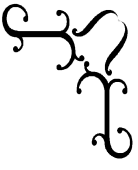

الفصل الثالث

المنهج العلمى

١

تمهيد

أصبح العلم قوة هائلة منذ جاليليو (١٥٦٤-١٩٤٢)، أى منذ ثلاثة قرون تقريباً. ولقد كان فى النصف الأول من تلك الفترة، مجرد موضوع خاص بالعلماء، لم يؤثر على تفكير الناس وعاداتهم. ولكنه أصبح من مائة وخمسين عام، عاملاً هامًا ومؤثرًا فى حياتنا اليومية، وخلال هذه الفترة القصيرة، حقق العلم من التقدم أكثر مما حققه طوال خمسة آلاف عام ومنذ ظهور الحضارة المصرية القديمة. وكلمة "علم" تعنى أولاً نوعًا من المعرفة، هى تلك التى تعنى بالبحث عن القوانين العامة، التى تربط الحوادث بعضها ببعض. ولكنه مع تقدم العلم، أصبح وسيلة لاستخدام الطبيعة، وبالتالى أصبح قوة مؤثرة فى المجتمع. ونستطيع أن نقول إنه مع ارتباط العلم بالتكنولوجيا، أصبحت المعرفة العلمية أعلى من كل الفنون التى عرفتها الإنسانية حتى يومنا هذا[i].

والعلم هو منهج، ولا يمكن أن نتصور وجود علم بلا منهج، فكل العلوم لها مناهجها، بل إنها تتقدم باستحداث مناهج جديدة[ii]، والعلوم التجريبية – كما يقول ريشنباخ – تبدأ بملاحظة الظواهر التى تخضع للإدراك الحسى، وعن طريق المنهج الرياضى يتم التوصل إلى العلاقات التى تربط بين هذه الظواهر بعضها ببعض. وتصاغ هذه العلاقات بوصفها قوانين للطبيعة[iii]. يتم التعبير عنها من خلال نظريات. هذا من ناحية، أما من الناحية الأخرى فإن هذه العلاقات العامة التى تربط بين الظواهر إنما تنطوى على تنبؤات لظواهر مقبلة يمكن ملاحظتها فى المستقبل. وتتجلى فائدة النظريات العلمية وأهميتها من خلال كون المعرفة المتعلقة بالمستقبل هى أساس كل التطبيقات العملية للعلم[iv]. وعلى كل من يتحدث عن العلم التجريبى أن يذكر أن الملاحظة والتجربة لم يتمكنا من بناء العلم الحديث إلا لأنهما اقترنا بالاستنباط الرياضى، فالفيزياء عند نيوتن تختلف اختلافًا كبيرًا عن صورة العلم الاستقرائى التى رسمها فرانسيس بيكون قبل جيلين من عهد نيوتن. إذ إن العالِم لم

يكن ليستطيع، لو اقتصر على جمع الوقائع الملاحظة – كما تتمثل فى قوائم بيكون – أن يكشف قانون الجاذبية. فالاستنباط الرياضى مقترنًا بالملاحظة هو الأداة التى تعلل نجاح العلم الحديث.

ومن هنا فإن ريشنباخ يميز بين نوعين من الاستدلال: الاستدلال الاستنباطى deductive inference والاستدلال الاستقرائى Inductive inference. وغالبًا ما يُوصف الاختلاف بين العلم الصورى (الرياضة البحتة والمنطق الصورى) والعلم التجريبى بأنه اختلاف بين العلم الاستنباطى والعلم الاستقرائى. إن الاستدلال الذى تنتهجه الرياضة البحتة والمنطق الصورى هو استدلال استنباطى خالص(v). فالعلم الرياضى هو علم استنباطى تمامًا، والمناهج المنطقية هى وحدها التى تحدد صدقه، كما أن العلم الرياضى لا يعتمد على الملاحظة، إن السبيل الوحيد لتحديد إن كانت الرياضة صادقة هو استخلاصها من البديهيات الرياضية، التى من الممكن النظر إلى صدقها على أنه يتضح بفضل الوضوح الذاتى لهذه البديهيات(vi)، والبديهيات هى القضايا الأولية فى النسق الاستنباطى التى لا يمكن البرهنة عليها، وإن كنا نستخدمها كمبادئ للبرهان(vii).

ومن الملاحظ أن استخدام المنهج الاستنباطى لا يقتصر على الرياضة البحتة والمنطق، بل يُسْتَخدم فى العلوم التجريبية أيضًا – كما سبق أن ذكرنا – حيث يساهم هذا المنهج فى اختبار الفروض التجريبية، بخاصةٍ إذا كانت هذه الفروض نظرية: كالفروض الخاصة بالجاذبية العامة، والفروض الذرية. ومن ثمَّ فإنه إذا كانت توجد علوم استنباطية بحتة، إلا أنه لا وجود لعلوم استقرائية خالصة، ومع هذا فإن ما يميز العلم التجريبى أنه يتضمن استدلالاً استقرائيًا(viii).

إن أى تفسير للمنهج العلمى لابد أن يكون قادرًا على أن يقدم إلينا مذهبًا متسقًا عن طبيعة الاستقراء والاستنباط، وعلاقتهما الواحد بالآخر، إلا أنه لابد أن يتفق مع ما هو جار فعلاً فى البحث العلمى كما يحدث عمليًا. فبالنسبة إلى الاستقراء والاستنباط، لا يزال ميدان المنطق – كما يقول جون ديوى Dewey (١٨٥٩–١٩٥٢) – مليئًا ببقايا التصورات المنطقية التى تم تكوينها فى عهد سابق لطور المنهج العلمى، وبعض هذه البقايا متماسك تماسكا يقل هنا ويكثر هناك، وبعضها الآخر يشبه الأنقاض شبهًا يقل هنا ويكثر هناك. وعلى ذلك فليس فى مادة

الدراسات المنطقية مجال يتطلب الإصلاح الشامل لجانبه النظرى بمثل الضرورة الملحة التى يتطلبه بها الاستقراء والاستنباط[ix].

