الأساس العلمى للفلسفة النقدية

الفصل الثالث

١

تمهيد

إن أهم نتيجة انتهت إليها الفيزياء الكلاسيكية – كما أوضحنا فى الفصل السابق – هى القول بالحتمية، وأن القوانين العلمية تستند إلى هذا المبدأ. وظل مبدأ الحتمية مقبولاً فى العلم منذ عصر نيوتن وحتى أواخر القرن التاسع عشر حين بدأت النظرة إلى الفيزياء الكلاسيكية تتغير نتيجة لتطور العلم وتقدمه. ومع بداية القرن العشرين اتضح أن العالَم ليس بسيطًا على نحو ما كان يُعْتَقد أنه عليه من قبل، إذ ساد تفسير جديد لظواهر الكون – منذ ظهور ميكانيكا الكم وتطور علم الفلك – يختلف عن التفسير الآلى القديم اختلافًا جذريًا. فقد اتضح أن عالَم الإنسان الذى يحتل موقعًا متوسطًا بين عالَم الإلكترونات وعالَم المجرات لا يشغل إلاّ جزءًا ضئيلاً من رقعة الكون. وإننا حين نغادر العالَم ذى المقاييس البشرية، ونتجه نحو العالَم البالغ الصغر Microcosm (عالَم الإلكترونات)، أو نحو العالَم البالغ الكبر Macrocosm (عالَم المجرات)، لا نجد أثرًا للحتمية أو الضرورة وإنما تسود قوانين الاحتمال.

إن هذه الحقيقة ذات أهمية بالغة بالنسبة للفلسفة بأكملها، وأهميتها المباشرة لموضوع بحثنا هى أنها تفتح عالَمين جديدين تُخْتَبر فيهما المعرفة القبلية التى يزعمها أصحاب المذهب العقلى. فإذا وجدنا أن هذه المعرفة لا تصدق على أحد العالَمين أو كليهما ينهار بالتالى الزعم القائل بأنها قبلية a priori[١]. فلقد ذهب القائلون بالمعرفة القبلية إلى أن الخالق لا يمكنه أن يصنع عالَماً بهذه الكيفية أو تلك. ولكن تطور العلم وتقدم صناعة الأجهزة العلمية قد أوضحا أن الخالق صنع مثل هذه العوالم فعلاً. وعلى هذا فإن المعرفة القبلية المزعومة ليست إلا معرفة تجريبية عن عالَم المقاييس البشرية[٢].

إن من يقول بالمذهب العقلى، يفهم العالَم من خلال خبرته، ولكن لأنه مقيد بالإمكانات العلمية للعصر الذى يعيش فيه، فهو لا يستطيع أن يتخيل الأمور إلا على نمط واحد، ولذا يعلن بكل ثقة أن الأمور تسير على هذا النمط ويجب أن تسير

عليه، وفى النهاية يصف معرفته بأنها قبلية[٣]. أما وقد فتحت الفيزياء الحديثة عوالم جديدة، فقد أدى هذا الفتح إلى إنهيار الأساس العلمى للمعرفة القبلية.

وإذا أخذنا فلسفة كانط Kant كأنموذج للمذهب العقلى، نجد أن فلسفته النقدية هى محاولة رائعة من ذهن عظيم لإقامة الفلسفة على أساس علمى. لقد استعان كانط بالعلم السائد فى عصره كى يبرهن على إمكان بلوغ اليقين، واستطاع أن يقدم لنا فلسفة متكاملة مثل فلسفة أرسطو. وكان من الصعب على كل من يتناول فلسفته بالدراسة والبحث أن يخرج عن النظام الذى فرضه عليها. لذلك كانت أكثر الدراسات عنها بمثابة شروح أو تعليقات عليها[٤]. أراد كانط أن يجعل من نتائج العلم دعامة يرتكز عليها فى تشييد فلسفته. غير أن الأرض التى ارتكز عليها لم تكن من الرسوخ بقدر ما تصور[٥]. فهو قد رأى فى فيزياء نيوتن المرحلة الأخيرة لمعرفة الطبيعة، ورفع هذه الفيزياء فكريًا إلى مرتبة المذهب الفلسفى[٦]. ولعبت فيزياء نيوتن دورًا حاسمًا فى حياة كانط العقلية، ويتضح ذلك من عنوان البحث الذى نشره فى سنة ١٧٥٥، وهو "دراسة التركيب والأصل الميكانيكى للكون وفقًا لمبادئ نيوتن"[٧]. وهكذا أعتقد كانط أنه، باستخلاصه مبادئ نيوتن من العقل الخالص، قد توصل إلى تبرير عقلى كامل للمعرفة.

فى الواقع أننا لا نريد أن نقفز إلى النتائج دون أن نقوم أولاً ببسط المقدمات، ومن ثم ينبغى علينا أن نعرض بشكل مجمل – نرجو ألا يكون مخلاً – أهم الأفكار التى تشتمل عليها الفلسفة النقدية، خاصةً ما يتعلق منها بالعلم – سواء العلم الرياضى أو العلم الطبيعى – وعلى رأس هذه الأفكار التى نريد أن نعرض لها ما يتصل بتلك البحوث التى نشرها كانط فى المرحلة السابقة على النقد – مرحلة ما قبل النقد – والتى تعبر تعبيرًا واضحًا عن اهتمامه بالعلم السائد فى عصره، وتأثير هذا العلم على أفكاره الفلسفية. ثم نحدد بعد ذلك موقف العلم السائد فى عصرنا من الفلسفة النقدية، على ضوء ما يحويه هذا العلم من هندسات لا إقليدية ونظريات نسبية.

ولكننا نود أن نعترف بادئ ذى بدء، بأننّا إذا كنا نعترض على المعرفة التركيبية القبلية التى قال بها كانط، فنحن نستطيع أن نثير هذا الاعتراض، لأننا رأينا الفيزياء تدخل مرحلة ينهار فيها إطار المعرفة الكانطية[٨]، ولم تعد الفيزياء فى أيامنا

هذه تعترف ببديهيات الهندسة الإقليدية، ومبدأى العلية والجوهر، ونحن نعلم أن الرياضة البحتة تحليلية قبلية وليست تركيبية قبلية، وأن جميع تطبيقات الرياضة على الواقع الخارجى، وضمنها الهندسة الفيزيائية، لها صحة تجريبية، ويمكن أن تصححها التجارب اللاحقة، أى أننا نعلم، بعبارة أخرى، أنه لا توجد معرفة تركيبية قبلية. غير أننا – للإنصاف – لم نكتسب هذه المعرفة إلا فى الوقت الحالى، بعد أن تم تجاوز فيزياء نيوتن وهندسة إقليدس. وإنه لمن الصعب أن يتصور المرء إمكان انهيار نسق علمى عندما يكون ذلك النسق فى أوجه، أما بعد أن يصبح هذا الانهيار حقيقة واقعة، فما أسهل الإشارة إليه[٩].

وتأكيدًا للمعنى السابق نورد ههنا عبارة رائعة ذكرها العالِم الفرنسى كلود برنار فى كتابه "مدخل إلى دراسة الطب التجريبى"[١٠] يقول فيها:

« إن كل عظيم مرتبط بزمانه، لا يظهر إلا فيه... هؤلاء العظماء مشاعل ترسل النور من حين إلى حين، فيهتدى العلم فى سيره بضيائها. فهم ينبرون زمانهم، سواء أكان ذلك بكشف ظواهر مثمرة لم تكن متوقعة، من شأنها أن تفتح سبلاً جديدة، وتبين آفاقًا كانت مجهولة، أم بتعميم الوقائع العلمية المكتسبة واستنباط حقائق منها لم يعرفها قط من سبقهم من العلماء. وإذا كان كل عظيم يخطو بالعلم الذى يعمل على تقدمه خطوة واسعة، فإنه لا يخطر بباله أن يدعى إنه وضع الحدود النهائية لذلك العلم. ومصيره بالضرورة أن تقذف به إلى الوراء كل خطوة تخطوها الأجيال التالية إلى الأمام... (إن) أولئك العظماء (أشبه ما يكونوا) بالجبابرة الذين قفز على أكتافهم أقزام تمكنوا بهذا من أن يمدوا أبصارهم إلى أبعد مما يرى هؤلاء الجبابرة أنفسهم. ومعنى هذا أن العلوم تظل تتقدم بعد هؤلاء العظماء وبفضلهم ونتيجة للأثر الذى خلَّفوه. ومن هنا كانت معارف خلفائهم العلمية أكثر عددًا مما عرفه هؤلاء العلماء فى زمانهم. غير أن العالِم العظيم، أى الجبار، لا يفقد من جراء ذلك عظمته ».

تحليل كانط لفيزياء نيوتن

ظن كانط أن فكرة العلم الكامل قد حققها "نيوتن"، وأن العلم من حيث إنه يثبت قوانين العالَم الواقع، ومن حيث إن له يقينًا جازمًا ملموسًا، قد نظر إليه كانط بوصفه حقيقة ثابتة، وإذا كان القدماء على العموم يرون أن الوجود – لا العلم – هو الشيء الثابت، وهو مادة الفلسفة وموضوعها، فإن كانط يذهب إلى عكس ذلك ويؤكد أن العلم – والأخلاق أيضًا – هو الموضوع المباشر للفلسفة[١١]، فالفلسفة الكانطية تدرس المعرفة لا الوجود، أما هذا الوجود فهى تفترضه افتراضًا[١٢].

وفلسفة كانط لا تبحث أبدًا فى مسألة إمكان العلم، إذ إن وجوده الواقع هو نقطة البداية عند كانط[١٣]، وإنما يتساءل: كيف تكون الميتافيزيقا ممكنة؟ وهذا شبيه بالمشكلة التى عرض لها نيوتن: العالَم موجود، والمطلوب أن نضفى عليه نسقًا منظمًا. وقد طمح كانط فى أن يكون نيوتن الميتافيزيقا[١٤].

كان اهتمام كانط بالفلك والفيزياء، فى بداية حياته العقلية أكبر من اهتمامه بالفلسفة، ولعله وكما يقول العالِم الألمانى هلمولتس Helmholtz (١٨٢١–١٨٩٤) لم يتحول عن العلم إلى الفلسفة فى سن الحادية والثلاثين إلا لعدم توافر وسائل البحث العلمى لدى جامعته فى كونجسبرج[١٥]، وظل يلقى محاضرات علمية بانتظام حتى نهاية حياته الجامعية، كما تناول مجموعة من الموضوعات العلمية مثل الزلازل، وجبال القمر، وإمكان حدوث تغيرات فى دوران الأرض. ولقد كان كانط أول من افترض الطبيعة الحقيقية للمجرات البعيدة، وأنها تتكون من تجمعات لعدد هائل من النجوم، وهو صاحب الفضل الأكبر فى وضع إحدى النظريات المبكرة حول نشأة المجموعة الشمسية[١٦]، وذلك فى بحثه الذى سبق أن أشرنا إليه، والذى له عنوان آخر "تاريخ الطبيعة العام ونظرية فى السماء".

ويرى بوبر (كارل) Karl opper (١٩٠٢-١٩٩٤) أن هذا البحث يُعَد من أعظم الأبحاث التى ساهمت فى تكوين علم الكونيات Cosmology[١٧]. ويتضح لنا من عنوان هذا البحث أنه يحاول وضع نظرية فى تاريخ العالَم الطبيعى من وجهة النظر الميكانيكية[١٨]، فهو يفترض أولاً وجود مادة – فمن المادة صُنِعَ العالَم – تتصف بقوة الجاذبية. ومن هذه المادة وهذه القوة خرج العالَم بنظامه الحالى، أى بنظامه الميكانيكى الذى يخضع لعلتين: قوة الجاذبية وقوة الدفع. ويعتقد كانط أن المادة التى تُكَوِّن العالَم كانت فى بادئ الأمر متفرقة الأجزاء، ثم خضعت عناصرها المختلفة لقانون الجاذبية الذى ينظم حركتها. وهو يحاول بعد ذلك أن يكشف عن طبيعة العناصر الأولية التى تتألف منها المادة فيجد أنها تختلف من حيث كثافتها وقوة جاذبيتها[١٩].

وتقول أستاذتنا الدكتورة نازلى إسماعيل: إن "فومان" قد اشار إلى أن "انجلز" قد اهتم اهتمامًا بالغًا بهذا البحث، وأن "ماركس" فى كتابه (رأس المال)، قد نقل فكرة كانط عن قياس درجات الشدة (الكيف) وطبقها على فروع الإنتاج[٢٠]. ويذكر "بوبر" أن الفكرة التى شيدها كانط فى هذا الكتاب عن نشأة نظام المجموعة الشمسية، قد سبق بها جيمس جينز Jeans (١٨٧٧-١٩٤٦) فى تطبيقها على المجرّة (والتى فسرها توماس رايت Thomas Wright قبل ذلك بخمس سنوات على أنها نظام كوكبى)[٢١]، وهذا معناه أن كانط يطالعنا فى هذا البحث بفكرة جديدة لها آثارها البعيدة فى فلسفته وفى فلسفة الآخرين الذين جاءوا من بعده[٢٢].

