفرض مبادئه علي الكون . غير أن التقدم الذي أحرزه علم الفيزياء أثبت بطلان هذا التصور . كما أن بنية العالم الفيزيائى تقتضى فهم التغير الذي طرأ علي المقولات التي عن طريقها يتحقق هذا الفهم . وفي مقدور علم الفيزياء السائد في عصرنا تقديم صيغ جديدة لنظام العالم ، أى أن في مقدوره التكيّف مع المعرفة المدهشة والمعقدة لعالم انهارت بالنسبة له كل المقولات المعروفة ، مثبتا أن قدرات الذهن الإنسانى لا تقتصر علي تلك الصيغ القديمة التي حاولت أن تقدمها الفلسفة القبلية بوصفها مقولات خالدة للمعرفة . فالعقل الإنسانى ليس إطارا جامدا ، بل هو إمكانية تنمو وتزداد بازدياد المهام الملقاة علي عاتقه ، وهو يشارك في التطور الذي ينقل المعرفة من مرحلة الخيال والتأمل إلى مرحلة القوانين الرياضية التي تحكم احتمالات التنبؤ .

لقد كرس ريشنباخ جزءا كبيرا من إنتاجه الفلسفى لبيان الأخطاء الناجمة عن الاستخدام الخالص للعقل ، والاعتقاد بأنه في استطاعة الذهن البشرى أن يستخلص من ذاته ، ودون الرجوع إلي الواقع الخارجي علما كاملا بالكون والإنسان . والواقع أن رفض ريشنباخ للفلسفة التقليدية كان الهدف منه مزدوجا : رفض المذهب العقلى ، ورفض الميتافيزيقا ، وذلك لحساب التفكير العلمى ، إيمانا بوحدانية العلم وقدرته علي تزويدنا بتفسير لكل شئ وبمعرفة العلل الأولى والأخيرة [2] . ففيما يتعلق بالمذهب العقلى ، يذهب

1- Reichenbach, H., Philosophy and Physics. P. 12.

٢- د. محمود رجب ، الميتافيزيقا عند الفلاسفة المعاصرين ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٨٦ ، صفحة ٢٣٢ .

ريشنباخ إلي أن هذا المذهب كان ، علي الدوام ، يسعى إلى اكتساب معرفة بالعموميات ، أى بأعم المبادئ التي تحكم الكون . وأدى به ذلك إلى تشييد مذاهب فلسفية تتضمن فصولا ينبغي أن نعدها اليوم محاولات ساذجة لتكوين فيزياء شاملة ، أى فيزياء تقوم فيها تشبيهات بسيطة بتجارب الحياة اليومية بمهمة التفسير العلمى . وحاول أصحاب هذا المذهب تقديم تفسير لمنهج المعرفة باستخدام تشبيهات مماثلة ، وأجابوا عن الأسئلة الخاصة بنظرية المعرفة باستخدام لغة مجازية ، لا باستخدام التحليل المنطقي . أما فلسفة ريشنباخ فإنها تترك للعالِم مهمة تفسير الكون بأسرها ، وتبنى نظرية المعرفة عن طريق تحليل نتائج العلم . وتدرك عن وعى أنه من المستحيل فهم فيزياء الكون أو فيزياء الذرة من خلال تصورات مستمدة من الحياة اليومية .

إن معارضة ريشنباخ للمذهب العقلي قد أدت به إلى رفض المعرفة التركيبية القبلية . فالفلسفة التأملية فى سعيها إلى اليقين المطلق ، رأت أن القوانين العامة المتحكمة في جميع الحوادث يمكن استخلاصها من العقل الخالص . فالعقل ، وهو مشرّع الكون ، قد كشف للذهن البشرى الطبيعة الكامنة للأشياء جميعا – ذلك رأى يكمن في أساس المذاهب التأملية بكل صورها . أما فلسفة ريشنباخ فهى ترفض أن تقبل أية معرفة بالعالم الفيزيائى علي أنها تتصف باليقين المطلق . فليس من الممكن التعبير عن الحوادث الفردية ، ولا عن القوانين التي تحكمها ، بصورة مطلقة ، بل المجال الوحيد الذي يمكن بلوغ اليقين فيه هو مبادئ المنطق والرياضة ، غير أن هذه المبادئ تحليلية وفارغة . فيقين أى مبدأ إذن لا ينفصل عن كونه فارغا ، وبالتالى فليس ثمة معرفة تركيبية قبلية .

إن رفض ريشنباخ للمعرفة التركيبية القبلية – إلى جانب إيمانه العميق بالعلم – أدى به إلى نتيجة أخرى ، وهى القول بنسبية المكان والزمان . فلقد حاول ريشنباخ الإجابة عن المشكلات التي كان لها دور في الفلسفة التقليدية منذ بدايتها في التفكير اليونانى . فهناك مشكلة أصل المعرفة الهندسية ، التي كانت إجابة ريشنباخ عنها هى التمييز بين الهندسة الفيزيائية ، التي هى تجريبية ، وبين الهندسة الرياضية ، التي هى تحليلية . وهناك مسألة السببية والتحديد العام لجميع الحوادث الفيزيائية ، وهى المسألة التي كانت الإجابة عنها سلبية : فالسببية قانون تجريبى ، ولا يسرى إلا علي موضوعات العالم الكبير ، علي حين أنه

ينهار في المجال الذرى . وهناك مسألة طبيعة الجوهر والمادة ، التي كانت الإجابة عنها ثنائية الموجات والجسيمات ، وهو تصور أغرب من أى نوع من الخيال تمخضت عنه المذاهب الفلسفية في أى وقت . وهناك مسألة طبيعة المنطق ، وهو المبحث الذي تبين أنه نظام لقوانين اللغة لا يرتبط بأية تجارب ممكنة ، وبالتالى لا يعبر عن أية خصائص للعالم الفيزيائى . وهناك مسألة المعرفة العلمية التي أجاب عنها ريشنباخ بنظرية في الاحتمال والاستقراء ، بمقتضاها تكون التنبؤات ترجيحات ، وتكون هى أفضل الأدوات المتوافرة للتنبؤ بالمستقبل إن كان مثل هذا التنبؤ ممكنا .