ووفقًا للتعريف التقليدى فإن الاستقراء يسير من الجزئيات إلى ما هو عام، وأما الاستنباط فهو على عكس الاستقراء إذ يسير من العام إلى الجزئيات. ولا شك أن هناك استدلالات استنباطية واستقرائية بالمعنى الحديث لهذين المصطلحين تفى بأغراض هذا التعريف، بخاصةٍ أن التعريف التقليدى للاستقراء لا يتعارض مع التعميم الاستقرائى، إذ يقرر هذا التعريف: أن كل عضو من أعضاء الفئة أ يتصف بالخاصية ك، حيث يتم التوصل إلى هذا التعميم من خلال ملاحظة بعض أفراد الفئة أ، فُوجِدَ أن كل ما لوحظ منها يتصف بالخاصية ك، وأن ما لوحظ ما هو إلا "بعض" أعضاء فئة غير محدودة[x].

غير أن الفكرة القائلة بأن الاستقراء، من حيث هو منهج، نسير فيه من الجزئيات إلى ما هو عام، وبأن الاستنباط يسير فى الاتجاه المضاد، قد نشأت أصلاً – كما يقول جون ديوى – من الصياغة الأرسطية لها، وأهم من سؤالنا عن اشتقاقها التاريخى، أن نعلم أن الأفكار الأرسطية كانت ذات صلة بمادة العلم الطبيعى، وقائمة على أساسها، وما دام التقدم الفعلى الذى طرأ على البحث العلمى قد أدى إلى تجاوز العلم الطبيعى الأرسطى، جاز لنا أن نتوقع أن نجد أفكارنا عن الاستقراء والاستنباط المستمدة من المنطق الأرسطى، غير ذات صلة بالمنهج العلمى كما يمارسه العلماء ممارسة فعلية[xi] هذا فضلاً عن أن هناك استدلالات كثيرة نعجز فيها عن التمييز بين ما هو "عام" أو "كلى" بالمعنى التقليدى لهذين المصطلحين، لذا يصعب علينا معرفة ما إذا كانت هذه الاستدلالات "استنباطية" أم "استقرائية"[xii].

لكل هذه الأسباب يحرص ريشنباخ على التمييز بين الاستدلال الاستنباطى والاستدلال الاستقرائى فيقول: "إن الاستدلالات الاستنباطية لا تؤدى إلى شىء جديد، وإنما هى تقتصر على الإفصاح عما كان متضمنًا فى المقدمات. فإذا قلنا إن كل إنسان فان، وسقراط إنسان، فإنه يلزم عن ذلك أن سقراط فان. إن هذا الاستدلال صحيح غير أن النتيجة لم تقل شيئًا زيادة عما قيل فى المقدمات. فهو يطبق على حالة معينة، ما تم تأكيده فى المقدمة الكبرى – بالنسبة لجميع الحالات"[xiii]. هذا الفراغ يشكل ماهية الاستدلال الاستنباطى ذاتها، إن قيمة الاستنباط ترجع إلى كونه فارغًا. ذلك لأن كون الاستنباط لا يضيف أى شىء إلى المقدمات هو ذاته السبب

الذى يتيح على الدوام تطبيقه دون خوف من أن يؤدى إلى الإخفاق. وبعبارة أدق، فليست النتيجة بأقل يقينًا من المقدمة. فالوظيفة المنطقية للاستنباط هى نقل الحقيقة من القضايا المعطاة إلى قضايا أخرى – ولكنه لا يستطيع أن يفعل أكثر من ذلك. فهو لا يستطيع أن يثبت الحقيقة التركيبية إلا إذا كنا نعرف من قبل حقيقة تركيبية أخرى[xiv].

أدرك ريشنباخ أن المنهج العلمى وإن كان يعتمد اعتمادًا كبيرًا على العمليات الاستنباطية – فى مجال العلوم التجريبية – فإنه يحتاج أيضًا إلى نوع ثان من المنطق يسمى بالمنطق الاستقرائى، نظرًا إلى استخدامه للعمليات الاستقرائية التى يتم خلالها الانتقال من عدد معين من الحالات الملاحظة إلى التنبؤ بنتائج مماثلة بالنسبة لكل الحالات المقبلة، ويُطلق على هذا النوع من الاستدلال اسم "الاستقراء التعدادى" أو "الاستقراء بالإحصاء البسيط" induction by enumeration[xv]. ويؤكد ريشنباخ أن التحليل الحديث قد أوضح أن كل أنواع الاستدلال الاستقرائى يمكن ردها إلى الاستقراء التعدادى، وهى نتيجة تُجيز قصر مناقشة المنهج الاستقرائى على هذا النوع الذى هو أبسط أنواعه[xvi].

ويمكن توضيح طبيعة الاستقراء التعدادى من خلال مثال بسيط، يقول: "كل الغربان التى لوحظت حتى الآن سوداء. وإذن فكل الغربان – حتى التى لم توجد بعد – ستكون سوداء". إن الصفة التى تميز هذا الاستدلال الاستقرائى هى أنه ليس فارغًا، أى أنه يؤدى إلى نتائج ليست متضمنة فى المقدمات، فالنتيجة القائلة إن كل الغربان سوداء ليست متضمنة منطقيًا فى المقدمة القائلة إن كل الغربان التى لوحظت حتى الآن سوداء، فهى تشير إلى غربان لم تُلاحظ من قبل، وتطبق عليهم صفة شوهدت فى الغربان الملاحظة. إن هذا الاستدلال الاستقرائى يبدو طبيعيًا، على الرغم من أننا لا نستطيع أن نعتمد عليه أكثر مما ينبغى[xvii]، إذ إن من الممكن أن نكتشف يومًا ما، فى الفيافى النائية طائرًا لديه كل صفات الغراب فيما عدا اللون الأسود، فحين طبق هذا الاستدلال على البجع الأبيض بدلاً من الغربان السوداء، اتضح بطلانه منذ تلك اللحظة التى اكتشف فيها بجع أسود (*) فهل سيكون هذا الاستدلال أكثر صلاحية حين يُطبَق على الغربان السوداء؟