ويعتقد كانط أن اختلاف الكثافة النوعية فى العناصر التى تتألف منها مادة العالَم هو علة الحركة فيه. فلو افترضنا أن هذه الكثافة واحدة لساد العالَم سكون رهيب. هناك إذن مقادير للشدة فى العالَم وهى نتيجة للقوتين السائدتين فيه: قوة الجاذبية وقوة الدفع. حقًا إن قوة الجاذبية – وفقًا لما يقول به كانط – هى علة الحركة الدائرية فى العالَم، ولكن لابد من قوة الدفع لتتعادل معها، ولكى تستمر الحركة الدائرية فى هذا العالَم[٢٣]. ولكن كيف يفسر لنا كانط أثر القوتين على المادة وعناصرها؟ يقول فى ذلك إننا إذا افترضنا فى الفضاء الواسع نقطة ترتكز فيها الجاذبية، فإن المادة الأساسية المنتشرة فى هذا الفضاء الكبير سوف تتجه جزئياتها إلى هذه النقطة، وهكذا يتكون أول جسم فى الفضاء حول هذه النقطة، ولكن هذا

الجسم المتحرك (السديم) يزداد نموه بسرعة كبيرة، فكلما تحرك الجسم ازدادت كثافته وانجذبت إليه جزئيات أخرى من هذا الفضاء. ثم تنتظم حركة الجزئيات المنتشرة فى الفضاء بما لها من قوة الدفع حول هذا الجسم المركزى وعلى مسافات بعيدة عنه. وتأخذ حركة السماء شكل الدوامات، مما يمنع التقاء أو اصطدام الجزئيات بعضها ببعض[٢٤].

ولم يكن كانط بالطبع أول من تكلم عن حركة الدوامات هذه، بل سبقه إلى القول بها – قديمًا – لوقبوس وديمقريطس، ولكن كانط يختلف عن هؤلاء القدماء فى تفسيره للعالَم، فتفسير القدماء خاضع للصدفة فى حين أن تفسير كانط – تفسير عقلى – يجعل الحركة فى هذا العالَم خاضعة لقوانين ثابتة. ومن الممكن أن تكون هذه الحركة صادرة عن إله قادر، ولكن كانط يميل إلى التفسير الميكانيكى الخالص،[٢٥] ولا يلجأ إلى مبدأ الغائية. توصل كانط فى هذا البحث إلى نتائج فلكية صحيحة وقريبة من النتائج التى توصل إليها العالِم الفرنسى لابلاس Laplace فى فرنسا، فعُرِفَت نظريته باسم نظرية كانط – لابلاس[٢٦].

تفسير نشأة العالَم تفسيرًا ميكانيكياً عند كانط

إذا أردنا أن نشير إلى النتائج الفلسفية التى توصل إليها كانط فى هذا البحث (تاريخ الطبيعة العام ونظرية فى السماء) فأننا نقول إن كانط قد قام بتفسير العالَم تفسيراً ميكانيكياً متأثراً فى ذلك بالفيزياء الرياضية عند نيوتن. إن بحث كانط فى تاريخ الطبيعة العام ليس بحثاً ميتافيزيقيًا عن خلق العالَم، إذ لا يعنيه أن يعرف متى وُجِدَ العالَم، أو من أوجده؟ فهذه أسئلة لا شأن للعلم بها. أما الذى يعنيه حقاً فهو معرفة المبادئ الميكانيكية التى تجعل تفسير العالَم ممكناً. ولذا فهو يؤكد أن العالَم هو جملة الظواهر التى يؤثر بعضها فى بعض وفقاً للقوانين الميكانيكية أو الديناميكية. لقد اعتقد كانط أنه – فى بحثه هذا (تاريخ الطبيعة العام ونظرية فى السماء) – وسع مجال المعارف النيوتنية، وأنه استطاع أن يفسر نشأة العالم بيقين كيقين نيوتن.

هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى بحث كانط فى الوسائل والمبادئ التى تحقق العلمية فى العلوم المختلفة، وبخاصةٍ العلم الطبيعى والعلم الرياضى، وهو يريد أن يجعل الميتافيزيقا علمًا على نمط هذه العلوم، أى يريد لها العلمية التى تتحقق فى هذين العلمين. إن علم الطبيعة، كما يفهمه كانط، أى علم الطبيعة النيوتنى، يساعدنا على أن نضع قبلياً قوانين الطبيعة، كما تبين كانط أن فى صميم فكرة الهندسة فكرة حدس قبلى. أى فكرة فعل يرى فيه الذهن قبل كل تجربة موضوعاً محدداً.

إن عقم الميتافيزيقا وتأخرها عن ركب العلم قد دفع كانط إلى محاولة إصلاحها وذلك بتطعيمها ببعض التصورات العلمية التى نجدها فى العلوم الرياضية والطبيعية. ووجد كانط أن تصور المكان هو التصور المشترك بين الهندسة والميتافيزيقا. فالميتافيزيقا تبحث عن طبيعة المكان وعن الشروط الممكنة التى يفرضها العقل

الإنسانى عليه[٢٧]، وعلم الهندسة يكشف عن خصائص المكان العامة. فهو مثلاً كم متصل لا يتألف من أجزاء بسيطة، ولذلك يجب على الميتافيزيقيين الذين يعنون بدراسة المكان أن يبدأوا بدراسة طبيعة المكان[٢٨] كما توصل إليها علماء الهندسة. كما أن الدراسة الرياضية للحركة المرتبطة بدراسة المكان، تمد الميتافيزيقيين بحقائق كثيرة عن الزمان[٢٩].

كان كانط مهتماً بمشكلة تناهى أو لا تناهى العالَم، وعلاقة ذلك بالزمان والمكان. وهى مشكلة معقدة يواجهها كل مشتغل بالكونيات، وكانت هذه المشكلة كما أوضحها كانط فى إحدى رسائله، هى التى قادته إلى نظريته فى المعرفة، كما قادته إلى وضع كتابه "نقد العقل الخالص"[٣٠].

وخلاصة القول إن إصلاح الفلسفة وتجديدها – فى نظر كانط – لا يكون بفرض التصورات الجديدة، بل يكون بإدخال التصورات الرياضية[٣١]. ويعتقد أن التصورات الرياضية والطبيعية هى صور الواقع[٣٢]، ويجب أن تبحث الفلسفة عن الشروط التى تبرر بها هذا الواقع. كما أكد وجود صلة بين الرياضة والطبيعة، بين العقل والواقع، فالعقل يضع الشروط الهندسية الضرورية التى تجعل التجربة أو العلم الطبيعى ممكنًا[٣٣]. وهكذا رأى كانط أن هناك انسجامًا رائعًا بين الهندسة الإقليدية وبناء العلم الطبيعى عند نيوتن، انسجامًا بين شروط العقل الرياضية والواقع الطبيعى. ونستطيع أن نقول – وفقا لما ذهب إليه كانط – إن المعرفة الرياضية هى التى تجعل المعرفة الطبيعة ممكنة. وهنا نجد البذور الأولى للفلسفة النقدية[٣٤].

٤

أسس الفلسفة النقدية

تخضع المعرفة النقدية لمبدأين أساسيين: الأول أننا لا نعرف غير ظواهر الوجود، والثانى أن الموضوعات أو التجربة تنتظم وفقًا لتصورات الذهن. وهذان المبدآن مرتبطان معًا أشد الارتباط[٣٥]،فإذا كانت الموضوعات تنتظم وفقًا لتصورات الذهن، فلابد وأن تكون موضوعات المعرفة هذه مجرد ظواهر لا أشياء فى ذاتها[٣٦]. فالمعرفة الحسية لا تمثل الأشياء كما هى فى ذاتها، بل كما تؤثر فقط هذه الأشياء فى حواسنا، وبالتالى فهى تنقل إلى الذهن مجرد الظواهر ليفكر فيها لا الأشياء فى ذاتها[٣٧]. ومن هنا يرفض كانط إطلاق اسم "المثالية العالية" أو "المثالية العليا" على فلسفته، لأن هذه التسمية – فى رأيه – غير صحيحة[٣٨].

وإذا كان كانط قد أطلق بنفسه على فلسفته اسم "المثالية المتعالية" (الترنسندنتالية) Trancendental، فليس لأحد الحق فى أن يخلط بينها وبين مثالية ديكارت Descartes (١٥٩٦–١٦٥٠) أو مثالية بركلى ,G.Berkeley (١٦٨٥–١٧٥٣). لأن ما أطلق عليه كانط اسم المثالية لا يمس وجود الأشياء (والمثالية بمعناها التقليدى تشك فعلاً فى وجودها بصفة خاصة)، ولم يخطر ببال كانط قط الشك فى وجود الأشياء. فمثاليته لا تختص إلا بالتمثل الحسى للأشياء الذى يحتوى أولاً على المكان والزمان، وبيَّن كانط فيما يتعلق بهما وبالتالى فيما يتعلق بكل الظواهر عامةً، أنها ليست الأشياء فى ذاتها (بل مجرد جهات فى التمثل). إن كلمة "متعال" (ترنسندنتالى) عند كانط لا تشير أبدًا إلى علاقة بين معرفتنا وبين الأشياء، بل إلى علاقة المعرفة بملكة المعرفة[٣٩]، إنها لا تشير إلى ما يتجاوز حدود كل تجربة، ولكنها تشير حقًا إلى كل ما يسبقها قبليًا a Priori بحيث يجعل المعرفة ممكنة.

ويذهب كارل بوبر إلى أن الاسم الذى اختاره كانط ليطلقه على مذهبه، وهو "المثالية الترنسندنتالية" اسم مضلل، وسرعان ما ندم على هذا الاختيار، لأنه جعل

الناس تعتقد أنه مثالى فى الاتجاه الرافض للأشياء الواقعية والطبيعية[٤٠]. بادر كانط بتوضيح أنه قد أنكر فقط أن يكون الزمان والمكان تجريبيين وواقعيين، إن الأشياء والحوادث الطبيعية هى وحدها التجريبية والواقعية[٤١]. يقول كانط:

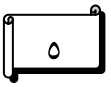
« إن القضية التى يدافع عنها المثاليون المعترف بهم منذ ظهور المدرسة الإيلية حتى الأسقف بركلى هى القضية الآتية: (كل معرفة نستخلصها من الحواس ومن التجربة ليست إلاَّ وهمًا، فالحقيقة لا توجد إلا فى أفكار الذهن المجرد والعقل الخالص). وعلى العكس فإن المبدأ الذى يحكم مثاليتى ويحددها هو المبدأ الآتى: (كل معرفة للأشياء نستخلصها من الذهن المجرد أو من العقل الخالص فحسب، ليست إلا وهمًا، فالحقيقة لا توجد إلا فى التجربة). وهذا بالضبط عكس هذه المثالية بمعناها الصحيح »[٤٢].

إن مثالية كانط، مثالية من نوع خاص جدًا، لأنها وإن كانت تتفق مع المثالية التقليدية فى جانب، فإنها تختلف عنها فى جانب آخر. أما عن جوانب الاتفاق والاختلاف بين مثاليته والمثالية التقليدية، فنحن نترك لكانط الكلام عنها: "لما كانت الحواس لا تدرك أبدًا الأشياء فى ذاتها، بل ظواهرها فقط، ولما كانت هذه الظواهر هى مجرد تمثلات للقوة الحساسة، فإن المكان وكذلك الأجسام التى يحتويها هى بالضرورة مجرد تمثلات فينا لا وجود لها إلا فى فكرنا"[٤٣]. ويتساءل كانط: "أليس هذا بصراحة ما نسميه المثالية؟". ويستطرد قائلاً: "يؤكد المذهب المثالى أنه لا وجود لكائنات أخرى غير الكائنات العاقلة، والموضوعات الأخرى التى نظن أننا ندركها بالعيان ليست إلا تمثلات فى الكائنات العاقلة لا يقابلها فى الواقع أى موضوع خارجى[٤٤]. إنما أنا أقول على العكس: توجد موضوعات محسوسة وخارجة عنا وهى معطاة لنا، لكننا لا ندرى ما يمكن أن تكون عليه فى ذاتها، أننا لا نعرف غير ظاهرها أى التمثلات التى تحدثها فينا وتؤثر بها على حواسنا"[٤٥]. ويتساءل كانط مرة أخرى: "هل تسمى هذه النظرة إلى الأشياء مثالية؟"، ويجيب مؤكدًا: "إنها على عكس المثالية تمامًا"[٤٦].

أضفت المثالية الكانطية – ولأول مرة – على كل معرفة قبلية حتى المعرفة الهندسية واقعية موضوعية، ولقد أثبت كانط هذه المعرفة القبلية عن طريق مثالية

المكان والزمان[٤٧]، ولكن نظريته فى مثالية المكان والزمان هى أبعد ما تكون عن كونها نظرية لرد العالَم المحسوس كله إلى مجرد مظهر[٤٨].