لم تعدالفلسفة – كما يقول ريشنباخ – قصة أناس حاولوا عبثا أن " يقولوا ما لا يمكن أن يقال " بصورة مجازية أو تراكيب لفظية لها صورة منطقية وهمية . بل إن الفلسفة هى التحليل المنطقي لجميع أشكال الفكر البشرى ، ومن الممكن التعبير عما تود أن تقوله بعبارات مفهومة . وليس ثمة شئ " لا يمكن أن يقال " يتعين عليها أن تستسلم لشروطه . بل إن الفلسفة علمية في مناهجها ، فهى تجمع النتائج التي تقبل البرهان ، والتي يقبلها أولئك الذين اكتسبوا خبرة كافية في المنطق والعلم . وإذا كانت لا تزال تنطوى علي مشكلة لم تحل، مازالت تثير الجدل ، فهناك أمل حقيقى في أن تحل في المستقبل بنفس الطرق التي أدت ، في حالة مشكلات أخري ، إلي حلول يشيع قبولهاليوم [١] .

كانت الفلسفة فيما مضى – إلا استثناءات قليلة جدا – تبحث عن الثابت وراء التغير، أما اليوم فقد جاءها العلم بفكر جديد – وعلي رأسه فكرة التطور – جعل هذا التغير نفسه هو طبيعة الأشياء وحقيقتها ومن ثم أقلعت عن البحث عما ليس له وجود ، وطفقت تجاري العلم في وجهته ، وتوازيه في منحاه ، فتجعل التغير والتطور والسير والترقى مدار بحثها . ويمكن وصف هذا الانتقال ، من مجال البحث عما هو ثابت إلي مجال النظر فيما هو متغير، بأنه انتقال من اللاهوت وما يجرى مجراه إلى العلم وما يدور مداره . فقد كان اللاهوت بغض النظر عن الظواهر المتغيرة ليبحث فيما هو ثابت وراء هذا التغير . فوراء الكون المادى المتغير إله ثابت ، ووراء جسم الإنسان المتغير روح ثابت ، ووراء أى شئ مادى متغير عنصر

١– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ٢٦٨ .

ثابت وهكذا . وكانت هذه "الثوابت" أعلي منزلة من ظواهرها المتغيرات ، بل كثيرا ما انتهى الأمر بالفلاسفة إلى إنكار وجود هذه المتغيرات إنكارا يبطل وجودها ، حتى لا يتصف بالوجود إلا ما هو حق مطلق لا يتغير مع تغير المكان والزمان [١] .

إن العلم – وهذه حقيقة لا شك فيها – يميز العصر الحديث عن غيره من العصور ، كما كان الدين يميز العصور الوسطى تمييزا لاشك فيه أيضا . وإذا كانت السيادة للعلم في عصرنا ، فما الحاجة إلى الميتافيزيقا في هذا العصر ، عصر العلم ؟ إن هذا السؤال يتضمن الشك فى إمكان قيام الميتافيزيقا جملة [٢] . إن كلمة " الميتافيزيقا" يمكن أن تُفهم بمعنيين ، المعنى الخاص وهو العلم الإلهى ، والمعنى العام وهو دراسة الوجود بما هو موجود[٣] . فالميتافيزيقا تُعرف عند المتحمسين لها بأنها مذهب الحقائق العالية . وهنا تُفهم " الحقيقة العالية " علي أنها حقيقة تكمن فيما وراء الطبيعة ، حقيقة تفارق وتجاوز الطبيعة . وعلي هذا ، فالميتافيزيقا بهذا المعنى لابد أن تهتم بالحقيقة العليا ، أى تتخذ من الله موضوعا لبحثها ، ذلك لأن الله هو الموجود المفارق الذى يجاوز الطبيعة . لكن هناك تعريفا آخر مختلفا ممكنا للميتافيزيقا ، وهذا التعريف الآخر المختلف للميتافيزيقا هو في الحقيقة أكثر ملاءمة لتاريخ الفكر ، هو – كما يقول أستاذنا الدكتور / محمود رجب – التعريف الحق للميتافزيقا . ففى هذا التعريف يُنْظَر إلى الميتافيزيقا من حيث هى إثارة للسؤال : "ما الوجود ؟" . أى أن الميتافيزيقا تُعْرَف ابتداء من وضع السؤال ، ومن ثَم فكل إجابة ممكنة عن هذا السؤال تُؤْخَذ علي أنها ميتافيزيقا [٤] .

والواقع أن ريشنباخ يرفض الميتافيزيقا بكل أشكالها ، ففى بحثه عن أصل الكون يرى ريشنباخ أن السؤال عن كيفية تولد المادة من لاشئ ، أو البحث عن علة أولى ، بمعنى علة الحادث الأول أو الكون في مجموعه ، ليس سؤالا ذا معنى . فالعلم قد تتبع تاريخ الكون

١– د. زكى نجيب محمود ، حياة الفكر في العالم الجديد ، دار الشروق ، القاهرة ١٩٨٢ ، صفحات ١١٣ –١١٤

٢– د. محمود رجب ،الميتافيزيقا عند الفلاسفة المعاصرين ، صفحة ٢٣٢ .

٣– د. نازلى اسماعيل حسين ، الميتافيزيقا والبحث عن الوجود ، مكتبة سيد عبدالله وهبه ، القاهرة ، ١٩٨٥ ، صفحة ٦٢ .

٤– د. محمود رجب ، الميتافيزيقا عند الفلاسفة المعاصرين ، صفحة ٣١٩

إلى وقت يرجع إلى الوراء ألفي مليون سنة . فما الذى كان هناك قبل هذا التاريخ ؟ وهل يحق لنا أن نتساءل عن كيفية ظهور الكرة الغازية الأولى إلى الوجود ؟ لقد أجاب الفلاسفة التأمليون على هذا السؤال بابتداع مذهب في نشأة الكون كان يضع الخيال محل العلم ، أو يفترض فعلا للخلق من لا شئ ، وهى إجابة لا تعدو – في نظر ريشنباخ – أن تكون تعبيرا عن الجهل بالموضوع ، مختبئا خلف قناع لا يصعب استشفاف ما وراءه . أما إذا امضينا أبعد من ذلك ، وبنينا هذه الإجابة علي أساس أننا سنظل إلى الأبد جاهلين ، فإننا نكون بذلك قد نسبنا إلى أنفسنا – متنكرين في ثياب التواضع – قدرة كاملة علي استباق التطورات العلمية المقبلة . ويرى ريشنباخ أن الإجابة الحقيقية عن أصل الكون لابد أن نتركها للعلم ، فهو وحده الذي يمكنه أن يقدم هذه الإجابة في يوم ما [١] .