(*) ظل الأوربيون قروناً طويلة لا يعرفون إلا البجع الأبيض، واستدلوا من ذلك على أن البجع فى العالَم كله أبيض. وفى ذات يوم كُشفت بجعة سوداء فى استراليا، وهكذا اتضح أن الاستدلال الاستقرائى من الممكن أن يؤدى إلى نتيجة باطلة.

يطرح ريشنباخ هذا السؤال ويعلق عليه بقوله: لن يدهشنى كثيرًا إذا اعترض شخص ما على هذه المناقشة، واحتج بسخط: "ألا يوجد لديك، بالنسبة للاستدلالات العلمية مناهج أفضل؟ ألا يوجد أساس آخر بالنسبة لعلم الفيزياء أفضل من منطق الغربان هذا؟ ألا تعتبر المناهج الرياضية أداة ممتازة للتوصل إلى تعميمات؟" يحاول ريشنباخ أن يبدد هذه العلامات من الاستفهام بقوله: على الرغم من أننا جميعًا نميل، بطبيعة الحال إلى توجيه مثل هذا النقد، فإنه من الصعب تقديم تبريرات للفكرة التى يستند إليها هذا النقد. وذلك لأن كون الرياضة علمًا استنباطيًا خالصًا، هو وحده السبب فى دقة المنهج الرياضى. ومع ذلك لا يمكننا الاعتماد كلية على المنهج الرياضى بوصفه منهجًا للتنبؤ. فلا شك أن الرياضيات سوف تخفق حتى بإزاء المسألة البالغة البساطة المتعلقة بالغربان السوداء[xviii].

مما سبق يتضح لنا أن الاستدلالات الرياضية وحدها لا يمكنها التنبؤ بالمستقبل، وإذا ما أردنا استخدام المناهج الرياضية بطريقة ناجحة فى التنبؤ بوقائع تتعلق بالمستقبل، فلابد أن تقترن هذه المناهج بعمليات أخرى غير العمليات الاستنباطية، أى لابد أن تشتمل على استدلال استقرائى يؤدى إلى التنبؤ بشىء جديد[xix]. ومن ثمَّ فإن الرياضة هى لغة العلم الطبيعى، أى أنها تعبر بصورة مجردة عن الحقائق التى لا تستطيع اللغة الدارجة أن تعبر عنها[xx]. والاستقراء هو أداة المنهج العلمى الذى يرمى إلى كشف شىء جديد، أعنى شيئًا يزيد عن كونه مجرد تلخيص للملاحظات السابقة. فالاستدلال الاستقرائى – فى رأى ريشنباخ – هو أداة المعرفة التنبؤية[xxi].

لهذه الأسباب كانت دراسة المنطق الاستقرائى تفضى إلى نظرية الاحتمالات. فمقدمات الاستدلال الاستقرائى تجعل نتائجه احتمالية، لا يقينية، ولابد أن نتصور الاستدلال الاستقرائى على أنه عملية تدخل فى إطار حساب الاحتمالات. والواقع أن هذه الاعتبارات، مقترنة بالتطور الذى حول القوانين العلية إلى قوانين احتمالية، توضح السبب فى الأهمية القصوى لتحليل الاحتمال فى فهم العلم الحديث، ذلك لأن نظرية الاحتمال تمدنا بأداة المعرفة التنبؤية، فضلاً عن صورة القوانين الطبيعية، وموضوعها هو عصب المنهج العلمى ذاته.[xxii] ويقول ريشنباخ: "توجد الآن نظرية رياضية فى الاحتمال، ومن ثمَّ يتحتم على الفيلسوف الذى يريد دراسة طبيعة الاستقراء، أن يحاول الانتفاع بهذه النظرية فى مجال بحثه، إذ إن نظرية الاحتمال – كما يؤكد ريشنباخ –

تقدم أنواعًا عديدة من الاستدلالات التى تناظر الاستدلال الاستقرائى حتى فى صورته الأكثر تعقيدًا، مثل الاستدلال على الفروض من المعطيات المستمدة بالملاحظة، فضلاً عن أنه قد بات من المعروف أن العلماء دائمًا ما يطبقون نظرية الاحتمال على استدلالاتهم حين يبحثون فيما يسمونه التخلص من أخطاء الملاحظة. إن مفهوم الاحتمال يستحوذ على جانب كبير من مناقشات الفلاسفة فى الوقت الحاضر، وذلك بسبب ما تم إدراكه أخيرًا من أهمية الدور الذى يلعبه هذا المفهوم فى نظرية المعرفة وفى المنهج العلمى على السواء[xxiii].