لكل هذه السباب ونتيجةً لهذا التمييز الحاسم بين مثالية كانط وغيرها من المثاليات الأخرى، يفضل كانط أن يطلق على مثاليته اسم "المثالية النقدية" منعًا لكل تفسير خاطئ لها وتمييزًا لها عن المثالية الدوجماطيقية عند بركلى والمثالية الارتيابية عند ديكارت[٤٩]. لقد اختار كانط "النقد" عنوانًا من أجل إعلان الهجوم الصارم على التفكير النظرى، إن النقد عنده هو نقد العقل المجرد، وتفنيد التدليل العقلى الخالص الذى لا يستند إلى الوجود الحسى والخبرة الحسية. إن النقدية الكانطية تنقد العقل المجرد باظهار أن التدليل العقلى الخالص للعالَم يوقعنا دائماً فى نقائض[٥٠].



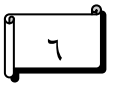
الزمان والمكان عند كانط

يرى كانط أن المكان والزمان مع كل ما يحتوياه ليسا شيئين فى ذاتهما ولا خاصيتين للأشياء فى ذاتها، إنما هما يتعلقان بظواهر هذه الأشياء[٥١]. فنحن نستطيع أن نطبقهما على الأشياء والحوادث الطبيعية، ولكن المكان والزمان فى ذاتهما ليسا أشياء أو حوادث، أنهما لا يخضعان للمشاهدة لأنهما غير محسوسين، إنهما نوع من الأطر للأشياء والحوادث[٥٢] Framework for things and events. إن المكان والزمان ليسا جزءاً من العالَم الواقعى التجريبى للأشياء والحوادث، ولكنهما بالأحرى جزء من بنائنا العقلى[٥٣]. فالمكان والزمان يمكن أن يعرفا قبليًا مع جميع تعيناتهما، لأنهما موجودان فينا قبل كل إدراك حسى، أى قبل كل تجربة، كصورتين خالصتين لقوتنا الحساسة تجعل كل عيان حسى ممكنا، وبالتالى تجعل كل الظواهر ممكنة. ولما كانت التجربة تستند إلى القوانين الكلية والضرورية التى هى معاييرها، فإن المكان والزمان (مع اقترانهما بتصورات الذهن المجردة) يفرضان بصورة قبلية على كل تجربة ممكنة قانونًا يعطينا معيارًا أكيدًا نميز به الوهم من الحقيقة. ويقدمان لأحكامنا مقياسًا يسمح لنا بالتمييز الصحيح بين العلم والتظاهر بالعلم[٥٤]. ويتضح من ذلك مدى الاضطراب الذى يمكن أن يواجهنا إذا ما استخدمنا فكرتى الزمان والمكان استخدامًا يتجاوز مجال التجربة[٥٥].

إن نظرية كانط فى الزمان والمكان أسهمت – من وجهة نظر الفلسفة النقدية – فى تفسير صحة نظرية نيوتن التى أعتقد كانط أنها صادقة صدقًا مطلقًا، متفقًا فى ذلك مع كل علماء الطبيعة المعاصرين له[٥٦]. ولقد وجد كانط أنه على الرغم من أن الملاحظات تؤكد صحة نظرية نيوتن، فإن هذه النظرية ليست نتيجة للملاحظات، بل هى نتيجة لطريقتنا الخاصة فى التفكير من خلال محاولتنا لترتيب وتنظيم معطياتنا الحسية لندركها ونستوعبها ذهنيًا، إنها ليست هذه المعطيات الحسية بل إدراكنا الخاص لها[٥٧]. وفى صياغة كانطية محكمة لهذا الرأى يقول كانط: "إن عقلنا لا

يكشف قوانين الطبيعة، وإنما يشترط قوانينه على الطبيعة"[٥٨].

هذه العبارة تتضمن الفكرة التى أطلق عليها كانط باعتزاز "ثورته الكوبرنيقية" The Copernioan Revolution، فعندما فشل كوبرنيقوس فى تفسير حركات السماء، أراد أن يخرج من هذا الفشل بقلب الأوضاع، ولذا قال إن السماء ليست هى التى تدور حول المشاهد، بل المشاهد ذاته هو الذى يدور حول الكواكب الساكنة[٥٩]. ويقول كانط إننا نستطيع أن نقوم فى الميتافيزيقا بمحاولة تشبه محاولة كوبرنيقوس فيما يختص بحدس الموضوعات الخارجية. فما هو موقف الذات فى هذا الحدس؟ يرى كانط أنه كان من الخطأ أن نظن أن الذات سالبة تتلقى معرفتها من العالَم الخارجى، فتتطبع بها. ولقد كان هذا رأى "هيوم" ورأى الفلاسفة التجريبيين عامةً، وهو يتنافى مع فكرة القبلية التى نجدها عنده. ولذلك أراد أن تكون التصورات القبلية سابقة على الأشياء، وأن تنتظم الأشياء وفقًا لها[٦٠]. وهكذا استطاع كانط أن يحقق ثورة كوبرنيقية فى مجال الفلسفة، ثورة تصحيح الأوضاع فى المعرفة[٦١]. فإذا كان كوبرنيقوس قد انتزع الإنسان من وضعه المركزى فى العالَم الطبيعى، فإن الثورة الكانطية الكوبرنيقية جاءت لترد للإنسان اعتباره، وتضع الإنسان فى المكانة التى تليق به ككائن عاقل[٦٢].



الاستنباط الترنسندنتالى

نشر كانط عام ١٧٨١ كتابه "نقد العقل الخالص"، عَبَّرَ فيه عن ثورته على التفكير الفلسفى القديم والحديث على السواء. فهو يعترض فى هذا الكتاب على مثالية أفلاطون التى لا جدوى منها، كما يعترض على مثالية ديكارت الحالمة ومثالية بركلى Berkley (١٦٨٥-١٧٥٣) المغرقة فى الرؤى. وهو يريد أيضًا – على حد تعبيره – أن يقوض شك هيوم من أساسه، بل هو يجعل الهدف الأول من النقد تفنيد شك هيوم، ومحاولة لوضع حل للمشكلة أو للمعضلة الميتافيزيقية التى أثارها هذا الفيلسوف، وهى الشك فى مصدر التصورات العقلية[٦٣]. إن نقطة الابتداء عند هيوم كانت فى ذاتها عبارة عن تصور ميتافيزيقى واحد ولكنه ذو أهمية، نعنى به علاقة العلة بالمعلول[٦٤]. لقد اهتم هيوم فى فلسفته بتحليل تصور العلية واكتشف أنه يمثل علاقة بين شيئين أعتدنا مشاهدتهما معًا فى التجربة. والنتيجة التى انتهى إليها شك هيوم أن تصورات العقل ليست فى حقيقة الأمر تصورات عقلية صادرة عن طبيعة العقل وحده، بل هى تصورات يستخلصها العقل من التجربة[٦٥].

ويوضح كانط بمزيد من الدقة حقيقة المحاولة التى قام بها هيوم لتحليل علاقة العلة بالمعلول، فيقول: "إن المسألة لم تكن خاصة بمغرفة هل تصور العلة تصور دقيق ذو فائدة عملية، ولازم فى الطبيعة، فإن هيوم لم يخامره الشك فى هذا أبدًا، إنما المسألة هنا كانت خاصة بمعرفة هل يتصور العقل العلة قبليًا، وهل حقيقة العلية ذاتية ومستقلة عن كل تجربة. وجملة القول أن المسألة هنا كانت تتعلق بمصدر هذا التصور ولا تتعلق بالفائدة اللازمة عنه، فإذا ما تحدد لنا هذا المصدر، فستتضح لنا بصورة تلقائية شروط استخدامه وكذلك مجال تطبيقه"[٦٦].

لقد اعترف كانط بأن تنبيه هيوم قد أيقظه من سباته الدجماطيقى، ووجه بحوثه فى الفلسفة النظرية وجهة جديدة تمامًا[٦٧]، إذ كانت بحوثه الأولى تدور كلها حول ما

يمكن تسميته بميتافيزيقا الطبيعة، فكان النقد الشكاك عند هيوم سببًا فى أنه فكر فى وضع أصول لفلسفة مثالية نقدية[٦٨]. غير أن كانط لم يسلم بالنتائج التى انتهى إليها هيوم، بل رأى أن هذا الأخير لم يتمثل المسألة بكل جوانبها وسعتها، واكتفى بتناولها من جانب واحد فقط، وهى بالطبع لن تفسر لنا شيئًا إلا إذا تناولناها فى جملتها[٦٩]. ولذا أراد كانط أن يتوسع فى بحثها ويسير بفضل التأمل المستمر شوطًا أبعد من الشوط الذى قطعه هيوم، فحاول أن يتمثل اعتراض هيوم فى صورة عامة، فرأى أن المعنى الذى يصور لنا علاقة العلة بالمعلول ليس المعنى الوحيد الذى يستخدمه الذهن فى تصور العلاقات تصورًا قبليًا[٧٠]. وحاول حصر كل التصورات القبلية الأخرى وتأكد من عددها، ونجح فى ذلك بردها إلى مبدأ واحد هو العقل نفسه، ثم انتقل بعد ذلك إلى عملية استنباط تلك التصورات من هذا المبدأ الواحد بعد أن تأكد أنها لا تُسْتَمد من التجربة، إنما هى صادرة عن الذهن الخالص[٧١]. وهذا الاستنباط هو ما يُعرفَ باسم "الاستنباط الترنسندنتالى". وفى هذا الصدد يقول كانط: إن "عملية استنباط التصورات كانت أشق مهمة قمت بها من أجل دعم الميتافيزيقا"[٧٢]. لقد استطاع كانط بلباقة أن يخرج من دائرة العلية الضيقة إلى مسألة عامة هى مصدر التصورات العقلية كلها[٧٣]. ونجح فى تحويل هذه المشكلة الخاصة إلى مشكلة عامة للعقل[٧٤].

٧

المعرفة التركيبية القبلية

إذا كان مظهر التقدم فى الفلسفة هو كشف أسئلة ذات دلالة، فمن الواجب أن ننسب إلى كانط مكانة رفيعة نظرًا إلى سؤاله المتعلق بوجود المعرفة التركيبية القبلية synthetic a priori، ومع ذلك فإنه، شأنه شأن غيره من الفلاسفة، يطالب لنفسه بمكانة رفيعة، لا على أساس السؤال، وإنما على أساس إجابته عنه[٧٥]. بل إنه يصوغ السؤال على نحو مختلف إلى حد ما، إذْ إن اقتناعه بوجود المعرفة التركيبية القبلية بلغ حدًا جعله لا يرى ضرورة فى السؤال عن وجودها، وإنما وضع السؤال فى صيغة: كيف تكون المعرفة التركيبية القبلية ممكنة؟[٧٦]. وفى رأى كانط توجد بالفعل علوم فيها أحكام تركيبية قبلية، مثال ذلك الرياضيات البحتة والفيزياء المجردة[٧٧]. إن هذين العلمين يحتويان على قضايا معروف عنها بصفة عامة إنها قضايا صادقة برغم أنها مستقلة عن التجربة، ويكون صدقها إما عن طريق العقل وحده، فتكون يقينية بالضرورة، وإما عن طريق الإجماع العام الذى يبنى على التجربة. وهكذا فلدينا – من وجهة نظر كانط – معرفة تركيبية قبلية لا تقبل جدلاً ولا يحق لنا أن نتساءل: هل هذه المعرفة ممكنة – لأنها عنده ممكنة ما دامت موجودة – وإنما يجب علينا أن نتساءل: كيف تكون هذه المعرفة ممكنة حتى يمكننا أن نشتق من مبدأ إمكان هذه المعرفة المعطاة لنا مبدأ إمكان جميع المعارف الأخرى[٧٨].

والسؤال الآن: كيف أثبت كانط أن الرياضيات البحتة والفيزياء المجردة مؤلفان فى صميمهما من أحكام تركيبية قبلية؟ وما قيمة هذه الأحكام[٧٩]؟

يرى كانط أن الأحكام "القبلية" تتصف بصفتين "الشمول" و"الضرورة"[٨٠]، ولكن ليس معنى هذا أن جميع الناس يتصورونها، فهذا لا يكفل لنا إلا ضرورة ذاتية. والأحكام تكون "قبلية" إذا كنا نقرر بها أن شيئًا ما موجود على جهة الشمول والضرورة. وإذن فهاتان الصفتان متعلقتان بطريقتنا فى تصور الأشياء الموجودة خارج نفوسنا[٨١].