من الحجج الأثيرة لدى الفلسفات المضادة للعلم ، القول ان التفسير ينبغى أن يتوقف عند نقطة ما ، وأنه ستظل هناك أسئلة لا إجابة لها ، غير أن الأسئلة التي يقصدونها عندئذ إنما هى – في رأى ريشنباخ – أسئلة تكونت نتيجة لسوء استخدام الألفاظ . فالألفاظ التي يكون لها معني في تجمع معين قد لايكون لها معنى في تجمع آخر [٢] . فهل يمكن أن يكون ثمة أب لم يكن له ابن أبدا ؟ أن كل شخص لابد أن يسخر من الفيلسوف الذي يرى في هذا السؤال مشكلة جدية . ومع ذلك فإن السؤال عن سبب الحادث الأول ، أو سبب الكون في مجموعه ، ليس – في رأى ريشنباخ – أفضل من ذلك . فكلمة " سبب" تعبر عن علاقة بين شيئين ، وهى لا تعود منطبقة عندما يكون الكلام منصبا علي شيئ واحد . وعلي ذلك فليس للكون في مجموعه سبب لأنه لا يوجد ، حسب التعريف ، شئ خارجه يمكن أن يكون سببا له . والواقع أن هذا النوع من الأسئلة إنما هو – كما يؤكد ريشنباخ – مجرد لغو لفظى ، وليس مناقشة فلسفية [٣] .

يرى ريشنباخ أن استبعاد الأسئلة التي لا معنى لها في مجال الفلسفة أمر عسير لأن هناك نوعاً معينا من العقلية يسعى إلى البحث عن أسئلة لا يمكن الإجابة عنها علي أن

١– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحات ١٨٣ – ١٨٤ .

٢– المرجع السابق ، صفحة ١٨٤ .

٣– السابق أيضا ، صفحة ١٨٥ .

الرغبة في إثبات أن للعلم قدرة محدودة ، وأن أسسه النهائية تعتمد علي نوع من الإيمان لا علي المعرفة هي رغبة يمكن تفسيرها علي أساس علم النفس والتربية ، ولكنها لا تجد تأييدا من المنطق . فهناك – كما يقول ريشنباخ – علماء يشعرون بالفخر عندما تنتهي محاضراتهم عن التطور بدليل مزعوم علي أنه ستبقى هناك أسئلة يعجز العالم عن الإجابة عنها . وكثيرا ما يستشهد الناس بآراء هؤلاء العلماء بوصفها دليلا علي عدم كفاية الفلسفة العلمية . ومع ذلك فكل ما تثبته هذه الآراء هو أن الإعداد العلمي لا يكفي في كل حين لإكساب العالم القدرة علي مقاومة إغراء تلك الفلسفة التي تدعو إلى الاستسلام لنوع من الإيمان . أما من كانت الحقيقة ضالته المنشودة فعليه ألا يستسلم لتخدير الاعتقادات المسلم بها ، حتي لا تهدأ في نفسه ثورة البحث . ذلك لأن العلم – كما يؤكد ريشنباخ – سيد نفسه ، وهو لا يعترف بسلطة تخرج عن حدوده [١] .

هذا هو موقف ريشنباخ الرافض للميتافيزيقا ، فهو يستبعد الميتافيزيقا باسم العلم ، ويقف إلى جانب المعرفة العلمية علي حساب المعرفة الميتافيزيقية ومع ذلك فإننا من جانبنا لا نستطيع أن نفاضل بين هذين النوعين من المعرفة ، فكل واحدة لها مجالها الخاص ، وموضوعها ومنهجها . إن السؤال الميتافيزيقي يختلف عن السؤال العلمي ، ولذلك تختلف الإجابة في كلا العلمين ، فالسؤال العلمي يتعلق بموضوع ما من موضوعات المعرفة . أما السؤال الميتافيزيقي فهو يشمل الذات والموضوع معا . فالذات التي تتساءل في الميتافيزيقا هي الذات التي تتساءل عن ذاتها ومصيرها في هذا العالم . لذلك فمن العسير أن نجد الإجابة الميتافيزيقية مقنعة ومرضية مثل الإجابة العلمية ، وليس غريبا أن تثير هذه الإجابة فينا القلق أكثر من الرضا . ويعتقد بعض الفلاسفة أن هذه الإجابة لاتخرج عن السؤال نفسه ،أي أنها ليست إجابة بالمعنى التقليدي المعروف ، أي إجابة تجعلنا نكف عن التفكير والسؤال والبحث ، ولكنها إجابة تفتح أمامنا مجال التفكير من جديد [٢]

وعلي هذا ، فليس ثمة اعتراضات نهائية حقيقية يمكن أن تثار ضد الميتافيزيقا

١– ريشنباخ ، نشأة الفلسفة العلمية ، صفحة ١٨٩ .

٢– د. نازلي اسماعيل حسين ، الميتافيزيقا والبحث عن الوجود ، صفحة ٦٥ .

بالمعنى الواسع . وسيكون للميتافيزيقا دائما طابع شكى إشكالى ، أى يستثير دوما الشك والتساؤل . وبهذا المعنى يبدو أن كلمات أرسطو تصدق علي كل ميتافيزيقا ، إن السؤال الذي أثير منذ القدم ، ولا يزال يثار الآن ودائما ، والذى هو دائما أبدا موضع شك ، هو السؤال : ما الوجود ؟ [١] .

إن الهدف من استبقاء الميتافيزيقا هو الإنسان – هذا الموجود الذي يسأل "سؤال الوجود" – هو حفظ وجوده والحيلولة دون استلابه واغترابه . إن من يستبعد الميتافيزيقا هو – في الحقيقة – يرد الإنسان إلى مستوى واحد من مستويات الواقع ، ألا وهو مستوى الموضوعية . بيد أننا لو رجعنا إلى تجربتنا الذاتية الخاصة ، لتبينا أن لدينا تجارب عديدة يصعب إرجاعها وردها إلى هذا البعد الموضوعى ، كما هو الحال مثلا بالنسبة إلى تجربتي الحب والحرية . ومن هنا نستطيع أن نقول : إننا عندما نستبعد الميتافيزيقا – سواء باسم العلم أو الإنسان – فكأننا نستبعد من الإنسان ماهيته ، أى قدرته علي التجاوز والعلو [٢] .