٢

المنطق الثلاثى القيم

من الحقائق الأساسية التى اتضحت لنا من خلال الفصل السابق – الفصل الثانى – أنه لا يوجد نظام سوى normal system لتفسير الموضوعات غير الملاحظة فى ميكانيكا الكوانتم، وأن علينا استخدام لغة مختلفة عندما نرغب فى تجنب الانحرافات السببية بالنسبة إلى الحوادث المختلفة – ذلك هو المضمون التجريبى لمبدأ التكامل الذى قال به "بور" Bohr، ومن الواجب أن نؤكد أن هذا الموقف المنطقى ليس له نظير فى عالمنا الفعلى الكبير. لذلك يعتقد ريشنباخ أنه ليس مما يؤدى إلى إيضاح مشكلة ميكانيكا الكوانتم أن يشير المرء إلى "تكاملات" complementarities مثل الحب والعدل، والحرية والحتمية، وما إلى ذلك، وإنما يفضل ريشنباخ فى هذه الحالة الحديث عن "استقطابات" Polarities، حيث يدل تغيير الاسم فى هذه الحالة على أن لهذه العلاقات المنتمية إلى عالمنا الكبير المعتاد تركيبًا يختلف كل الاختلاف عن التكامل فى ميكانيكا الكوانتم، فليس لها علاقة بالتوسع فى اللغة حيث تمتد من الموضوعات الملاحظة إلى الموضوعات غير الملاحظة، وبالتالى فلا شأن لها بمشكلة الواقع الفيزيائى. على أن هناك طريقة مختلفة لمعالجة المشكلة، استُعين فيها بمراجعة المنطق، فبدلاً من القول بثنائية لغوية، أو تكامل لغوى، وُضِعَت لغة من نوع أشمل يبلغ تركيبها المنطقى من الاتساع حدًا يتيح الملاءمة بينها وبين الخواص المميزة للعالَم الأصغر، كما تقول به ميكانيكا الكوانتم.

وأوضحت عملية مراجعة المنطق أن المنطق التقليدى هو منطق ثنائى القيم، فهو لا يعرف سوى قيمتى "الصدق" و"الكذب" ولا شىء بين هذين الإمكانين. ويُطْلَق على هذا المبدأ فى المنطق التقليدى اسم "مبدأ الثالث المرفوع"، وهو يقول بعدم وجود قيمة ثالثة بين الصدق والكذب[xxiv]، غير أن المنطق الاحتمالى يفترض وجود قيمة ثالثة، غير القيمتين اللتين كانتا معروفتين لدى الفلاسفة، ولدى العلماء حتى اكتشاف

حساب الاحتمالات منذ وقت ليس ببعيد. فكان أرسطو وغيره من علماء المنطق يظنون أن الحكم إما أن يكون صادقًا صدقًا مطلقًا، أو كاذبًا كذبًا مطلقًا[xxv]. فما يعلمه رجل المنطق عن حالة الطقس هو "أن السماء سوف تمطر أو لن تمطر غدًا"، ومن ثمَّ فإن هذا التنبؤ لن يفيد كثيرًا من يرغب فى معرفة حالة الطقس غدًا. لأن الحديث عن الصدق والكذب لا يكون أمرًا مشروعًا إلا حين تكون هناك سبل موصلة إلى الصدق، ولكن حين تثار أسئلة تتعلق بالطبيعة، فإنه يصبح من المستحيل فى هذه الحالة العثور على إجابة عنها. وسيكون من حقنا القول بأنها تتعلق بأحكام لا هى صادقة ولا هى كاذبة[xxvi].

لهذه الأسباب اهتم ريشنباخ بتأكيد أنه لا منطق سوى منطق الاحتمال، لأن كل منطق حقيقى إنما هو منطق احتمالى، وأن المنطق التقليدى منطقًا خاطئًا لأنه يقتصر على تصنيف القضايا إلى "صادقة" و"كاذبة"[xxvii]، فى حين أن الصدق والكذب – فى رأى ريشنباخ – حدان أعلى وأدنى، تقع بينهما درجات الاحتمال المتفاوتة، دون أن يكون الحدان الأعلى والأدنى درجتين من تلك الدرجات، وعلى ذلك يرى ريشنباخ ضرورة هدم المنطق القديم ذى القيمتين، وبناء منطق جديد يتسع للتفاوت فى القيم الاحتمالية[xxviii].

يقول ريشنباخ:

"إن لغتنا المعتادة مبنية على منطق ثنائى القيم، أى على منطق قيمتى الصدق فيه هما (الصدق) و(الكذب). ولكن من الممكن تكوين منطق ثلاثى القيم، قيمتى الصدق فيه قيمة متوسطة هى اللاتحديد ideterminancy، وفى هذا المنطق تكون القضايا إما صادقة وإما كاذبة، وإما لا محددّة وبواسطة هذا المنطق، يمكن كتابة ميكانيكا الكوانتم بنوع من اللغة المحايدة، التى لا تتحدث عن الموجات أو الجسيمات، بل تتحدث عن الاتفاقات، أى الصدمات، مثل هذا المنطق يبدو أنه هو الصورة النهائية لفيزياء الكوانتم – بالمعنى البشرى لهذا التعبير"[xxix].

إن الطابع الاحتمالى للتنبؤات المتعلقة بميكانيكا الكوانتم يؤدى إلى استحالة إعادة تكرار وقوع الحادثة المفردة، ويتم التعبير عن هذه الحقيقة من خلال النظر إلى القيمة غير الملاحظة بوصفها قيمة لا محددة، ومن هنا فإن اللاتحديد يُعَد – فى نظر ريشنباخ – قيمة صدق ثالثة [xxx]. وهذه القيمة الثالثة تعنى أنه من المستحيل

التحقق من صدق أو كذب الحكم، أى توجد قيمة متوسطة بين الصدق والكذب، وهى قيمة اللاتحديد[xxxi].

ويرى ريشنباخ أنه يمكن تطبيق قيمة اللاتحديد على مجموعة القضايا التى تسمى فى تفسير بور – هايزنبرج the Bohr-Heisenberg interpretation باسم القضايا الخالية من المعنى. ويمكن تقديم تبريرات عديدة لمثل هذا التفسير. فإذا كان ثمَّة كيان ما يمكن قياسه تحت ظروف معينة، ولا يمكن قياسه تحت ظروف أخرى، فإن من الطبيعى النظر إلى قيمة صدقه تحت هذه الظروف الأخيرة بوصفها قيمة لا محددة[xxxii]. ويرفض ريشنباخ تنحية القضايا المتعلقة بهذا الكيان من مجال القضايا التى لها معنى. ويقول إنه يمكن تناول مثل هذه القضايا لا بوصفها صادقة ولا بوصفها كاذبة، وإنما بوصفها ذات قيمة صدق لا محددة.