هذا عن الأحكام القبلية. فماذا عن الأحكام التركيبية؟ وفقًا لفلسفة كانط يوجد

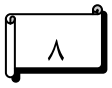
فى كل حكم حدان: موضوع ومحمول، ويمكن أن توجد بينهما صلات مختلفة. فالحكم التحليلى هو الذى يكون فيه المحمول من قبل متضمنًا فى الموضوع، ويمكن استخلاصه منه بتحليل بسيط. ويضرب لنا كانط مثالاً على ذلك: "كل الأجسام ممتدة". يوضح هذا المثال أننا لم نتوسع فى مفهوم "الجسم" واكتفينا فقط بتحليل هذا التصور، لأن الامتداد متضمن فى مفهوم الجسم قبل الحكم، مع أنه لا يشير إليه صراحة[٨٢]. فليس علينا إلا أن "نفسر" معنى الجسم، أى أن نبسطه، لكى نجد فيه معنى الامتداد، وهذا هو الحكم التحليلى. وعلى العكس فالقضية القائلة بأن "كل الأجسام ثقيلة" يشتمل محمولها على شىء غير متضمن فى مفهوم التصور العام للجسم[٨٣]، وينبغى إذن أن نطلق بالتالى عليها اسم الحكم التركيبى.

ويرى كانط أن جميع الأحكام التحليلية تستند بأكملها إلى مبدأ التناقض، وهى بطبيعتها معارف قبلية سواء أكانت التصورات التى تتألف منها مادتها تجريبية أم لا[٨٤]. ولما كان المحمول فى الحكم التحليلى الموجب متضمنًا فعلاً من قبل فى تصور الموضوع، فلا يمكن أن ننفيه عنه دون أن نقع فى تناقض[٨٥]. هذا هو السبب الذى يجعل جميع القضايا التحليلية أحكامًا قبلية، ومن غير المعقول أن يبنى الحكم التحليلى على التجربة، بما أنى لست فى حاجة إلى أى شيء خارج عن تصورى للموضوع لكى استصدر هذا الحكم، وبالتالى لست فى حاجة إلى شهادة التجربة. فمثلاً القضية الآتية: الجسم ممتد، هذه القضية قبلية بالتأكيد وليست حكماً تجريبياً، وقبل أن انتقل فعلاً إلى التجربة أجد فى تصور الموضوع جميع شروط الحكم، ويبقى علىّ استخلاص المحمول منه طبقًا لمبدأ التناقض. وهكذا أدرك فى الوقت نفسه ضرورة الحكم، وهذه الضرورة – كما يذهب كانط – لا أتلقاها من التجربة[٨٦]. ويرى كانط أن الأحكام التركيبية لا تقوم على مبدأ التناقض فقط، وإنما تستلزم مبدأ آخر غير هذا. لكن أيًا كان هذا المبدأ فلابد أن تشتق منه بحسب مبدأ التناقض[٨٧]. ويؤكد كانط أنه لا شىء يجب أن يناقض هذا المبدأ، علمًا بأنه ليس مصدر كل شىء[٨٨]. كما يذهب إلى أن الأحكام التجريبية هى دائمًا أحكام تركيبية[٨٩].

بعد أن ميزنا بين الأحكام التركيبية والأحكام القبلية، يحق لنا الآن أن نتساءل: هل يمكن اجتماع الأمرين فى حكم من الأحكام فى آن واحد؟. كان هيوم قد فرق برضوح كامل بين هذين النوعين من الأحكام، وقرر أنهما متناقضان لا يجتمعان،

فقال بأن ما هو "قبلى" لا يمكن أن يكون كذلك إلا لأنه تحليلى، وبالعكس لا يمكن أن نعرف العلاقة التركيبية إلا بَعْديًا" posteriori a[٩٠]، ويضرب مثلاً لذلك بالعلية[٩١].

فأخذ كانط يسائل نفسه عن هذا التناقض، أصحيح هو أم مجرد وهم[٩٢]؟ وتتضح إجابة كانط عن هذا التساؤل من خلال عرضه لطبيعة القضية الرياضية.



طبيعة القضية الرياضية عند كانط

يخالف كانط جمهور علماء الرياضيات فى قوله إن القضايا الرياضية تركيبية قبلية وليست تحليلية قبلية. لا خلاف على أن القضية الرياضية قبلية بمعنى أنها ليست مشتقة من الخبرة، وأنها ضرورة منطقية. لكن كانط ينكر أن القضية الرياضية تحليلية بمعنى أن محمولها متضمن فى تصور موضوعها أو أن ليس محمولها سوى تحليل لتصور الموضوع[٩٣]. والمثال الذى يقدمه لنا على السمة التركيبية للأحكام الرياضية هو "٧+٥=١٢". ويرى كانط أن هذه القضية ليست تحليلية بسيطة تنتج من تصور مجموع سبعة وخمسة بمقتضى مبدأ التناقض[٩٤]، كما أنه يؤكد أن تصور مجموع سبعة وخمسة لا يحتوى على أى شىء آخر غير اجتماع العددين فى عدد واحد، دون أن تخطر على الذهن ماهية هذا العدد الواحد الذى يحتوى على العددين الآخرين[٩٥]. إن مفهوم تصور العدد اثنى عشر لا يدخل فى مفهوم تصور اجتماع سبعة وخمسة، ومهما حاولنا أن نحلل التصور الذى لدينا عن مثل هذا المجموع الممكن وعلى النحو الذى يحلو لنا، فإننا لا نجد فيه مع ذلك الرقم ١٢. وينبغى إذن – فى رأى كانط – أن نتجاوز هذه التصورات وأن نلجأ إلى العيان الذى يطابق أحد العددين، خمسة أصابع أو خمس نقط مثلاً، ثم نضيف بواسطة العيان واحدة بعد الأخرى من الواحدات الخمس المعطاة إلى تصور سبعة[٩٦].

إذن فنحن بهذه القضية ٧+٥=١٢ نتوسع فى مفهوم تصورنا ونضيف إليه تصورًا جديدًا لم يكن متضمنًا فى مفهومه، وبعبارة أخرى فالقضية الحسابية هى دائمًا – من وجهة نظر كانط – قضية تركيبية. وهو يرى أن إدراك هذا يتم بصورة أوضح كلما استخدمنا أعدادًا أكبر[٩٧]، ويتضح لنا حينئذ أنه مهما حاولنا أن نحلل هذا التصور كيفما نشاء فلن نحصل أبدًا بتحليله على المجموع، وإنما نحصل عليه بالعيان وحده[٩٨]. ويذهب كانط إلى أن علم الحساب يجعل العيان المجرد للزمان أساسًا له، ويشكل علم الحساب بنفسه تصوراته عن العدد عن طريق الإضافة المتتالية

للوحدات فى الزمان[٩٩].

وتصدق الملاحظات السابقة نفسها على قضايا الهندسة، فهى "قبلية" وهى فى الوقت نفسه تركيبية. ويضرب كانط أمثلة من الهندسة للتدليل على أن قضاياها ليست تحليلية، فيقول إن "الخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين" قضية تركيبية، ذلك لأنها تجمع بين صفتين مختلفتين تماماً: صفة كمية وهى "أقصر خط" وصفة أخرى كيفية وهى "الخط المستقيم". وليس من المعقول – وفقاً لوجهة نظر كانط – أن تكون استقامة خط من الخطوط (وهى صفة كمية) متضمنة فى كون هذا الخط قصيرًا أو طويلاً (وهى صفة كمية) وهذا معناه أن هذا الحكم تركيبى[١٠٠]. إذن فتصور "الأقصر" هو تصور مضاف تمامًا ولا يمكن استخراجه من تصور "المستقيم" بأى نوع من التحليل، وبناء على ذلك يجب أن نستعين بالعيان فهو وحده الذى يجعل التركيب ممكنًا[١٠١]. ويقول كانط بأن علم الهندسة يجعل العيان المجرد للمكان أساسًا له[١٠٢].

المكان والزمان إذن هما العيانان اللذان تُبْنَى عليهما فى الرياضة البحتة كل المعارف وجميع الأحكام التى تكون ضرورية لازمة فى نفس الوقت كعلم الفيزياء، فلقد رأى كانط أن الفيزياء منذ عهد نيوتن يمكن أن تعد علمًا هو فى أعلى أجزائه "قبلى" عقلى. ولكن فضلاً عن هذا يرى أن مبادئ هذا العلم تركيبية بداهةً، وبلا حاجة إلى دليل. فإذا أخذنا القضية "مهما يلحق بالمادة من تغيرات فكميتها لا تتغير" وجدنا أن "عدم التغير" ليس متضمنًا فى مفهوم "المادة". وهذا شىء مسلم به، ومثال آخر: "فى كل انتقال لحركة يكون الفعل ورد الفعل متساويين دائمًا" فهناك أيضاً إضافة لمفاهيم جديدة لا مجرد تحليل[١٠٣].

٩

التقدم العلمى وأسس جديدة للمعرفة

قام بعض المناطقة وعلماء الرياضة بتوجيه انتقادات كثيرة إلى رأى كانط فى طبيعة القضية الرياضية، فلقد اتفق معظم المناطقة والرياضيين على أن المعرفة الرياضية هى معرفة مجردة يمكن اكتسابها عن طريق عمليات ذهنية خالصة وبدون الحاجة لأية خبرة عن العالَم. ولكن كانط يسلك سبيلاً مختلفًا، فيضرب مثلاً مستمدًا من الحساب وهو حاصل جمع الخمسة والسبعة، وهو مثل استمده كانط من محاورة "تيتاتوس" لأفلاطون، حيث استخدم الرقمان ذاتهما[١٠٤]. فالقضية ٧+٥=١٢ قبلية، لأنها لا تُسْتَمد من التجربة، بينما هى فى الوقت ذاته تركيبية لأن مفهوم ١٢ ليس متضمنًا فى تصور ٥ و٧ ورمز الجمع. وعلى هذا الأساس يرى كانط – كما سبق أن أشرنا – أن الرياضة قبلية تركيبية[١٠٥].

ولم يوافق فلاسفة الوضعية المنطقية والفلاسفة التحليليون على هذه النظرية، وكان من رأيهم أن يقين الرياضة ليس له مصدر سوى أن القضية الرياضية تكرار لفظى فى الرموز، فلا فرق فى طبيعة القضية الرياضية بين أن نقول ٢+٢=٤، وبين أن نقول أن الماء هو الماء[١٠٦]. فالقضية الرياضية صادقة بالضرورة صدقًا قبليًا، فهى صادقة فى كل مكان وكل زمان وصدقها غير مشروط بظروف خارجية، وهى أيضًا صادقة صدقًا يدل عليه بناؤها نفسه لأن بناءها تكرار للرمز الواحد مرتين وإن يكن هذا الرمز الواحد ذا صورتين مختلفتين ظاهرًا. إلا أنهما يتخذان صورة واحدة عندما يوضع مكان أحد الشطرين تعريفه[١٠٧].

وتوضيحًا لاستقلال الرياضة البحتة عن العالَم الخارجى، نأخذ مثالاً نجده فى الحساب والجبر المعتاد، إذ يمكننا أن نبرهن بالعمليات الذهنية الخالصة، وبغير أن نحتاج إطلاقًا لأية خبرة عن العالَم الخارجى، على أنه إذا كان أ عددًا خالصًا فإن : (أ+١) (أ–١) يكون دائمًا أصغر من أ^{٢} فمثلا ٨ × ٦ أصغر من ٧^{٢} وبنفس الطريقة يمكن اكتشاف أن ٨، ٩، ١٠ أعداد مركبة (أى أعداد نحصل عليها بضرب أعداد

أصغر منها فى بعضها)، على حين أن ٧ و ١١ أعداد أولية[١٠٨]، (أى أعداد غير مركبة). إن مثل هذه الحقائق لا تحتوى على أى معرفة أو خبرة عن العالَم الخاص الذى نحيا فيه، فكون الـ٧ عددًا أزليًا لا يحيطنا علمًا بتركيب عالمنا الذى نعيش فيه، ولا صلة بين هذين الموضوعين: كون ٧ عددًا أوليًا، بتركيب عالمنا الخاص، ومن هنا تكون الرياضة البحتة "كلية" بمعنى أنها تكون صادقة فى كل مكان وكل زمان، وعلى هذا لا يمكنها أن تخبرنا بشيء عن خصائص هذا العالَم أو غيره[١٠٩]. كما أنها ضرورية الصدق، والضرورة هنا معناها أن نقيضها مستحيل استحالة منطقية.

والقضايا الرياضية عند فلاسفة التحليل والوضعيين المناطقة ترتد إلى مجرد "تحصيل حاصل"، أو إلى مجرد "التكرار". وبذلك يرفضون رفضًا قاطعًا أن تكون هذه القضايا حقائق تركيبية، كما ادعى العقليون من الفلاسفة، ويعارضون القول "بالحدس" فى الرياضيات. ويرون أن اللغة وحدها تكفى لتقرير الصدق والضرورة فى أمثال هذه الحقائق. فلا حاجة إلى "حدس" يحل لنا المشكلات الرياضية، فاللغة نفسها تزودنا بالحدس اللازم[١١٠].