---

١ – د. محمود رجب ،الميتافيزيقا عند الفلاسفة المعاصرين ، صفحة ٣٢٢

٢ – المرجع السابق ، صفحة ٣٢٣ .

ملـــحق (١)

حوار بين برتراند رسل وديفيد هيوم *

هيوم : إنني قد أطلعت يا سيد رسل علي كتابك الأخير عن " المعرفة البشرية " . ولا أعتزم الدخول معك في نقاش حول المسائل المتعلقة بالنسبية أو علم الفلك ،إذ ليس في وسعي الخوض في هذا المجال . بل إنني أشعر براحة أكبر في تناول المسائل الخاصة بالاستقراء والاحتمال ، وهما الموضوعان اللذان أفضت في حديثك عنهما .

رسل : سوف يسعدني ذلك يا سيد هيوم ، فكم تمنيت طويلا لو أنني دخلت ذات يوم في حوار .

هيوم : لقد صادفتني صعوبات كثيرة في تتبع عرضك لمبدأ قابلية التصديق ، فأنت تتحدث عن درجات التصديق العقلي ، وأنا لا أعرف كيف يمكن أن تتصف درجات التصديق بأنها عقلية .

رسل : لابد لك أن تسلم ياسيد هيوم بأننا نقوم بوضع التمييزات المعقولة على اعتبار أنها درجات لاعتقاداتنا . فنحن نعتقد أن زرادشت شخصية حقيقية ، وأن المسينين ** the Myceneans كانوا يتحدثون اللغة اليونانية القديمة ، وأنه لا وجد لجنيات البحر

---

* لقد كتب ريشنباخ هذا الحوار عام ١٩٤٩ تحت العنوان الآتي :
"A Conversation Between Bertrand Russell and David Hume" , The Journal of Philosophy , Vol. 46, no. 17, PP. 545-9 .

وقد قمنا بترجمة هذا الحوار ترجمة كاملة ، وقد وقع اختيارنا علي هذا الحوار كملحق يتبع الفصل الثالث من هذا البحث ، وذلك لعدة أسباب :

أولا : إنه نص للفيلسوف (ريشنباخ) الذي نقوم بدراسته .

ثانيا : يدور الحوار حول الاستقراء والاحتمال اللذين يشكلان ركيزتين أساسيتين للمنهج العلمي (موضوع الفصل الثالث) .

ثالثا : طرافة الفكرة ، إذ عرض ريشنباخ بعض أفكاره الفلسفية بأسلوب جديد – بالنسبة له علي الأقل – وهو أسلوب الحوار المُتَخيَّل بين فيلسوفين ينتمي كل واحد منهما إلي عصر مختلف .

رابعا : إن شخصية هيوم التي تخيلها ريشنباخ انما تعبر ، في واقع الأمر ، عن أفكار ريشنباخ نفسه ، لقد وضع ريشنباخ علي لسان هيوم المُتخيَّل بعض الانتقادات التي أراد ، هو نفسه ، أن يوجهها إلي رسل. ولذلك نحن نعتقد أنه من الممكن أن نستبدل بعنوان هذا الحوار عنوانا آخر ، وهو : " حوار بين هانز ريشنباخ وبرتراند رسل " .

** أهل مدينة « مسينى » القديمة فى جنوب اليونان والتى أنشأها القائد الشهير ابامينونداس عام ٣٧٠ ق.م. (الباحث).

ومن ثم فإن الشخص العاقل هو الذى يعرف أىّ من هذه الأمثلة يصلح أن يكون أساسا لاعتقاده .

هيوم : الواقع أنني لا أفهم علي وجه الدقة ما الذي تقصده ، لأنه إذا كانت الأمور الواقعة التي نبحثها مجهولة ، فإننى لن أعرف الاعتقاد الذي يمكن وصفه بأنه معقول .

رسل : إن الاعتقاد المعقول هو اعتقاد الرجل العاقل .

هيوم : والرجل العاقل هو الذي لديه اعتقادات معقولة . أليس هذا ما تبغى قوله ؟

رسل : كلا ، ليس هذا ما أريد قوله علي وجه الدقة ، وإلا وقعت في دور منطقى . ومع ذلك فلابد من وجود اعتقاد معقول ، وإلا انتفي الانتظام والترابط من مجال المعرفة البشرية .

هيوم : أيعد هذا دليلا منطقيا ؟

رسل : يا سيد هيوم ، لقد ذكرت أنت نفسك أن هناك بعض الاعتقادات التي لا يمكننا التخلي عنها تماما ، فلماذا كل هذا الحديث عن التشكك في كل شئ ، طالما أننا لا نستطيع أن نشك في كل شئ ؟ إنه ليس من الأمانة أن نبدأ بالشك الشامل علي نحو ما فعل ديكارت .

هيوم : صحيح أننى قلت إن لدينا بعض الاعتقادات الراسخة ، وأظن أننى قد أوضحت أيضا أنه لا يجوز إقامة دليل منطقى استنادا إلي مثل هذه الاعتقادات .

رسل : هل تقصد أننا لا ينبغى أن نعتقد في الاستقراء ؟

هيوم : كلا ، لقد قلت إننى أؤمن بالاستقراء ، غير أننى لا أجد سببا ضروريا لذلك ، لأن وجود اعتقاد ما ليس دليلا علي صحة هذا الاعتقاد .

رسل : ألا تعتقد أن زرادشت كان موجودا ؟

هيوم : لقد شرحت ذلك بدقة في كتابك * ، وترجمت هذا الاعتقاد إلى تكرار السجلات التاريخية . إن لهذا الاعتقاد درجة من الاحتمال يُعبَّر عنها بتكرار الحدوث .