ويدعو ريشنباخ إلى ضرورة أن نميز بدقة بين معنى مصطلح "لا محددّة" ومعنى مصطلح "غير معروفة"، فالمصطلح الأخير يمكن تطبيقه حتى على قضايا المنطق الثنائى القيمة. ففى مجال المنطق التقليدى، إذا كانت قيمة صدق قضية ما "غير معروفة"، فإننا ندرك عندئذ إما أن تكون صادقة وإما أن تكون كاذبة. إذ أن مبدأ الثالث المرفوع أو الوسط الممتنع – الذى يظهر فى التعبير السابق – هو أحد دعامات المنطق التقليدى، غير أن هذا المبدأ لم يعد هو الصيغة الصحيحة، إذ توجد قيمة متوسطة بين الصدق والكذب، هى – كما سبق أن ذكرنا – اللاتحديد[xxxiii].

ولقد أمكن إقامة منطق ثلاثى القيم بفضل دقة وإحكام المنطق الرياضى الحديث ويمكن تطبيقه على التفسير الخاص بميكانيكا الكوانتم، فى حين يظل من الممكن – كما كان الحال دائمًا – النظر إلى الأحكام التى تتعلق بالحوادث التى يمكن ملاحظتها بوصفها إما صادقة أو كاذبة. أما الأحكام الخاصة بالحوادث غير الملاحظة فتعد أحكامًا غير محددة. وبفضل هذه الأداة المنطقية تم وضع تفسير للسلوك غير المعقول – والذى كان مستبعدًا – الخاص بالموضوعات غير الملاحظة، لقد أسْتُبعد هذا السلوك من مجال الأحكام القابلة للتحقيق، وتم إدخاله فى دائرة اللاتحديد. وبالتالى أخذت فيزياء الكوانتم صورة تتفق ومطالب علم فيزيائى قد تخلى عن النمط السوى للسببية. وباستعارتنا لتعبير "جاليليو" يمكننا القول: إن ميكانيكا الكوانتم قد كُتِبَتْ بلغة منطق ثلاثى القيم[xxxiv].

٣

تحليل الأحكام الاحتمالية بأساليب المنطق الرمزى

إن المنطق يحتاج، أكثر من أى مبحث آخر فى الفلسفة، إلى معالجة فنية متخصصة لمشكلاته، فالمشكلات المنطقية لا تُحل بلغه مجازية، وإنما تقتضى دقة الصياغة الرياضية، بل إن مجرد التعبير عن المشكلة يكون فى كثير من الأحيان مستحيلاً بدون مساعدة لغة تماثل فى دقتها لغة الرياضيات، ولقد أصبح تكوين المنطق الرمزى سمة من أبرز سمات الفلسفة العلمية. فهذا المنطق، الذى كان فى الأصل شفرة سرية لا تفهمها إلا جماعة صغيرة من الرياضيين، أخذ يجذب انتباه دارسى الفلسفة على نحو متزايد، ومن هنا يطالب ريشنباخ بالتوسع فى مناهج المنطق الرمزى، فيقول: "إن البحث فى مفهوم الاحتمال يبدأ بتحليل البنية المنطقية للأحكام الاحتمالية"، وهذه المسألة – فى رأى ريشنباخ – "لم تنل القدر الكافى من الاهتمام حتى الآن، فهى تتطلب حلاً دقيقًا على ضوء المناهج الرمزية، حيث إن المنطق الرمزى قد ابتكر من الوسائل ما يمكّنه من وصف الصورة المنطقية للقضية بغض النظر عن مضمونها". ولذا يطالب ريشنباخ بضرورة "التوسع فى هذه المناهج بحيث تتضمن وصفًا للأحكام الاحتمالية، حيث إن أحد الأهداف الأولى لفلسفة الاحتمال هو صياغة الحكم الاحتمالى"[xxxv].

وقبل أن نعرض نسق المنطق الثلاثى القيم عند ريشنباخ، نود أن نشير بإيجاز إلى قواعد المنطق الرمزى أو اللوجسطيقا Logistic، حيث يرى ريشنباخ أن أسلوب المنطق الرمزى هو الأسلوب الأكثر دقة الذى يمكن بواسطته عرض نسق المنطق الثلاثى القيم. ويتم توضيح بنية المنطق التقليدى (الثنائى القيم) بواسطة قوائم الصدق truth tables التى تحدد قيم الصدق الناشئة عن الإجراءات الخاصة بالقضايا، أو ما يُطْلِق عليه ريشنباخ اسم "الإجراءات القضائية" Propsitional operations بوصفها دالات functions للقضايا الأولية. وأهم هذه الإجراءات القضائية: "لا"، "أو"، "و"،

"يلزم عنه"، "يكافئ". ويرى ريشنباخ أن بعض هذه التعبيرات قد تُستخدم فى اللغة الجارية، لا للربط بين القضايا، وإنما لربط الألفاظ بعضها ببعض، كالقول بأن "زيداً أو عمرو هو الذى سيذهب معك". غير أن ريشنباخ ينظر إلى هذه القضية على أنها صيغة مختصرة للقضية القائلة" سيصحبك زيد أو سيصحبك عمرو"[xxxvi].

وعن إجراء النفى يقول ريشنباخ أنه يختلف عن الإجراءات الأخرى من حيث إنه لا يمكن تطبيقه إلا على قضية واحدة فحسب، فهو إجراء أحادى فى حين أن الإجراءات الأخرى ثنائية إذ تربط بين قضيتين. وللتعبير عن المتغيرات القضائية. يستخدم ريشنباخ الحروف: "ق"، "ل" ...إلخ.