وبالإضافة إلى صفة "تحصيل الحاصل" التى ينسبها أنصار هذا الرأى إلى الرياضيات، هناك صفتان أُخْريان تمتاز بهما الرياضة أيضًا، فالقضية الرياضية تعبر عن لزوم منطقى، فصورة القضية الرياضية الدقيقة هى دائماً: إذا ما حققت س، ص، ط كذا وكذا من الشروط لصدقت بالنسبة لها كذا وكذا من الشروط الأخرى[١١١]. وتوضح هذه الخاصية أن التفكير الرياضى هو نسق استنباطى يبدأ من فروض معينة لينتهى إلى نظريات ناتجة عن هذه الفروض[١١٢]. ويقول "رسل" إن قضايا الرياضة تتخذ صورة منطقية من نوع ق يلزم عنها ك[١١٣]... علمًا بأن كلا من ق، ك لا تشتمل على ثوابت غير الثوابت المنطقية"[١١٤]، وهذا القول وإن كان يلقى الضوء على الخاصية السابقة لقضايا الرياضة وهو كونها قضايا لزومية، فإنه يشير إلى خاصية جديدة من خواص الرياضة، وهو أنها تشتمل على متغيرات لا على ثوابت غير الثوابت المنطقية.

يتضح مما سبق أن القضية التحليلية "قبلية" ما فى ذلك إشكال ولا خلاف، والقضية التركيبية "بَعْدية" لأن تحقيق صدقها يتطلب مراجعة الواقع، وهى مراجعة قد

تنتهى بتأييدها أو بتفنيدها، ولكن هل يمكن للقضية التركيبية – وهى قضية أخبارية لأنها تخبرنا بجديد – أن تكون قبلية كذلك؟ أى هل يمكن الحكم على قضية أخبارية بالصدق الضرورى اليقينى من مجرد النظر إلى تكوينها، كما نفعل فى القضية الرياضية؟ يجيب أنصار الوضعية المنطقية عن هذا السؤال بالنفى، أما كانط فليس جوابه عنه بالإيجاب فحسب، بل أنه يسلم بهذا الإيجاب تسليمًا – سبق أن أوضحناه – كما لو كان الأمر بديهية واضحة بذاتها، ثم يتساءل كانط بعد ذلك: "كيف أمكن للقضية التركيبية أن تكون معرفتها قبلية؟". ولقد جاءت فلسفته إجابة عن هذا السؤال[١١٥].

ويؤكد أصحاب الوضعية المنطقية استحالة الجمع بين الخبر وضرورة الصدق فى قضية واحدة، فإذا كانت القضية تركيبية (إخبارية) فهى ليست ضرورية الصدق، بل إنها تكون فى هذه الحال احتمالية، إذ يحتمل أن نراجعها على الواقع فإذا هى باطلة، وإذا كانت القضية ضرورية الصدق فهى إذن فارغة من الخبر وهى تكرار وتحصيل حاصل، أما كانط فرأيه أن القضايا الرياضية وقضايا العلم الطبيعى سواء فى أنها ذات مضمون خبرى، وأنها فى الوقت نفسه ضرورية الصدق. ومن الأسس التى يبنى عليها كانط وجهة نظره هذه أن بديهيات الهندسة ليست تحصيل حاصل، إذ فيها من المضمون ما يطابق وقائع العالَم الخارجى، ومع ذلك فهى ضرورية الصدق، ومعرفتنا بذلك الصدق قبلية، ومن ثم جاز أن نستدل منها نظريات يقينية يمكن تطبيقها على العالَم الطبيعى[١١٦].

لقد انزلق كانط إلى مثل هذا الموقف المضطرب لأنه لم ينتبه إلى نقطة منهجية هامة – كشفت اللثام عنها الهندسات اللاإقليدية التى ظهرت بعد وفاة كانط بعشرين عامًا[١١٧] – وهى أن الاهتمام بمطابقة أو عدم مطابقة قضايا الهندسة لوقائع العالَم الخارجى يخرجنا من مجال الرياضة البحتة إلى مجال الهندسة الفيزيائية[١١٨]. ولقد أدى ظهور هندسات لا إقليدية إلى التمييز بين نوعين من المكان: المكان الرياضى، والمكان الفيزيائى[١١٩]. وهذا ما سنوضحه فى الصفحات التالية.

١٠

الهندسة الإقليدية

شيد إقليدس Euclid (عاش فى النصف الثانى من القرن الثالث قبل الميلاد) نسقه الهندسى، بأن وضع عدداً قليلاً من البديهيات[١٢٠] الهندسية، استنبط منها المبرهنات (أو النظريات) المترتبة عليها[١٢١]. وتتمثل أهمية الهندسة الإقليدية فى دلالتها العملية، إذ تتلاءم مع الواقع، مما منحها "يقينًا" لم يحرزه أى علم من قبل، فمن عدد محدود من البديهيات الواضحة بذاتها تم تشييد نسق نسلم بصدقه دون تحفظ، وعن طريق التأليف البارع بين تلك البديهيات وحدها ودون إضافة أية بديهيات جديدة إليها أنجز هذا النسق بكامله، وذلك باستخدام استدلالات منطقية مما جعل المبرهنات (أو النظريات) اللازمة عن البديهيات تبدو فى بعض الأحيان، وكأن لها نفس يقين البديهيات[١٢٢]. وهكذا أضحت الهندسة أنموذج العلم الذى يبتغى الدقة البالغة[١٢٣].

ولقد وضع الفلاسفة – فى كل العصور – المنهج الهندسى نصب أعينهم عند صياغتهم لنظرياتهم الفلسفية[١٢٤].

ظلت الهندسة حوالى ألفى عام، على الصورة الأصلية نفسها التى صاغها بها إقليدس[١٢٥]. وبدت بديهيات هذه الهندسة طبيعية وواضحة إلى حد بدت معه حقيقتها أمراً لا يتطرق إليه شك[١٢٦]. فالمكان الطبيعى وما يوجد به من أشياء شواهد على صدق نظريات إقليدس. وعلى الرغم من أن إقليدس لم يستمد بديهياته من الخبرة، فإن هذه البديهيات وكل ما يترتب عليها من مبرهنات (نظريات) كانت متطابقة مع الواقع، وهذا معناه أن ما قد صدق صدقًا عقليًا مجردًا وجد أنه كذلك صادقًا صدقًا تطبيقيًا على الواقع. وهنا نشأ سؤال كانط: كيف أمكن لمثل هذا التوافق أن يكون؟ والخطأ هنا هو فى الاعتقاد بأن بديهيات الرياضة ونظرياتها منطبقة حتمًا على الواقع الخارجى، فقد أثبتت نتائج البحث الرياضى – منذ منتصف القرن التاسع عشر – أن بديهيات

إقليدس يمكن تغييرها، واستبدال غيرها بها، والوصول بعد ذلك إلى نظريات غير نظرياته، دون أن يكون معنى هذا التغيير خطأ فى هندسة إقليدس ولا خطأ فى هندسة تقام على بديهيات غير بديهياته وتنتهى إلى نظريات غير التى انتهى هو إليها، ذلك لأن الصدق فى الرياضة هو صدق اتساق لا صدق تطابق، فيكفى أن يكون البناء الرياضى متسقًا مقدماته مع نتائجه، مهما تكن تلك المقدمات، لنقول عنه إنه بناء صحيح(١٢٧).

لقد نظر كانط إلى قضايا الهندسة الإقليدية على أنها قضايا ضرورية لأنها تعبر عن خواص المكان الحقيقة الوحيد، فالمكان وفقًا لهندسة إقليدس له ثلاثة أبعاد، والمكان عمومًا – طبقًا لما يقول به كانط – لا يمكن أن يكون له أكثر من ذلك، وإن كان هذا المكان عند كانط ذاتيًا فى الذهن البشرى، وليس واقعيًا فى العالَم الخارجى كما عند إقليدس، وهذا هو الفارق بين الموقفين، ولكن هذا الفارق لا يؤثر فى كون تلك المبادئ الهندسية هى قضايا حقيقية معبرة مباشرة عن خصائص المكان، سواء أكان فى الخارج (إقليدس) أم فى الذهن (كانط)(١٢٨).

وتحدث المناطقة المعاصرون عن تصور إقليدس الخاص بطبيعة النسق الاستنباطى بقصد تمييزه عن تصور المحدثين فوصفوه بأنه "نسق يقينى استنباطى" dèductif–Système categorico، والمقصود بهذه التسمية أبراز كلمة "يقينى" التى تشير إلى الفكرة المميزة لتصور القدماء، وهى أن البديهيات التى يستند إليها النسق "يقينية" أى مطابقة للواقع الخارجى، وتبعاً لذلك تكون أيضاً القضايا المشتقة منها بالبرهان (النظريات) يقينية كذلك. ولذا حكم فيلسوف مثل كانط بأن الهندسة الأقليدية هى الوحيدة الممكنة للإنسان لأن قضاياها ضرورية(١٢٩).

ولكن التصور االمعاصر للنسق الاستنباطى لا يرى هذه المطابقة ولا هذه الضرورة، إذ يعتبر البديهيات مجرد فروض(١٣٠)، أو أوضاع نتواضع عليها ولا صلة لها بالواقع الخارجى أو المكان الفيزيائى، كما أنها ليست ضرورة عقلية، وكل ما تمتاز به هو أنها يجب أن تكون غير متناقضة فيما بينها(١٣١)، بحيث يمكنها أن تنتج طائفة من القضايا المشتقة أو النظريات التى 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 فرضى استنباطى". إن هذا التصور الجديد للنسق الاستنباطى هو الذى مكَّن الرياضيين المحدثين من وضع أيديهم على أوجه النقص الشديد فى نسق إقليدس الهندسى، فقد تبين للرياضيين أن نظريات إقليدس لا يمكن أن تنتج من مقدماته الأولية وحدها، لأن تلك المقدمات ناقصة نقصًا ذريعًا[١٣٢].

١١

الهندسات اللاإقليدية

أرادت الفلسفة النقدية بيان أن هندسة إقليدس – ولم يكن يُعرفَ غيرها فى عصر كانط – هى الهندسة الوحيدة والضرورية من حيث هى معبرة عن خواص المكان المعطى لنا فى بنائنا العقلى، وهى كى تثبت تلك الضرورة المعبرة عن ذلك المكان الوحيد رأت أنه يكفيها أن تبرر كيف أن كل أحكام الرياضة – وضمنها الهندسة – أحكام "تركيبية قبلية"[١٣٣]. وعلى هذا لا يمكن أن تقوم – من وجهة نظر كانط – هندسة أخرى غير الهندسة الإقليدية؛ فهى الهندسة بالذات، لأن ضرورتها مفروضة علينا بطبيعة تركيبنا الذهنى، فالعيان الخالص للمكان هو أساس علم الهندسة – كما سبق أن ذكرنا – ولكن إذا كان هذا العيان يفسر لنا الهندسة الإقليدية، فإنه لا يمكن أن يفسر لنا الهندسة اللاإقليدية[١٣٤]. إن المكان الإقليدى ليس شكلاً مفروضاً "قبلياً" على ذهننا ما دمنا نستطيع تخيل المكان اللاإقليدى[١٣٥].

ومع بداية القرن التاسع عشر قام علماء الرياضة بما يسمى حركة "النقد الداخلى"، وهى حركة فكرية عند رياضى أوائل القرن التاسع عشر جعلتهم ينصرفون عن التفكير فى الاستزادة من الاكتشافات الرياضية والتوجه نحو فحص ونقد نظرياتهم الرياضية القائمة بقصد التثبت منها ومن سلامة براهينها[١٣٦]. ولقد ظهرت على السطح مشكلة فرضت نفسها وهى تسويغ صدق تلك البديهيات التى يبدأ بها النسق الرياضى. إن تبرير صدق البديهيات يُمَثِّل، فى الواقع، المشكلة الأساسية لكل علم[١٣٧].

ظل نقد نسق البديهيات الخاص بالهندسة الإقليدية يُعالَج داخل إطار العلوم الرياضية، وأدى التوسع فى هذا النقد إلى كشوف متميزة[١٣٨]. وكانت نقطة البدء التى أنطلق منها النقد هى **البديهية الخامسة** عند إقليدس[١٣٩]، والتى تنص على أنه:

« إذا قطع خط مستقيم خطين مستقيمين آخرين بحيث كان مجموع

الزاويتين الداخلتين الموجودتين من جهة واحدة أقل من قائمتين، فإن المستقيمين المذكورين أو امتدادهما يتلاقيان ».

وتسمى المشكلة الناجمة عن هذه البديهية "بمشكلة التوازى". فلقد أدرك الرياضيون منذ زمن طويل بأن تلك البديهية ليست واضحة كغيرها، وحاولوا إقامة البرهان على صحتها كنظرية من النظريات المبرهنة على أساس البديهيات الأخرى، أو بقبول بديهيات جديدة أكثر وضوحًا تنتجها(١٤٠).