رسل : هل توافق ، يا سيد هيوم ، علي التفسير التكراري للاحتمال ؟

هيوم : إنني أميل إلى قبول هذا التفسير . ولقد أكدت علي الدوام أن الضرورة الفيزيائية يمكن ترجمتها إلى لفظ "دائما" ، كما علمت أنك وغيرك قد أعترفتم بفضلي في استبعاد هذا التصور الميتافيزيقي للضرورة . فإذا كان ثمة معنى لمفهوم الضرورة فلابد من ترجمته إلى ارتباطات يمكن ملاحظتها . وإذا كنت قد أكدت علي التفسير التكراري للاحتمال ، فالضرورة تعني : إن وجود (أ) ، يلزم عنه دائما وجود (ب) . في حين أن الاحتمال الذي نسبته ٨٠ ٪ يعني : إن وجود (أ) يلزم عنه وجود (ب) في ٨٠ ٪ من الحالات .

رسل : ولكنك ، يا سيد هيوم ، تتحدث بنفس الطريقة التي يتحدث بها ريشنباخ .

هيوم : قد يكون من الأفضل القول بأن ريشنباخ هو الذي يتحدث بطريقة مشابة لطريقتي . إنني لا أؤيد ، بطبيعة الحال ، كل ما قال به ريشنباخ . فهو يرى أن في وسعه تقديم تبرير للاستقراء . أما أنا فلديَّ أفكار مختلفة عن هذا الموضوع . وكما تعلم فإنه من العسير إن لم يكن من المستحيل أن يغير المرء من آرائه . غير أن ريشنباخ قد أخذ ، علي الأقل ، نقدي للاستقراء مأخذ الجد ، ولم يعترف بأي نوع من أنواع الاعتقاد العقلي .

رسل : ولكنني قد قمت باستخدام الوسائل الرياضية لتحليل الأساس الذي يدفعنا إلى الاعتقاد في الاستقراء . هل اطلعت علي معالجتي الرياضية للاستقراء ؟

هيوم : إن العلم الرياضي ، يا سيد رسل ، يقتصر علي علاقة الأفكار بعضها ببعض ، ولا ينبئنا بشئ عن أمور الواقع . لقد علمت أنك طبقت مبدئي مستخدما كل الأساليب

---

* يقصد كتاب رسل : Human Knowledge - Its Scope and Limits الذي صدرت طبعته الأولي عام ١٩٤٨ في لندن عن دار نشر : George Allen & Unwin LTD. [الباحث] .

الفنية المعقدة للمنطق الرياضي ، وأنك قد أثبت أنه يمكن رد الحساب إلى المنطق ، ولذا فهو فارغ . ولاشك أنك تتفوق عليّ بدرجة كبيرة في هذا المجال ، يا سيد رسل، لأنك عالم رياضي في حين أنني لست كذلك . فكيف إذن تقول أن الرياضة يمكنها إثبات الاستقراء ؟

رسل : إنني لم أقل ذلك ، بل علي العكس ، قلت – مثلك – إن الرياضة لا يمكنها أن تحقق صحة الاستقراء ، وأن الاستقراء يحتاج إلى ركيزة من خارج مجال المنطق لا تستند إلي التجربة .

هيوم : هل قلت ذلك حقا ؟ أظن أنني قرأت شيئا كهذا من قبل . لقد ثار جدل كبير من هذا النوع في المذاهب العقلية التي شبهها "بيكون" بنسيج العنكبوت : فأنت تعلم أن العنكبوت ينسج خيوطه من المادة التي يستخرجها من جوفه . ولقد علمت أنه بعد موتي ظهر فيلسوف يقول إنني قد أيقظته من سباته الدجماطيقي ، وقد أكد هذا الفيلسوف علي وجود معرفة تركيبية قبلية . ولكن ما جدوى استيقاظه من سباته ، إذا كان في آخر الأمر قد ارتد إلى نوع آخر من المعتقدات الدجماطيقية ؟

رسل : إنني لم أقل بأفكار تركيبية قبلية .

هيوم : كلا ، إنك قلت بمبدأ مستمد من خارج مجال المنطق ولا يستند إلي التجربة . فهل ثمة فرق ؟

رسل : يا سيد هيوم ، لابد من الاعتراف بأنه قد ثبت إخفاق المذهب التجريبي كنظرية في المعرفة .

هيوم : لماذا ؟ لأنك لا تستطيع الكف عن وصف الاعتقاد بأنه "عقلي" ، ولأنك تعتقد أن القابلية للتصديق لا يمكن التعبير عنها من خلال تكرار الحدوث . إن كل محاولة لتفسير مفهوم الاحتمال بطريقة مختلفة عن طريقة تكرار الحدوث لابد أن تؤدي إلى ميتافيزيقا عقلية . ليس المذهب التجريبي هو الذي ثبت إخفاقه ، بل إن الإخفاق قد نشأ من محاولة وضع الاعتقاد في المكان الذي ينبغي أن يشغله حساب النسب الصحيحة .

رسل : هل تعتزم تطبيق هذه النظرية بكل نتائجها يا سيد هيوم ؟

هيوم : كم كنت أود أن تفعل أنت ذلك ، لأنك مهيأ لذلك أكثر مني . ما الذي اضطرك إلي التوقف عن الاستمرار ؟ ولماذا لا تعاود قراءة مؤلفات ريشنباخ مرة أخرى ؟ إنني أعتقد أنه كان يقول علي الدوام بضرورة استناد نظريته إلى تعاقبات متناهية ، كما أردت أنت أن تكون . وهل تعتقد حقا أن ريشنباخ لم يرد علي حجتك الخاصة بالارتداد اللامتناهي ؟

رسل : لقد قال بأنه أوقف الارتداد عند مستوى معين بواسطة الترجيح الأعمى . ولكن كيف أمكنه ذلك ؟ يتحتم عليه أن يثبت أن هذا الترجيح أكثر صدقا من أي ترجيح آخر ، وأن يؤدي البرهان إلى العودة مرة أخرى إلي الارتداد اللامتناهي .

هيوم : إنني لست متأكدا بدرجة كافية من صحة حجتك . إنه لا يعنيني الدفاع عن ريشنباخ – الذي استشهد بي في أحيان كثيرة ، ولا أدري إن كنت أحبذ ذلك أم لا – ولكن حسب علمي فإنه قام بوضع ترجيحاته العمياء لأسباب أخرى غير الاحتمال .