وبالنسبة للإجراءات المنطقية – التى سبق أن ذكرناها – يستخدم ريشنباخ التدوين الرمزى التالى، واضعًا بجانبه اسم الإجراء المنطقى الخاص به[xxxvii].

~ ق	لا ق	نفى
ق ∨ ل	ق أو ل	فصل، جمع منطقى
ق .ل	ق و ل	عطف، ضرب منطقى
ق ⊂ ل	ق يلزم عنها ل	لزوم
ق ≡ ل	ق تكافئ ل	تكافؤ

وتوضح قائمتا الصدق رقمى (١)، (٢) قيم صدق المنطق الثنائى القيم.

قائمة رقم (١)

ق	النفى ~ ق
ص ك	ك ص

قائمة رقم (٢)

ق ل	فصل ق ∨ ل	عطف ق •ل	لزوم ق⊃ل	تكافؤ ق≡ل
ص ص	ص	ص	ص	ص
ص ك	ص	ك	ك	ك
ك ص	ص	ك	ص	ك
ك ك	ك	ك	ص	ص

إن هذه القوائم يمكن قراءتها من الجهتين: ابتداء من القضايا الأولية وانتهاء بالروابط القضائية، أو العكس، فبالنسبة للرابطة "أو" مثلاً، إذا بدأنا من الاتجاه الأول، سنجد أن قوائم الصدق تقول: "إذا كان القضية ق صادقة، والقضية ل صادقة، فإن الدالة الانفصالية (ق ∨ ل) تكون صادقة"، أما إذا بدأنا من الاتجاه الثانى، فسنجد أن قوائم الصدق تقول: "إذا كانت الدالة الانفصالية (ق ∨ ل) صادقة، فإن ق تكون صادقة، و ل تكون صادقة، أو أن ق تكون صادقة و ل تكون كاذبة، أو أن ق تكون كاذبة و ل تكون صادقة"[xxxviii]. وهذا الفصل الذى يسمح بالجمع بين صدق ق وصدق ل معاً، ويسمى "الفصل الضعيف". ويوجد نوع آخر من الفصل هو "الفصل القوى"، وعلاقة الفصل القوى بين قضيتين تعبر عن قانون الثالث المرفوع، إما ق أو ل ولا ثالث لهما[xxxix]. وعلى ذلك فالفصل بمعناه القوى لا يصدق إلا فى حالة صدق أحد البديلين وكذب الآخر، وهذا ما تظهره قائمة الصدق التالية:

قائمة رقم (٣)

ق ل	ق ∨ ل
ص ص	ك
ص ك	ص
ك ص	ص
ك ك	ك

وكأن بين البديلين تناقضًا بحيث إنهما لا يصدقان معا ولا يكذبان معا[xl].

ويميز ريشنباخ بين قضايا تحصيل الحاصل والقضايا التركيبية والقضايا المتناقضة. فإذا كانت صيغة منطقية معينة صادقة بالنسبة لجميع قيم صدق القضايا الأولية، فإن مثل هذه الصيغة تسمى تحصيل حاصل، وتتسم صيغ تحصيل الحاصل بأنها ضرورية الصدق وفارغة Empty أى لا تنبئنا بشيء. وهذه السمة لا تعنى أن صيغ تحصيل الحاصل عديمة القيمة، بل على العكس، فإن قيمتها متضمنة فى كونها ضرورية وفارغة. ويؤكد ريشنباخ على أنه يمكن على الدوام إضافة تحصيل الحاصل إلى القضايا الفيزيائية، شريطة ألا تضيف هذه الصياغات مضمونًا تجريبيًا إلى القضايا الفيزيائية. وعلينا أن نستعين بصياغات تحصيل الحاصل إذا أردنا التوصل إلى بعض النتائج من القضايا الفيزيائية. وعلى ذلك فإن إقامة تحصيلات حاصل محكمة تكشف لعالِم الفيزياء عن أداة استنتاجية قوية، وينبغى النظر إلى الرياضيات بوصفها أداة من هذا النوع. وتقدم الصياغات التالية أمثلة لتحصيلات الحاصل البسيطة[xli].

١- قانون الهوية	ق≡ ق
٢- قاعدة النفى المزدوج	~~ ق≡ ق
٣- الوسط المرفوع	ق ∨ ~ ق
٤- قانون التناقض	ق . ~ ق
٥- القانون الأول لدى مورجان	~ (ق . ل)≡ ~ ق ∨ ~ ل
٦- القانون الثانى لدى مورجان	~ (ق ∨ ل)≡ ~ ق . ~ ل
٧- القاعدة الأولى للاستغراق	~ ق . (ل ∨ م)≡ (ق. ل) ∨ (ق. م)
٨- القاعدة الثانية للاستغراق	ق . (ل. م)≡ (ق ∨ ل). (ق ∨ م)
٩- قاعدة عكس النقيض	(~ ق⊂ ل)≡ (~ ل⊂ ق)
١٠- انحلال التكافؤ	(ق≡ ل)≡ (ق⊂ ل). (ل⊂ ق)
١١- انحلال اللزوم	(ق⊂ ل) ≡ (~ ق ∨ ل)
١٢- برهان الخلف	(ق⊂ ~ ق) ⊂ ~ ق

هذا عن صيغة تحصيل الحاصل، أما الصيغة التى تكون قيمة صدقها هى "ص" أحيانًا (أى صادقة أحيانًا)، و"ك" أحيانًا (أى كاذبة أحيانًا)، فتسمى تركيبية

synthetic والواقع أن كافة القضايا الفيزيائية – سواء أكانت قوانين فيزيائية أم قضايا تتعلق بالشروط الفيزيائية فى عصر معين – هى قضايا تركيبية. وأخيرًا فإن الصيغة التى تكذب فى جميع قيم الصدق تسمى صيغة التناقض contradiction، وهى تكون كاذبة على الدوام. ويؤكد ريشنباخ أنه يمكننا – انطلاقًا مما لدينا من تحصيلات الحاصل – إقامة قواعد تتيح لنا معالجة الصيغ المنطقية على نحو مماثل لما هو متبع فى المناهج الرياضية[xliii].