ظلت مشكلة التوازى تشغل الرياضيات طوال ما يزيد على ألفى عام قبل أن يتم التوصل إلى حل لها. فبعد حوالى عشرين عاماً من وفاة كانط، اكتشف رياضى مجرى شاب، هو جون بوليای Bolyai (١٨٠٢–١٨٦٠)، أن بديهية التوازى ليست عنصرًا ضروريًا فى الهندسة، فشيّد هندسة تخلى فيها عن بديهية التوازى، وأحل محلها بديهية جديدة تقول بوجود أكثر من مواز واحد لمستقيم معين من نقطة معينة(١٤١). ويقال إن الرياضى الألمانى جاوس Gauss (١٧٧٧–١٨٥٥) قد توصل فى الوقت نفسه تقريبًا إلى فكرة مشابهة ولكنه أحجم عن نشرها(١٤٢). ولكن الرياضى الروسى لوباتشفسكى Lobachevski (١٧٩٠–١٨٥٦) كان أول من نشر أبحاثه فى تلك الهندسة عام ١٨٢٨، فعُرِفَت باسمه تلك الهندسة التى اكتشفها جاوس من قبل(١٤٣).

ولكن هذه الأبحاث لم تثر اهتمامًا كافيًا بخطر النتائج التى توصل إليها هؤلاء، وإنما تم ذلك حين نشر الألمانى ريمان Riemann (١٨٢٦–١٨٦٦) رسالة بعنوان "حول الفروض التى تقوم على أساسها الهندسية" ظهرت سنة ١٨٥٤. فلفت النظر إلى إمكان وجود هندسات لا إقليدية. ومن هذا التاريخ نمت الأبحاث والدراسات المتعلقة بهذه الهندسات الجديدة(١٤٤). وبدت هندسة ريمان فى بادئ الأمر غير معقولة على الإطلاق وفارغة من المعنى، لاحتوائها على قضايا كتلك التى تقول إن مجموع زوايا المثلث اكثر من ١٨٠°، أو إن العلاقة التى تربط محيط الدائرة بقطرها ليست هى: ط =٣.١٤(١٤٥). ومع ذلك، فقد أثبتت الاختبارات الدقيقة أن هذه النظريات صحيحة تمامًا، وأنها نسق فرضى استنباطى، وأن على المرء أن يعتادها(١٤٦).

إن الهندسة التى قال بها ريمان قَبِلَ فيها، على خلاف إقليدس، أن المستقيم لا

يمتد إلى ما لا نهاية، وإنما ينتهى حتماً (وهذا عكس البديهية الرابعة عند إقليدس التى تقبل مد الخط إلى ما لا نهاية)، كما يقبل فيها أيضًا أن كل مستقيمين على سطح واحد لابد يلتقيان فى نقطتين، فلا توجد، والحالة هذه، مستقيمات متوازية بالمعنى الإقليدى. وعلى العكس من ذلك تقبل هندسة لوباتشفسكى عددًا لا ينتهى من المستقيمات المتوازية التى تمر كلها بنقطة واحدة خارج مستقيم ما[١٤٧]. وهكذا تحل كثرة من الهندسات محل النسق الإقليدى الواحد.

والنتيجة الهامة التى نخلص إليها مما تقدم فيما يختص بأسس الهندسة هى أن البديهية الخامسة مستقلة منطقيًا عن بقية بديهيات إقليدس[١٤٨]. وفكرة الاستقلال هذه هامة للغاية لأنها تسمح لنا بأن نستبدل بالبديهية الخامسة غيرها، بحيث إذا ضم بديل أو أكثر إلى البديهيات الأخرى تكونت هندسات مختلفة متتابعة القضايا أو النظريات. وهذا تغير جوهرى فى أسس الهندسة غير مسبوق ملئ باحتمالات أخرى للتغير[١٤٩]. ذلك لأنه نشأ بالطبع سؤال جديد وهو: هل يمكن إحداث تغيرات أخرى فى أسس الهندسة بحيث ينشأ مزيد من الهندسات المنتظمة القضايا؟ مثلاً هل يمكن وضع بديل أو أكثر لبديهية أو لبديهيات أخرى؟ أو هل يمكن قبول بديهيات جديدة فتنشأ هندسات جديدة؟ ذلك هو السؤال الذى سيطر على كل الأبحاث التالية فى الهندسة والذى لقى إجابة إيجابية أيضًا[١٥٠].

ولكى نلقى ضوءًا على مثل تلك الإجابة دون أن ندخل فى تفاصيل فنية فى الرياضة ذاتها تبعدنا عن هدفنا فى تركيز الكلام حول المنهج والأسس، نشير إلى أن الهندسة الإقليدية وهندسة لوباتشفسكى وريمان اللاإقليدية هى هندسات قياسية metrical geometries. والسؤال الآن: هل توجد هندسات غير قياسية، وهذا السؤال الأخير له أهمية لأنه يقودنا إلى الكلام عن "الهندسة الكيفية" qualitative geometry[١٥١]، وقد أُطلِقَ عليها هذا الاسم لأن فكرة الكم تأتى فى المقام الثانى بالنسبة للكيف الشكلى فى هذه الهندسات غير القياسية. ومع ذلك فإن فكرة الكم لم تتلاش نهائيًا لأننا لا نستطيع أن نعرف مثلاً أن خطاً ما هو مستقيم أم غير مستقيم إلا إذا أجرينا قياسًا[١٥٢].

هناك نوع آخر من الهندسة ذات خواص خالية من كل فكرة عن القياس،

والبحث فى هذه الخواص هو موضوع "هندسة الوضع" Geometry of situation، وقام بدراسة هذه الهندسة العديد من العلماء وعلى رأسهم ريمان. وفى هندسة الوضع نغض الطرف عن كل اعتبار للكم[١٥٣]، على سبيل المثال إذا لاحظنا أن النقطة (ب) توجد بين (أ) و(جـ)، على خط، فإننا نكتفى بهذه الملاحظة، ولا نهتم بمعرفة ما إذا كان الخط (أ ب جـ) مستقيمًا أو منحنيًا، ولا ما إذا كانت المسافة (أ ب) مساوية للمسافة (ب جـ)، أو أكبر منها مرتين. وتمتاز مبرهنات هذه الهندسة بكونها تبقى صحيحة، ولو أن الأشكال قُلِّدَت من طرف رسام عديم المهارة وبشكل قد يشوه كل الأبعاد ويبدل المستقيمات بخطوط ملتوية تقريباً. وبتعبير رياضى: فإن المبرهنات لا يفسدها أى تحول مرقم[١٥٤].

ولقد أمكن إيجاد طريقة عامة لمعرفة مثل هذه الهندسات القياسية وغير القياسية عندما أدخل ريمان وجراسمان Grassmann فى وقت واحد تقريبًا فكرة المكان ذى الأبعاد (ن) أى له أكثر من ثلاثة أبعاد، كأن تكون أربعة (هندسة ريمان)[١٥٥]، وقد تكون غير متناهية. هذه الفكرة – فكرة المكان ذى الأبعاد ن (مهما كان عدد ن) – لعبت دورًا هامًا فى الأبحاث اللاحقة الخاصة "بكل الهندسات الممكنة"[١٥٦]. هذه الممكنات الهندسية كانت موضع اهتمام الكثير من الرياضيين. ولقد عكف الرياضى الألمانى كلاين (فيليكس) F.Klein, (١٨٤٩–١٩٢٥) على تنسيق الهندسات الممكنة منطقيًا بحيث ننتقل من هندسة إلى أخرى حسب مبدأ معين، مستعينًا فى ذلك بالنظرية الجبرية المسماة نظرية المجموعات Theory of groups، فأنتهى إلى أن عدد تلك الهندسات الممكنة منطقيًا عدد لا ينتهى بالفعل، وكل واحدة منها تقوم على البديهيات الخاصة بها[١٥٧].

كما وضع الرياضى الفرنسى بوانكاريه (هنرى) H.Poincaré (١٨٥٤–١٩١٢) "معجمًا" يساعد على ترجمة نظريات لوباتشفسكى بلغة إقليدية. وعلى ذلك، فإذا كان من الممكن الاهتداء إلى تناقض فى بناء هندسة لوباتشفسكى، فإن "المعجم" يتيح تحديد هذا التناقض فى بناء الهندسة الإقليدية. فمجال صحة الهندسة اللاإقليدية يعادل فى عمقه تمامًا مجال صحة الهندسة التقليدية، أى الهندسة الإقليدية القديمة[١٥٨]. وإذن فقد بيّن بوانكاريه التكافؤ التام بين الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية عند لوباتشفسكى، من حيث الصدق. ومن هنا يكون السؤال عما إذا كانت

إحداهما أصدق من الأخرى، سؤالاً أُسىءَ وضعه. ولذا فهو لا يرى أى معنى لمثل هذا السؤال، بل هو – فى رأيه – لا يختلف عن التساؤل عما 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[١٥٩].

خلاصة هذا أن مسألة "الحقيقة" التى يمكن أن ننسبها إلى قضايا هندسية ما أصبحت تعنى فقط عدم تناقض تلك القضايا فيما بينها، ولا تعنى إطلاقًا المعنى القديم للحقيقة وهو مطابقة القضايا للواقع أو المكان الخارجى[١٦٠].

إن هذا التصور الجديد للحقيقة الرياضية طعنة نجلاء لنظرية كانط فى العيان المكانى التى سيطرت طويلاً على الفكر الرياضى، والتى رأت فى هندسة إقليدس الهندسة "الوحيدة والضرورية" بسبب تعبيرها عن خواص المكان أو مطابقتها له[١٦١]، ولا فرق عندنا بين من يرى أن المكان قائم فى العالَم الخارجى كالواقعيين جملةً وعلى رأسهم نيوتن، وبين من يقول إن المكان عيان قبلى وجوده فى الذهن الإنسانى لا فى العالَم الخارجى كما قال كانط. إذ لا يهمنا هنا فى الحقيقة أن يكون المكان خارجياً بالنسبة للفكر الإنسانى أو قبليًا فيه، وإنما يهمنا فقط أن نرى بوضوح كيف استقلت قضايا الهندسة عن المكان أيًا كان[١٦٢]، ولم تعد تقاس الحقيقة فيها بمدى صلتها بالمكان أو مطابقتها له وإنما تقاس فقط بميزان منطقى خالص هو عدم تناقضها فيما بينها فى داخل كل هندسة على حده. هذا هو معنى الحقيقة الذى أدت إليه نشأة الهندسات وتطورها نتيجة لحركة النقد الداخلى التى كانت البديهية الإقليدية الخامسة نقطة الانطلاق فيها[١٦٣].

وها نحن نرى الآن كيف تنهار الفلسفة الرياضية عند كانط بعد أن عرفنا أن المكان ليس واحدًا، إذ هناك من الأمكنة ما أبعاده (ن)، ثم بعد أن عرفنا أن الهندسة الإقليدية ليست إلا واحدة من عدد لا ينتهى من الممكنات الهندسية، ثم أيضاً بعد أن عرفنا أن الحقيقة الهندسية تعنى اتساق أو انسجام مجموعة من القضايا غير المتناقضة التى تُسْتَنبط من عدد من البديهيات، ثم أخيرًا بعد أن علمنا أن البديهيات تختلف من هندسة إلى أخرى، ولا يصح أن ننسب إليها صفة الحقيقة بمعناها القديم أى المطابقة لخواص مكان ما، لأننا لا نعلم أية مجموعة من البديهيات حقيقية بهذا

المعنى[١٦٤]، وإلا جرّنا هذا إلى مجال مختلف وهو مجال الهندسة الفيزيائية – وهو موضوع القسم التالى –، أما فى مجال الرياضة البحتة، فإن كل ما نستطيع أن ننسبه من معانى الحقيقة إلى أية مجموعة من مجموعات البديهيات هو أنها مجموعة قادرة على تحمل عبء البرهان على عدد من القضايا المعينة دون تناقض بينها[١٦٥].

١٢

فلسفة جديدة للمكان

كان الاعتقاد فى أن الهندسة الإقليدية تعكس صفات كوننا الواقعى، هو الاعتقاد السائد قبل ظهور نظريات أينشتين فى النسبية، ولكن عندما بدأت النظرية النسبية العامة تُطّبق، تبين أن من الممكن التعبير عنها عن طريق هندسة أخرى لا إقليدية (هى هندسة ريمان)[١٦٦]، فلقد اتفقت نظرية النسبية العامة مع هندسة ريمان فى القول بأن المكان رباعى الأبعاد، وأدخلت نظرية النسبية الخاصة فكرة "الزمن" إلى علم الهندسة، أما فكرة "الجاذبية" فقد شغلت مكانة خاصة فى نظرية النسبية العامة، كما كشفت هذه النظرية عن أن الصفات الهندسية للعالَم فى موضع ما ولحظة معينة تتحدد بمجال الجاذبية فى هذا الموضع، وعلى ذلك فإن الصفات الهندسية للعالَم تتحدد بتوزيع الكتل المتجاذبة. وقد اقتصر تأثير خصائص الزمن على هندسة الأجسام المتحركة، أما بالنسبة لمجال الأجسام الساكنة فظلت هندسة إقليدس محتفظة بصدقها فى هذا المجال. من هنا فإن تحديد المكان الواقعى أى المكان الفيزيائى لعالَمنا، من بين الأمكنة المحتملة، هو مهمة تضطلع بها الفيزياء، وتتحقق هذه المهمة بوسائل تجريبية[١٦٧].