رسل : ما هو يا ترى السبب الآخر للترجيح ؟

هيوم : لقد وضع ترجيحاته لأنها وسائل لتحقيق هدفه ، لا لأنه يملك ما يبرر الاعتقاد في صحة هذه الترجيحات .

رسل : ولكن إذا كانت بغيته الوصول إلى الحقيقة ، فكيف يمكنه القيام بترجيح دون أن يكون لديه ما يبرر اعتقاده في صدق هذا الترجيح ؟

هيوم : هذه هي بغيته علي وجه الدقة . لقد أوضح ريشنباخ أن لديه ما يبرر القيام بترجيحات ، والتصرف علي هدى هذه الترجيحات دون أن يكون لديه ما يبرر الاعتقاد في صحتها فهو يقول إن هذا هو السبيل إلى التغلب علي نزعتي الشكية وإنني في واقع الأمر متردد في قبول حجته ، ومع ذلك فهي تتضمن شيئا ما أقبله

رسل : ما هو يا ترى ؟

هيوم : إنه الإصرار علي استبعاد الاعتقاد في صدق الاستقراء من مجال المنطق .

رسل : إنني لا أريد منطقا يستغني عن الاعتقاد في الصدق .

هيوم : هذا هو السبب في أن منطقك لا يمكنه تبرير الاستقراء .

رسل : ولكن يمكنني أن أثبت بطلان مبدأ ريشنباخ في الاستقراء كما يمكننا التوصل إلى فئات معينة لا يصلح بالنسبة لها تطبيق مبدأ الاستقراء .

هيوم : هل تظن أنه يمكنك تكذيب الاستقراء بتقديم أمثلة بحيث تكون نتيجته غير صحيحة ؟ لقد قيل لي أنهم قد اكتشفوا أنواعا من البجع الأسود ، ومع ذلك لم يؤد هذا الكشف إلى التخلي عن الاستقراء .

رسل : لماذا تدافع عن ريشنباخ يا سيد هيوم ؟

هيوم : يبدو لي أنه قد حقق في مجاله ما حققته أنت في مجالك ، فإذا كنت قد قمت من جانبك باستبعاد المبادئ التركيبية القبلية من مجال الاستقراء الرياضي ، فقد استبعد هو هذه المبادئ من مجال الفيزيائي .

عند هذه اللحظة سمع صوت آت من أعلى ، يقول :

– " كف عن انتقادي يا ديفيد هيوم ، فمازال هناك مكان لك في السماء المرصعة بالنجوم التي تعلوك ! "

رد هيوم قائلا :

– "أبدا "

ثم عاد أدراجه إلي الجحيم

المـــراجـــــع

المراجـــع

أولا : كتابات ريشنباخ

أ – الكتب :

1- Atom and Cosmas - The World of Modern Physics, English translation by Edward S. Allen, George Allen & Unwin, London , 1932 .

2- Experience and Prediction - An Analysis of the Foundations and the Sturcture of Knowledge , University of Chicago Press, Chicago, 1938.

3- From Copernicus to Einstein, Translated by Ralph B. WINN,Dover Publications, Inc., New York, 1980 .

لهذا الكتاب ترجمة عربية قام بها الدكتور / حسين على بعنوان (من كوبرنيقوس إلى أينشتين) ، وكالة زوم برس للإعلام ، القاهرة ، ١٩٩٣ .

4- Philosophic foundations of Quantum Mechanics, University of California Press, Berkeley and Los Angles, 1944 .

5- Elements of Symbolic Logic, The Free Press, The Macmillan Company, New York, 1966 .

6- Philosophy and Physics, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1946 .

7- The Theory of Probability - An Inquiry into the Logical and Mathematical Foundations of the Calculus of Probbility, English Translation by Ernest H. Hutten and Maria Reichenbach, 2 nd. ed., University of California Press, Berkely and Los Angeles, 1971 .

8- The Rise of Scientific Philosophy, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1962 .

لهذا الكتاب ترجمة عربية قام بها الدكتور / فؤاد زكريا ، بعنوان (نشأة الفلسفة العلمية) ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، بيروت الطبعة الثانية ، ١٩٧٩ .

9- The Direction of Time, Edited by Maria Reichenbach , University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1956 .

10- The Philosophy of Space and Time, Translated by Maria Reichenbach and John Freund, Dover Publications, Inc., New York, 1958.

11- Modern Philosophy of Science - Selected Essays, Translated and Edited by Maria Reichenbach, Foreword by Rudolf Carnap, Routledge and Kegan Paul LTD, London, 1959.

12- The Theory of Relativity and A Priori Knowledge, Translated and edited, with an introduction by Maria Reichenbach, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1965 .

لهذا الكتاب ترجمة عربية قام بها الدكتور / حسين على بعنوان (نظرية النسبية والمعرفة القبلية) ، غير منشورة.

13 - Axiomatization of the Theory of Relativity, Translated and edited by Maria Reichenbach, University of California Press, California, 1969.

ب - المقالات :

1- Logistic Empiricism in Germany and the Present State of its Problems. "The Journal of Philosophy", vol. 33, No. 6, PP. 141-60, 1936.

2- Induction Probability , Reply to H. Feigl's Criticism, in Philosophy of Science", vol. 3, PP. 124-6, 1936 .

3- On Probability and Induction , "Philosophy of Science" Vol. 5, No. 1, PP. 21-45, 1938 .

4- Dewey's Theory of Science, " The Philosophy of John Dewey " Ed. by P. Schilpp, The Library of Living Philosophers, Inc. Evanston, Illinois, vol. 1, PP. 159-92, 1939 .

5- On The Justification of Induction, " The Journal of Philosophy" Vol. 37, No. 4, PP. 97-103, 1940 .

6- On Meaning, "The Journal of Unified Science" , Vol. 9, PP. 134-35, 1940 .

7- Note on Probability Implication ", Bulletin of American Mathematical Society", Vol. 47, No. 4, PP. 265-67, 1940.

8- Bertrand Russell's Logic, "The Philosophy of Bertrand Russell", Ed. by P. Schilpp,The Library of Living Philosophers, Inc., Evanston Illinois, Vol. 5, PP. 23-54, 1944.