إن الفكرة التى يتحدد من خلالها المنهج الخاص بإقامة منطق ثلاثى القيم، هى أنه يمكن النظر إلى الميتالغة metalanguage للغة الخاصة بالمنطق الثلاثى القيم على أنها تنتمى إلى المنطق الثنائى القيم. وهكذا ينظر ريشنباخ إلى القضايا من نوع "ق لها قيمة صدق ص" بوصفها قضايا ثنائية القيم، وبالتالى يمكن إقامة قوائم صدق المنطق الثلاثى القيم بطريقة مشابهة للطريقة التى يتم بها وضع قوائم صدق المنطق الثنائى القيم. والاختلاف الوحيد بين هذين النوعين من قوائم الصدق هو أن الأعمدة الرأسية التى على يمين الخط المزدوج ينبغى أن تشتمل على كل الروابط الممكنة للقيم الثلاث: ص، د، ك. والمراد من هذه الرموز الثلاثة، ما يلى:

ص ترمز لقيمة الصدق.

د ترمز لقيمة اللاتحديد.

ك ترمز لقيمة الكذب.

من الواضح أن عدد الإجراءات القابلة للتعريف فى القوائم الثلاثية القيم لابد أن يزيد زيادة كبيرة عن عددها فى القوائم الثنائية القيم. إذ يمكن النظر إلى الإجراءات المعرّفة بوصفها تعميمات للإجراءات الخاصة بالمنطق الثنائى القيم. وعندئذ سيكون لدينا العديد من التعميمات لكل إجراء من إجراءات المنطق الثنائى القيم. وعلى هذا النحو سوف نتوصل إلى العديد من صور النفى، واللزوم، والفصل، والعطف.. إلخ، غير أن ريشنباخ يقتصر على تعريف الإجراءات كما توضحه قائمتا الصدق رقمى (٤)، (٥).

قائمة رقم (٤)

ق	نفى دائرى ~ ق	نفى مباشر – ق	نفى تام ق
ص	د	ك	د
د	ك	د	ص
ك	ص	ص	ص

قائمة رقم (٥)

Þ	á	ÝÕá ∨ Þ á	ÚØÝ á . Þ	áÒæã ÚÇÏì á ⊂ Þ	áÒæã ÈÏíá á ←Þ	áÒæã ÙÇåÑì á ∈Þ	ÊßÇÝÄ ÚÇÏì á ≡Þ	ÊßÇÝÄ ÈÏíá á ≢Þ
ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص	ص
ص	د	ص	د	د	ك	د	د	ك
ص	ك	ص	ك	ك	ك	ك	ك	ك
د	ص	ص	د	ص	ص	د	د	ك
د	د	د	د	ص	ص	د	ص	ص
د	ك	د	ك	د	ص	د	د	ك
ك	ص	ص	ك	ص	ص	د	ك	ك
ك	د	د	ك	ص	ص	د	د	ك
ك	ك	ك	ك	ص	ص	د	ص	ص

إن النفى – كما سبق أن ذكرنا – هو إجراء أحادى يتعلق بقضية واحدة، وعلى ذلك فإنه لا يوجد سوى نفى واحد فى المنطق الثنائى القيم. أما فى المنطق الثلاثى القيم، فإنه يمكن القيام بعدة إجراءات على القضية الواحدة، وتسمى جميعها نفيًا لأنها تغير من قيمة صدق القضية. ومن الأنسب النظر إلى قيم الصدق ص، د، ك بالترتيب، على أنها تسير من القيمة الأعلى ص إلى القيمة الأدنى ك. ويمكن

القول – بناء على استخدامنا لهذه المصطلحات – إن النفى الدائرى cyclical negation هو الذى ننتقل فيه من قيمة الصدق إلى القيمة الأدنى منها التى تليها، حتى نصل إلى أدنى قيمة، وهنا ننتقل إلى أعلى قيمة لتبدأ الدورة من جديد. وعلى ذلك فإن التعبير ~ ق يقرأ: تال – ق. أما فى حالة النفى المباشرة فيتم نقض ص، ك. فإذا كانت قيمة الصدق هى ص تصبح فى حالة النفى المباشر ك، والعكس صحيح. أما قيمة د فتظل كما هى دون تغيير. وهذا يناظر وظيفة علامة الطرح الحسابى حين تُفسر قيمة د على أنها تساوى صفرًا. ولذلك يُطْلِق ريشنباخ[xliii] على التعبير "– ق" اسم "نفى ق" ويقرأ: ناقص ق. أما النفى التام فننتقل فيه من قيمة الصدق إلى القيمة الأعلى من القيمتين الأخريين وتقرأ ق هكذا: لا – ق.

وبالنسبة للإجراءات المنطقية الخاصة بالمنطق الثلاثى القيم يستخدم ريشنباخ التدوين الرمزى التالى:

نفى	تام	¬
نفى	دائرى	~
نفى	مباشر	–
عطف		.
فصل		∨
لزوم	ظاهرى	∈
لزوم	عادى	⊂
لزوم	بديل	←
تكافؤ	عادى	≡
تكافؤ	بديل	≣

يقول ريشنباخ: "إن اللغة المبنية على الملاحظة والخاصة بميكانيكا الكوانتم هى لغة ثنائية القيم". ثم يستدرك قائلاً: "على الرغم من أن هذا القول صحيح فى مجمله، فإنه يحتاج بعض التصحيح. وسوف يتضح هذا حين نبحث المسألة المتعلقة باختبار التنبؤات التى تستند إلى الاحتمالات التى تشير إلى قيمة اللاتحديد حتى فى

إطار اللغة المبنية على الملاحظة"[xliv].