إن من الواجب التمييز بين الهندسة الرياضية والهندسة الفيزيائية. فهناك، من وجهة النظر الرياضية، كثير من النُسُق الهندسية، وكل منها متسق منطقيًا، وهذا كل ما يتطلبه الرياضى، فهو لا يهتم بحقيقة البديهيات، وإنما بعلاقات اللزوم بين البديهيات والمبرهنات (أو النظريات) المشتقة منها. فالقضايا التى تقول بها الهندسة تتخذ صورة "إذا كانت البديهيات صحيحة، كانت النظريات صحيحة". غير أن علاقات اللزوم هذه تحليلية، تتحقق صحتها بواسطة المنطق الاستنباطى. وعلى ذلك فإن الهندسة الرياضية ذات طبيعة تحليلية، ولا تؤدى الهندسة إلى قضايا تركيبية إلا عندما تفكك علاقات اللزوم، وتؤكد البديهيات والنظريات على حده[١٦٨]. وعندئذ

تقتضى البديهيات تفسيرًا بواسطة تعريفات إحداثية co-ordinaive definitions وبذلك تصبح قضايا عن موضوعات فيزيائية، وعلى هذا النحو تصبح الهندسة نسقًا يصف العالَم الفيزيائى. غير أنها فى هذا المعنى لا تكون قبلية، بل تكون ذات طبيعة تجريبية. فليس ثمَّة عنصر تركيبى قبلى فى الهندسة، إذ أن الهندسة إما أن تكون قبلية، وعندئذ تكون هندسة رياضية تحليلية، وإما أن تكون تركيبية، وعندئذ تكون هندسة فيزيائية وتجريبية. وهكذا تؤدى أعلى درجات تطور الهندسة إلى انحلال المعرفة التركيبية القبلية(١٦٩).

لقد اقتضى وجود كثرة من الهندسات ضرورة ظهور نظرية جديدة إلى مشكلة هندسة العالَم الفيزيائى. فما دامت هناك هندسة واحدة فقط، هى الهندسة الإقليدية، لم تكن هناك مشكلة متعلقة بهندسة المكان الفيزيائى(١٧٠). فقد كان من الطبيعى أن تُعَد هندسة إقليدس منطبقة على الواقع الفيزيائى، لعدم وجود هندسة أخرى. غير أن الموقف تغير تمامًا باكتشاف كثرة من الهندسات، فعندما يصبح للرياضى الخيار بين هندسات كثيرة، تُثَار مشكلة: أى هذه الهندسات هى هندسة العالَم الفيزيائى؟ وكان من الواضح أن العقل لا يستطيع الإجابة عن هذا السؤال، وأن هذه الإجابة متروكة للملاحظة التجريبية(١٧١).

وكان أول من لفت الأنظار إلى ذلك هو الرياضى الألمانى جاوس Gauss فبعد كشفه للهندسة اللاإقليدية، حاول القيام باختبار تجريبى يتأكد بواسطته من هندسة العالَم الفيزيائى، ومن أجل تحقيق هذا الغرض قام جاوس بقياس مثلث هائل الحجم، وتشكلت رؤوس زوايا هذا المثلث بثلاثة جبال: جبل بروكين Brocken فى مدينة هيرز Harzk وجبل أنسالسبورج Inselsberg فى غابة ثيورنجن Thueringian وجبل هونهاجن Honehagen بالقرب من جوتنجن Goettingen(١٧٢). وكانت كل قمة من قمم هذه الجبال الثلاثة تقع على مرمى البصر من الأخرى، وذلك فى حالة استخدام المنظار المقرِّب. وقام جاوس بقياس مجموع زوايا هذا المثلث الضخم، وبحث عما إذا كان مجموع هذه الزوايا يختلف عن ١٨٠ درجة، ولكنه لم يجد انحرافًا يُذكر(١٧٣). ومع ذلك اعتقد بعض الرياضيين والفيزيائيين منذ ذلك الوقت أنه سوف يظهر انحراف فى المثلثات الكبيرة فى يوم ما عندما نستخدم وسائل أكثر دقة(١٧٤).

إن السؤال عن الهندسة التى تلائم عالَمنا الفيزيائى لا يمكن الإجابة عنه إلا بالبحث التجريبى. وبهذا المعنى يكون السؤال عن هندسة المكان الفيزيائى سؤالاً تجريبياً، وبهذا المعنى أيضاً تُعَد تجربة "جاوس" دليلاً تجريبيًا. وهكذا فإن المعنى التجدريبى للهندسة يقتضى أن نعبر عن التركيب الهندسى للعالَم الفيزيائى بإضافة شروط معينة. ويمكن توضيح المعنى التجريبى للهندسة بالإشارة إلى مفاهيم أخرى، فإذا قال أحد سكان نيويورك "إن الشارع الخامس على يسار الشارع الرابع" فإن هذه العبارة لا تكون صحيحة ولا باطلة ما لم يحدد الاتجاه الذى ينظر منه إلى هذين الشارعين. أى أن العبارة الكاملة "الشارع الخامس على يسار الشارع الرابع منظورًا إليهما من الجنوب" هى وحدها القابلة للتحقيق، وهى تعادل عبارة "الشارع الخامس على يمين الشارع الرابع منظورًا إليهما من الشمال". وهكذا فإن المفاهيم النسبية، مثل "على يسار" وعلى "يمين" تصلح تماما للاستخدام فى صياغة المعرفة التجريبية، ولكن من الواجب الحرص على أن تكون الصياغة مشتملة على نقط الإشارة. وبهذا المعنى نفسه تكون الهندسة تصورًا نسبيًا. فنحن لا نستطيع الكلام عن هندسة العالَم الفيزيائى، إلا بعد أن نكون قد قدمنا تعريفًا إحداثيًا للتطابق. وعلى هذا الشرط يمكن إصدار قضية تجريبية عن هندسة العالَم الفيزيائى[١٧٥].

إن الهندسة الطبيعية للمكان الموجود فى بيئتنا، هى إقليدية، وذلك فى حدود الدقة التى يمكننا التوصل إليها[١٧٦]، أو بعبارة أخرى فإن الأجسام الصلبة والأشعة الضوئية فى بيئتنا تسلك وفقًا لقوانين إقليدس. ولو كانت تجربة جاوس قد أفضت إلى نتيجة مختلفة، أى لو كانت قد كشفت عن انحراف عن العلاقات الإقليدية، يمكن قياسه، لكانت الهندسة الطبيعية لبيئتنا الأرضية مختلفة. ولقد توصل أينشتين من نظريته النسبية العامة إلى النتيجة القائلة إن الهندسة الطبيعية للمكان فى الأبعاد الفلكية هندسة لا إقليدية. وهذه النتيجة لا تتناقض مع قياس "جاوس" الذى يؤدى إلى القول إن هندسة الأبعاد الأرضية إقليدية، إذ إن من الصفات العامة للهندسة اللاإقليدية أنها تكاد تكون مماثلة للهندسة الإقليدية بالنسبة إلى المساحات الصغيرة، والأبعاد الأرضية صغيرة بالقياس إلى الأبعاد الفلكية. فنحن لا نستطيع ملاحظة ما يحدث من انحرافات عن الهندسة الإقليدية عن طريق الملاحظات الأرضية[١٧٧]، لأن الانحراف عن العلاقات الإقليدية دائماً ما يكون صغيرًا وضئيلاً للغاية بحيث يستحيل

تحديد هذا الانحراف بوسائل قياسنا المألوفة، وحتى القياسات؛ كتلك التى قام بها "جاوس"؛ لا تؤدى إلى إحراز نتائج إيجابية فى هذا المجال، لأنها تتعامل دائمًا مع مسافات صغيرة للغاية. إن الانحرافات لا تكشف عن نفسها إلا فى المسافات الكونية[١٧٨]، ويكشف مسار الأجرام السماوية ومسار أشعة الضوء بين هذه المسافات الكونية عن الطبيعة اللاإقليدية للمكان[١٧٩].

إن الطابع اللاإقليدى للمكان لا يمكن الكشف عنه إلا بالنسبة إلى مثلثات أكبر من ذلك المثلث الذى قاسه "جاوس"، ما دام انحراف مجموع الزوايا عن ١٨٠ درجة يزداد بازدياد حجم المثلث، ولو أمكننا أن نقيس زوايا مثلث تكون أركانه هى النجوم الثوابت الثلاثة، أو المجرات الثلاث – وهو الأفضل – للاحظنا بالفعل أن مجموع زوايا المثلث يزيد عن ١٨٠ درجة. ولكن السفر إلى النجوم أو المجرات الثلاث هو أمر مستحيل استحالة فنية[١٨٠]، وعلى ذلك فلابد لنا من الاكتفاء بالطرق غير المباشرة فى الاستدلال، التى تدل، حتى فى المرحلة الراهنة لمعرفتنا، على أن الهندسة النجمية لا إقليدية[١٨١].

ولقد قام أينشتين بتقديم إضافة جديدة، فأوضح أن سبب الانحراف عن الهندسة الإقليدية هو – فى رأيه – قوى الجاذبية التى يرجع أصلها إلى كتل النجوم[١٨٢]. فالجاذبية هى المؤثر الرئيسى الذى يؤثر على الكتل التى تملأ المكان. إنها القوة الموجهة التى يخضع لها الضوء واليارادات القياسية والساعات. إن العلاقات البسيطة للمقاييس المكانية كما صيغت فى هندسة إقليدس لا تكون صحيحة إلا فى غياب مجال الجاذبية[١٨٣]. أما فى المسافات الهائلة بين كتل النجوم، وفى مجاورة هذه الكتل الضخمة، فإن المكان يتشكل ليتخذ أشكالاً منحنية لقوانين كالتى تقدمها الهندسة اللاإقليدية[١٨٤]. فعلى مقربة من النجم تكون الانحرافات أقوى مما هى فى الفضاء الواقع بين النجوم. وهكذا أثبت أينشتين وجود علاقة بين الهندسة والجاذبية. والحق أن هذا الكشف الهائل، الذى أيدته قياسات أجريت خلال كسوف الشمس، والذى لم يسبقه إلى توقعه أحد من قبله، إنما هو تأييد جديد للطابع التجريبى للمكان الفيزيائى.

إن المكان ليس نوعًا من النظام يُشَيِّد به الملاحظ البشرى عالَمه، وإنما هو نسق يحدد صيغه علاقات النظام التى تسرى بين الأجسام الصلبة المتحركة

والأشعة الضوئية، وبالتالى يعبر عن سمة عامة جدًا للعالَم الفيزيائى، تكون أساس كل القياسات الفيزيائية الأخرى. فالمكان ليس ذاتيًا، وإنما هو واقعى[١٨٥]. ويبدو هذا هذا المكان الواقعى خاضعًا لقوانين الهندسة الإقليدية، ويتم النظر إلى هذه القوانين بوصفها قوانين أساسية عند تشييد المنازل وإقامة الطرق، أو عند قياس مساحة الأرض لرسم الخرائط الطوبوغرافية لها[١٨٦]. والقول بواقعية المكان الذى يحتوى على الأشياء والأجسام هو النتيجة إلى يؤدى إليها تطور الرياضة والفيزياء الحديثتين[١٨٧].

ولكن ما زال أمامنا سؤال ينبغى الإجابة عنه، وهو السؤال عن التصور البصرى Visualization فكيف نستطيع أن نتصور العلاقات اللاإقليدية بصريًا بالطريقة التى يمكننا بها رؤية العلاقات الإقليدية؟ قد يكون من الصحيح أن فى استطاعتنا، بواسطة صيغ رياضية، أن نتعامل مع الهندسات اللاإقليدية، ولكن هل يمكن أن تصبح هذه الهندسات فى أى وقت قادرة على أن تُعْرَض علينا مثلما تُعْرَض الهندسة الإقليدية[١٨٨]، أى هل سنتمكن من أن نرى قواعدها فى خيالنا مثلما نرى القواعد الإقليدية؟

إن العرض السابق يتيح لنا أن نقدم إجابة مرضية عن هذا السؤال. فالهندسة هى هندسة بيئتنا الفيزيائية، فلا عجب إذن أن أصبحت تصوراتنا البصرية مكيفة مع هذه البيئة، ومتبعة بالتالى للقواعد الإقليدية. ولو تسنى لنا أن نعيش فى بيئة يكون تركيبها الهندسى مختلفًا إلى حدٍ ملحوظ عن الهندسة الإقليدية، لتكيفنا مع البيئة الجديدة وتعلمنا كيف نرى مثلثات وقوانين لا إقليدية بنفس الطريقة التى نرى بها الآن تركيبات إقليدية. وعندئذ نجد من الطبيعى أن يكون مجموع زوايا المثلث أكبر من ١٨٠ درجة، ونتعلم تقدير المسافات على أساس التطابق الذى تحدده الأجسام الصلبة فى ذلك العالَم. ذلك لأن تخيل العلاقات الهندسية بصريًا يعنى تخيل التجارب التى نمر بها لو كنا نعيش فى عالَم تسرى عليه هذه العلاقات. ولقد كان الفيزيائى هلمولتس Helmholz هو الذى قدمّ هذا التفسير للتخيل البصرى. وكان الفيلسوف من قبله قد ارتكب خطأ النظر إلى ما هو فى واقع الأمر نتاجًا للتعود على أنه قوانين للعقل. واستغرق الكشف عن هذه الحقيقة أكثر من ألفى عام، ولولا جهد علماء

الرياضة بكل ما لديهم من أساليب فنية معقدة، لما أمكننا أبدًا أن نتخلص من العادات المتأصلة فينا، وأن نحرر أذهاننا من قوانين العقل المزعومة[١٨٩].