9- Rationalism and Empiricism: An Inquiry into the Roots of Philosophical Error, " The Philosophical Review", Vol. 57, No. 4, PP. 330-46, 1948 .

10- A Conversation between Bertrand Russell and David Hume , " The Journal of Philosophy " , vol. 46, No. 17, PP. 545-9, 1949 .

قمنا بترجمة هذا الحوار وألحقناه بنهاية هذا البحث " ملحق رقم ١" .

11- The Experiential Element in Knowledge - Are Phenomenal Reports Absolutely Certain ? " The Philosophical Review", Vol. 61, No. 2, PP. 147-59, 1952 .

12- The Principle of Anomaly in Quantum Mechanics, " Readings in the Philosophy of Science" , editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, Inc., New York, 1953 .

13- The Philosophical Significance of the Theory of Relativity, "Readings in the Philosophy of Science" , Editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, New Yok, PP. 195-211, 1953.

14- The Verifiability Theory of Meaning, " Readings in the Philosophy of Science" , editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, New York, PP. 93-102, 1953 .

15- The Logical Foundations of the Concept of Probability, " Readings in the Philosophy of Science" , editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, New York, PP. 456-74, 1953 .

ثانيا : مراجع عامة

1- Ashby, R.W., Logical Positivism, in : " A Critical History of Western Philosophy , " edited by, D.J. O'Connor, The Free Press of Glencoe, London, 1964 .

2- Ayer, A.J., Language, Truth and Logic, Dover Publications, Inc., New York , 1952 .

3- Ayer, A.J., The Vienna Circle, in " The Revolution in Philosophy" by A.J. Ayer and others, Macmillan & Co. LTD, London, 1957 .

4- Ayer, A.J., Philosophy in the Twentieth Century, Weidenfelf and Nicolson, Lodon, 1982.

5- Bergmann, Gustar, The Logic of Qunta, " Readings in the Philosophy of Science" , editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, Inc., New York, 1953 .

6- Carnap, R., Introduction to Semantics, Canbridge, Harvard University Press, 1942 .

7- Carnap , R., Testability and Meaning, in " Readings in the Philosophy of Science" , editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, Inc., New York, 1953.

8- Feyerabend, Paul K., Realism, Rationalism and Scientific Method, Philosophical Papers, Vol. 1., Campridge University Press, Cambridge, 1981 .

9-Grunbaum, A., philosophical Problems of space and Time, Alfred A. Knoph, New york, 1963.

10-Grunbaum, Adolf, Carnap's Views on the foundations of Geometry, in"The Philosophy of Rudolf Carnap,"Library of Living Philosophers, ed. Paul A. Schilpp (La Salle, Illinois: Open Court, 1963).

11-Hempel,Carl G., Geometry and Empirical Science, in "The Struture of Scientific Thought", edated by Edward H.Madden, Houghton Mifflin Company, Boston, 1960.

12- Joseph, Geoffrey, Convetionalism and Physical Holism, in " The Journal of Philosophy" Vol. LXXIV, N.8, August 1977.

13- Kolakowski, L., Positivist Philosophy, From Hume to the Vienna Circle, Translated by Norbert Guterman, Published in Pelican Books, 1972 .

14- Lewis, C.I., Experience and Meaning , in " Readings in the Philosophy of Science" , editors : Herbert Feigl and May Brodbeck, Appleton - Century - Crofts, Inc., New York, 1949.

15- Nagel, Ernest, Reichenbach, H., Philosophic Foundations of Quantum Mechanics, Under " Book Review" in " The Journal of Philosophy " , Vol. 43 No. 9.

16- Nagel, E., Reichenbach, H. - Wahrscheinlichkeitslehre, in Mind: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy, Vol. XIV, 1963 .

17- Neurath, O., Protocol Sentences, in " "Logical Positivism", Ed., Ayer, A.J.

18- Pap, Arthur, An Introduction to the Philosophy of Science, New York, 1962 .

19- Russell, B., Human Knowledge - Its Scope and Limits, George Allen & Unwin LTD., London, 1976.

20- Schlick, Moritz, Meaning and Verification, in "Readings in Philosophical Analysis", Selected and Edited by Herbert Feigl and Wilfrid Sellars, Appleton-Century-Corts, Inc., New York, 1949 .

21- Shapere, Dudley, Space, Time and Language - An Examination of Some Problems and Methods of the Philosophy of Science, in " Philosophy of Science" , Vol. 2., Edited by Bernard Boumrin, New York , 1963 .

22- Siegel, Harvey, Justification, Discovery and the Naturalizing of Epistemology , " Philosophy of Science " , Vol. 47, No. 2, June, 1980.

23- Strauss, M., Modern Phsics and its Philosophy - Selected Papers in the Logic, History, and Philosophy of Science " , D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland, 1972 .

24 - Von Mises, Richard, Positivism - A Study in Human Understanding, Dover Publications, Inc., New York, 1968 .

25- Walker, Marshall, The Nature of Scientific Thought, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. 1., 1963 .

ثالثا : المراجع العربية

١- د. أحمد فؤاد الاهواني ، أفلاطون ، دار المعارف ، سلسلة نوابغ الفكر الغربى ، القاهرة ، الطبعة الثالثة ، ١٩٧١ .

٢- بلانشيه (روبير) ، نظرية المعرفة العلمية – الابستمولوجيا ، ترجمة د. حسن عبد الحميد ، مطبوعات جامعة الكويت ، الكويت ، ١٩٦٨ .

٣- بوانكاريه ، قيمة العلم ، ترجمة الميلودى شغموم ، دار التنوير ، بيروت ، ١٩٨٢ .

٤- حسين علي ، مفهوم الاحتمال في فلسفة العلم المعاصرة، دا المعارف، القاهرة، ١٩٩٣ .

٥- جيمس (وليم) ، البراجماتية ، ترجمة د. محمد علي أبو ريان ، دار النهضة المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٥ .

٦- جينز (جيمس) ، الفيزياء والفلسفة ، ترجمة جعفر رجب ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٨١ .

٧- ديوى (جون) ، المنطق – نظرية البحث ، ترجمة د. زكى نجيب محمود ، دار المعارف ، القاهرة ، الطبعة الثانية ، ١٩٦٩ .