إن التطور التاريخى لمشكلة الهندسة إنما هو مثل بارز للإمكانات الفلسفية التى ينطوى عليها تطور العلم. فالفيلسوف الذى يزعم أنه كشف قوانين العقل قد أضر بنظرية المعرفة[١٩٠]: إذ إن ما رآه قوانين للعقل، كان فى واقع الأمر تكيفًا للخيال البشرى مع البناء الفيزيائى للبيئة التى يحيا فيها البشر[١٩١].

المراجع

(١) جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، ص ٦٦.
(٢) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(٣) المرجع السابق، ص ٦٧.
(٤) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير – كنت، ص ٦.
(٥) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٤٩.
(٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(7) Popper, Karl, Conjectures and Refutation, P. 178.
(٨) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٥٣.
(٩) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(١٠) برنار (كلود)، مدخل إلى دراسة الطب التجريبى، ص ٤٢.
(١١) بوترو (اميل) فلسفة كانط، ترجمة د. عثمان أمين، القاهرة، ١٩٧٢، ص ١٤.
(١٢) المرجع السابق، ص ٢٨.
(١٣) المرجع السابق، ص ١٤.
(١٤) المرجع السابق، ص ١٥.
(١٥) جيمس جينز، الفيزياء والفلسفة، ص ٥٨.
(١٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(17) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 178.
(١٨) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير، ص ٨٩.
(١٩) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(٢٠) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(21) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 177.
(٢٢) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير – كنت، ص ٨٩.
(٢٣) المرجع السابق، ص ٩٠.
(٢٤) المرجع السابق، الموضع نفسه.
(٢٥) المرجع السابق، ص ٩١.
(٢٦) المرجع السابق، ص ٩٢.
وأيضا: Popper, Karl., Conjectures & Refutations, P. 177.
(٢٧) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير، ص ٩٥.

(٢٨) المرجع السابق، ص ٩٦.

(٢٩) المرجع السابق، ص ٩٧.

(30) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 178.

(٣١) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير، كنت، ص ٩٨.

(٣٢) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٣٣) المرجع السابق، ص ٨٩.

(٣٤) المرجع السابق، ص ٨٧.

(٣٥) المرجع السابق، ص ١٠٨.

(٣٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٣٧) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة يمكن أن تصير علماً، ص ٨٩.

(٣٨) المرجع السابق، ص ٢٢٤.

وأيضًا: المرجع السابق، هامش ص ٢٢٤.

(٣٩) المرجع السابق، ص ٩٣.

(40) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 180.

(41) Ibid., P. 180.

(٤٢) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة يمكن أن تصير علماً، ص ٢٢٥.

(٤٣) المرجع السابق، ص ٨٦.

(٤٤) المرجع السابق، ص ص ٨٦–٧.

(٤٥) المرجع السابق، ص ٨٧.

(٤٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٤٧) المرجع السابق، ص ٣٣٦.

(٤٨) المرجع السابق، ص ٩١.

(٤٩) المرجع السابق، ص ٢٢٦.

(50) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 178.

(٥١) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة ، ص ٢٢٥.

(52) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 179.

(53) Ibid., P. 179.

(٥٤) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ، ص ٢٢٦.

(55) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 179.

(56) Ibid., P. 179.

(57) Ibid., P. 180.

(58) Ibid., P. 181.

(59) Ibid., P. 181.

(٦٠) د. نازلى إسماعيل حسين، هل الفلسفة علم؟ تحليل تاريخى للعلمية فى الفلسفة، ص ٢٠٥.

(٦١) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير، ص ١١٠.

(62) R. Karl Popper, Conjectures & Refutations, P. 182.

(٦٣) د. نازلى إسماعيل حسين، تقديمها للترجمة العربية التى قامت بها لكتاب كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة، ص ١٧.

(٦٤) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ، ص ٤٣.

(٦٥) د. نازلى إسماعيل حسين، تقديمها لكتاب كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا، ص ٢٨.

(٦٦) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ، ص ٤٦.

(٦٧) المرجع السابق، ص ٤٨.

(٦٨) د. نازلى إسماعيل حسين، تقديمها للترجمة العربية التى قامت بها لكتاب كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا، ص ٣٤.

(٦٩) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا، ص ٤٨.

(٧٠) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٧١) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٧٢) د. نازلى إسماعيل حسين، تقديمها لترجمتها العربية لكتاب كانط، مقدمة، ص ٢٨.

(٧٣) المرجع السابق، ص ٣٣.

(٧٤) المرجع السابق، ص ٣٤.

(٧٥) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٤٧.

(٧٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٧٧) اميل بوترو، فلسفة كانط، ص ٣٢.

(٧٨) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ...، ص ٦٦.

(٧٩) اميل بوترو، فلسفة كانط، ص ٣٢.

(٨٠) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٨١) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٨٢) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ...، ص ٥٤.

(٨٣) اميل بوترو، فلسفة كانط، ص ٣٢.

(٨٤) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ...، ص ٥٥.

(٨٥) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٨٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٨٧) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٨٨) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٨٩) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٩٠) يترجم د. عثمان أمين مصطلح a posteriori إلى العربية بكلمة: "التأخرية" وهى المستفادة من التجربة. (د. عثمان أمين، الترجمة العربية التى قام بها لكتاب اميل بوترو، فلسفة كانط، ص ٣٢. وأيضا هامش الصفحة نفسها).

(٩١) اميل بوترو، فلسفة كانط، ص ٣٢.

(٩٢) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٩٣) د. محمود فهمى زيدان، كانط وفلسفته النظرية، القاهرة، دار المعارف، ١٩٧٩، الطبعة الثالثة، ص ٦٩.

(٩٤) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ...، ص ٥٦.

(٩٥) المرجع السابق، ص ص ٥٦-٧.

(٩٦) المرجع السابق، ص ٥٧.

(٩٧) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا ...، ص ٥٧.

(٩٨) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(٩٩) المرجع السابق، ص ٧٩.

(١٠٠) د. يحيى هويدى، الفلسفة الوضعية المنطقية فى الميزان، القاهرة، مكتبة النهضة المصرية، ١٩٧٢، ص ص ١٤٢-٣.

(١٠١) كانط، مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة، ص ٥٧.

(١٠٢) المرجع السابق، ص ٧٩.

(١٠٣) اميل بوترو، فلسفة كانط، ص ٣٤.

(١٠٤) رسل، حكمة الغرب، ترجمة د. فؤاد زكريا، الكويت، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب – عالم المعرفة رقم ٧٢، جـ٢، ١٩٨٣، ص ١٦٠.

(١٠٥) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٠٦) د. زكى نجيب محمود، نحو فلسفة علمية، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٨٠، ص ١٦٤.

(١٠٧) المرجع السابق، ص ١٦٩.

(١٠٨) جيمس جينز، الفلسفة والفيزياء، ص ٧٢.

(١٠٩) المرجع السابق، ص ص ٧٢-٣.

(١١٠) د. محمد مهران، د. حسن عبد الحميد، فى فلسفة العلوم ومناهج البحث، القاهرة، ١٩٧٨، ص ١٤٨.

(١١١) المرجع السابق، ص ١٤٨.

(١١٢) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١١٣) رسل، أصول الرياضيات، ترجمة د. محمد مرسى أحمد و د. أحمد فؤاد الأهوانى، القاهرة، دار المعارف، ١٩٦٥، جـ١، ص ٨.

(١١٤) المرجع السابق، ص ٩.

(١١٥) د. زكى نجيب محمود، نحو فلسفة علمية، ص ١٧٠.

(١١٦) المرجع السابق، ص ص ١٧٠ـ١.

(١١٧) على الرغم من أن الفيلسوف الاسكتلندى ديفيد هيوم كان يكبر كانط بثلاثة عشر عامًا، وتوفى قبل ظهور كتاب كانط "نقد العقل المجرد" نقول على الرغم من هذا استطاع أن يميز بين قضايا المنطق والرياضة من جهة وقضايا الواقع من جهة أخرى، مؤكدًا أن القضايا التى تعبر عن أمور الواقع ليست ضرورية.

(118) H. Reichenbach, The Philosophy of Space & Time, New York, 1958, P.6.

(119) Ibid., P. 6.

(١٢٠) يميز إقليدس بين البديهيات Axioms والمصادرات Postulates والتعريفات Definitions ولكنّا نعتزم – فى هذا الفصل – إدراج كل هذه التصورات تحت اسم "البديهيات".

(121) H. Reichenbach, The Philosophy of Space & Time, P.1.

(122) Ibid., P. 1.

(123) Ibid., P. 1.

(124) Ibid., P. 1.

(125) H. Reichenbach, From Copernicus to Einstein, P. 114.

(١٢٦) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١١٧.

(١٢٧) د. زكى نجيب محمود، نحو فلسفة علمية، ص ١٧١.

(١٢٨) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٤٩.

(١٢٩) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٣٠) المرجع السابق، الموضع نفسه.

وأيضاً: H. Reichenbach, The Philosophy of Space and Time, PP.3_4.

(١٣١) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٣٢) المرجع السابق، ص ٥٠.

(١٣٣) المرجع السابق، ص ٦٦.

(١٣٤) د. نازلى إسماعيل حسين، النقد فى عصر التنوير، ص ١٥٧.

(١٣٥) هنرى بونكاريه، قيمة العلم، ص ٤٤.

(١٣٦) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٥٤.

(137) H. Reichenbach, The Philosophy of Space & Time, P.1_2.

(138) Ibid., P. 2.

(139) Ibid., P. 2_3.

(١٤٠) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٥٤.

(١٤١) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١١٨.

(142) H. Reichenbach, The Philosophy of Space & Time, P.3.

(١٤٣) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١١٨.

(١٤٤) د. عبد الرحمن بدوى، مناهج البحث العلمى، ص ص ٣٥-٦.

(145) H. Reichenbach, From Copernicus to Einstein, P. 114.

(146) Ibid., P. 114.

(١٤٧) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٥٦.

(١٤٨) المرجع السابق، ص ٥٨.

(١٤٩) المرجع السابق، ص ٥٨-٩.

(١٥٠) المرجع السابق، ص ٥٩.

(١٥١) المرجع السابق، ص ٦٠.

(١٥٢) المرجع السابق، ص ٦٠-١.

(١٥٣) هنرى بوانكاريه، قيمة العلم، ص ٤٥.

(١٥٤) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٥٥) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٦١.

(١٥٦) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٥٧) المرجع السابق، ص ٦٢.

(١٥٨) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ترجمة د. فؤاد زكريا، القاهرة، دار نهضة مصر، ص ص ١٤٣-٤.

(١٥٩) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٦٠) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٦١.

(١٦١) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٦٢) المرجع السابق، ص ٦٤.

(١٦٣) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٦٤) د. محمد ثابت الفندى، فلسفة الرياضة، ص ٦٦.

(١٦٥) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٦٦) بول موى، المنطق وفلسفة العلوم، ص ١٤٥.

(167) H. Reichenbach, The Philosophy of Space & Time, P.1_2.

(١٦٨) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٢٨.

(١٦٩) المرجع السابق، ص ١٢٩.

(١٧٠) المرجع السابق، ص ١١٩.

(١٧١) المرجع السابق، ص ص ١١٩_١٢٠.

(172) H. Reichenbach, From Copernicus to Einstein, P. 115.

(173) Ibid., P. 115.

(174) Ibid., P. 115.

(١٧٥) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٢٤.

(١٧٦) المرجع السابق، ص ١٢٧.

(١٧٧) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(178) H. Reichenbach, From Copernicus to Einstein, P. 119.

(179) Ibid., P. 119.

(١٨٠) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٢٧.

(١٨١) المرجع السابق، ص ١٢٨.

(١٨٢) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(183) H. Reichenbach, From Copernicus to Einstein, P. 119.

(184) Ibid., P. 119.

(١٨٥) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٢٨.

(186) H. Reichenbach, From Copernicus to Einstein, P. 119.

(187) Ibid., P. 114.

(١٨٨) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٢٩.

(١٨٩) المرجع السابق، الموضع نفسه.

(١٩٠) المرجع السابق، ص ١٣٠.

(١٩١) المرجع السابق، الموضع نفسه.