٨- رسل (برتراند) ، ألف باء النسبية ، ترجمة فؤاد كامل ، وزارة الثقافة والاعلام ، بغداد ، ١٩٨٦ .

٩- رسل (برتراند) ، الفلسفة بنظرة علمية ، ترجمة د. زكى نجيب محمود ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ١٩٦٠ .

١٠- ريشنباخ (هانز) ، نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة د. فؤاد زكريا ، الطبعة الثانية ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، بيروت ، ١٩٧٩ .

١١ - ريشنباخ (هانز) ، من كوبرنيقوس إلى اينشتين ، ترجمة ودراسة دكتور حسن على، وكالة زوم برس للإعلام، القاهرة، الطبعة الأولى ، ١٩٩٣.

١٢- د. زكى نجيب محمود ، حياة الفكر في العالم الجديد ، دار الشروق ، القاهرة ، ١٩٨٢.

١٣- د. زكى نجيب محمود ، نحو فلسفة علمية ، مكتبة لأنجلو ، القاهرة ، ١٩٨٠ .

١٤- د. عبد الرحمن بدوى ، مناهج البحث العلمى ، وكالة المطبوعات ، الكويت ، ١٩٧٧ .

١٥- د. عزمى اسلام ، اتجاهات فتجنشتين ، سلسلة نوابغ الفكر الغربي ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٦٧ .

١٦ - د. عزمى اسلام ، اتجاهات في الفلسفة المعاصرة ، وكالة المطبوعات ، الكويت ، ١٩٨١.

١٧- فايجل (هربرت) ، فلسفة القرن العشرين - مجموعة مقالات في المذاهب الفلسفية المعاصرة ، نشرها رونز (داجوبرت و.) ، ترجمة عثمان نوية ، مؤسسة سجل العرب ، القاهرة ، ١٩٦٣ .

١٨- فتجنشتين (لودفيج) ، رسالة منطقية فلسفية ، ترجمة د. عزمى اسلام ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٨.

١٩ - د. فؤاد زكريا ، التفكير العلمى ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، عالم المعرفة ، الكويت ، ١٩٨٤ م .

٢٠- د. محمد ثابت الفندى ، فلسفة الرياضة ، الطبعة الأولى ، دار النهضة العربية ، بيروت، ١٩٧٧ .

٢١- د. محمد قاسم، كارل بوبر - نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمى ، دار المعرفة الجامعية ،الاسكندرية ، ١٩٨٦ .

٢٢ – د. محمد مهران ، مقدمة للمنطق الرمزى ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة ، ١٩٨٥ .

٢٣– د. محمود رجب ، الميتافيزيقا عند الفلاسفة المعاصرين ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٨٦ .

٢٤ – د. محمود فهمى زيدان ، الاستقراء والمنهج العلمى ، دار الجامعات المصرية ، الاسكندرية ، ١٩٧٧ .

٢٥– د. محمود فهمى زيدان ، في فلسفة اللغة ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨٥ .

٢٦– د. محمود فهمى زيدان ، من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨٢ .

٢٧– موى (بول) ، المنطق وفلسفة العلوم ، ترجمة د. فؤاد زكريا ، القاهرة ، دار نهضة مصر .

٢٨– د. نازلى اسماعيل حسين ، النقد في عصر التنوير – كنت ، الطبعة الثانية ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، ١٩٧٦ .

٢٩– د. نازلي اسماعيل حسين ، الفلسفة الحديثة – رؤية جديدة ، القاهرة ، مكتبة الحرية الحديثة ، ١٩٧٩ .

٣٠– د. نازلي اسماعيل حسين ، مبادئ المنطق الرمزى ، المركز العلمى للطباعة ، القاهرة ، ١٩٨٠ .

٣١– د. نازلي اسماعيل حسين ، مناهج البحث العلمى ، المركز العلمي للطباعة ، القاهرة ، ١٩٨٤ .

٣٢– د. نازلي اسماعيل حسين ، الميتافيزيقا والبحث عن الوجود ، مكتبة سيد عبد الله وهبة، القاهرة ، ١٩٨٥ .

٣٣– هايزنبرج (فيرنر) ، الطبيعة النووية ، ترجمة د. سيد رمضان هدارة ، سلسلة الالف كتاب ، القاهرة .

٣٤- د. ياسين خليل ، مقدمة في الفلسفة المعاصرة - دراسة تحليلية ونقدية للاتجاهات العلمية في فلسفة القرن العشرين ، مطبعة دار الكتب ، بيروت ، ١٩٧٠ .

رابعا :المعاجم

أ - معاجم عربية :

١- المجمع العلمي العراقي ، مصطلحات علمية ، مطبعة المجمع العلمي العراقي، بغداد ، ١٩٨٢ .

٢- مجمع اللغة العربية ، المعجم الفلسفي ، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة ، ١٩٧٩ .

٣- مجمع اللغة العربية ، مجموعة المصطلحات العلمية والفنية التي أقرها المجمع ، من ديسمبر ١٩٧٥ حتي مارس ١٩٨٠ ، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة .

٤- مجمع اللغة العربية ، معجم الفيزياء الحديثة ، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة ، الجزء الأول ، ١٩٨٣ .

٥- مجمع اللغة العربية ، معجم الفيزياء الحديثة ، مطابع الإعلانات الشرقية ، القاهرة ، الجزء الثاني ، ١٩٨٦ .

٦- مجمع اللغة العربية ، معجم الفيزياء النووية والالكترونات (١) ، الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية ، القاهرة ، ١٩٧٤ .

٧- مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، المعجم الموحد الشامل للمصطلحات الفنية للهندسة والتكنولوجيا والعلوم ، الكويت ، الطبعة الأولى ، ١٩٨٦ .

ب معاجم أجنبية :

1- Angeles, Peter A., Dictionary of Philosophy, Barnes & Noble Books, A Division of Harper & Row, Publishers, New York, 1981

2-Edwards, P. (Editor - in Chief), The Encyclopedia of Philosophy, Macmillan Publishing Co., Inc., & the Free Press, New York, 1967 .

3- Lacey , A. R., A. Dictionary of Philosophy, Routledge & Kegan Paul, London, 1976 .

4- Runes, Dagobert D., Dictionary of Philosophy, Littlefield, Adams & Co., New Jersey, 1980 .