يوضح ريشنباخ المسألة السابقة من خلال بحث قضيتين من قضايا اللغة المبنية على الملاحظة، تقول القضية الأولى "إذا أُجْرِىَ القياس س، وأوضح المؤشر أن قيمة هذا القياس هى ل" وتقول القضية الثانية: "إذا أُجْرِىَ القياس ص، وأوضح المؤشر أن قيمة هذا القياس هى ن" فإننا ندرك أنه ليس من الممكن التحقق من قيمة القضيتين معًا، ولذا – ينبغى فى رأى ريشنباخ – أن نسلم بوجود قضايا تكاملية complementary statements حتى فى إطار اللغة المبنية على الملاحظة. كما يرى أنه لا يمكن التوصل إلى القضايا التكاملية عن طريق القضيتين: "المؤشر يوضح أن قيمة القياس هى ل "و" المؤشر يوضح أن قيمة القياس هى ن"، وذلك لأن هاتين القضيتين يمكن التحقق منهما – حتى وإن لم يتم إجراء القياس – طالما أن المؤشر أشار أو لم يشر إلى القيمتين المذكورتين. وبعبارة أدق يمكن القول إن علاقة اللزوم" س ≡ ل" وعلاقة اللزوم "ص ⊃ ن" هما علاقتان متكاملتان، وبالتالى فإن لدينا هنا فى إطار اللغة المبنية على الملاحظة، لزوم ثلاثى القيم. كما يمكننا الحصول على قيمة الصدق الخاصة باللاتحديد. ولكن ما هى طبيعة هذا اللزوم؟ من المؤكد أنه ليس لزومًا ماديًا لقوائم الصدق الثنائية القيم [قائمة رقم (١)]، ومن ثمَّ فإنه بالنظر إلى القضية:

ص ⊃ ن (١)

بوصفها مصاغة على أساس اللزوم المادى، ستكون هذه القضية صادقة إذا أُجرى القياس س، وعندئذ تكون القضية ص كاذبة، ولا يمكن تجنب هذه الصعوبة بمحاولة تفسير اللزوم رقم (١) بوصفه لزومًا يتعلق بالقوانين الفيزيائية. وعلى الرغم من أن هذا التفسير قد أصبح بالنسبة إلى الحالات الأخرى التى يبدو خلالها اللزوم المادى غير مقبول، فإنه لا يمكن استخدام اللزوم رقم (١) طالما أن اللزوم الذى من هذا النوع لا يتضمن ضرورة ما.

وإذا أردنا الآن تفسير اللزوم رقم (١) عن طريق اللزوم العادى واللزوم البديل للمنطق الثلاثى القيم، فسوف نواجه ببعض الصعوبات التى واجهتنا فى حالة اللزوم المادى الثنائى القيم. فطالما أن كلاً من ص ون هما قضيتان لهما قيمة صدق ثنائية،

فإنه لا يمكننا أن نستخدم سوى الصفوف – الموجودة فى قائمة الصدق ثلاثية القيم رقم (٢) – التى لا تتضمن قيمة اللاتحديد د فى العمودين الأولين، غير أنه بالنسبة إلى هذه الصفوف فإن نتائج كل من اللزومين الأول والثانى سوف تتطابق مع نتائج اللزوم المادى لقوائم الصدق الثنائية القيم [قائمة رقم (١)]. ومع ذلك يبقى اللزوم الظاهرى الذى نعبر عنه بالعلاقة التالية بدلاً من اللزوم رقم (١).

ص ∈ ن (٢)

إن هذا اللزوم تتوافر فيه الصفات المطلوبة، فعن طريق حذف كل الصفوف التى تتضمن القيمة اللامحدودة د يمكننا الحصول، من العمودين الأولين، على اللزوم الذى توضحه القائمة رقم (٦).

القائمة رقم (٦)

ق	ل	لزوم ظاهرى ق ∈ ل
ص	ص	ص
ص	ك	ك
ك	ص	د
ك	ك	د

لذلك فإن اللزوم رقم (٢) يناظر القول: بأنه طالما أننا ننظر إلى القضية "ص ⊂ ن" على أنه يمكن إثبات صحتها أو كذبها فى حالة ما إذا كانت ص صادقة فحسب، فى حين أننا ننظر إليها على أنها غير محددة القيمة فى حالة كذب ص[xlv].

كل هذا يثبت أن اللغة المبنية على الملاحظة والخاصة بميكانيكا الكوانتم ليست ثنائية القيم دائمًا، فعلى الرغم من أن القضايا الأولية ثنائية القيم، فإن اللغة التى تحتوى على تجمعات لتلك القضايا هى لغة ثلاثية القيم، لأن هذه التجمعات يتم بناؤها بواسطة اللزوم الظاهرى. وعلى ذلك فإن قائمة الصدق رقم (١) للمنطق الثنائى القيم ينبغى إكمالها بقائمة الصدق الثلاثية القيم رقم (٦) الخاصة باللزوم الظاهرى[xlvi].

وهكذا يتضح لنا أن البناء المنطقى الثلاثى لميكانيكا الكوانتم يتغلغل حتى

داخل اللغة المبنية على الملاحظة. وعلى الرغم من أن اللغة المبنية على الملاحظة لميكانيكا الكوانتم تكتمل بطريقة إحصائية، فإنها تُعَد ناقصة بالنسبة إلى التحديدات الدقيقة، إنها تنطوى على علاقات لزومية ثلاثية القيم. فلو لم تكن علاقة اللاتحديد موجودة فى العالَم بالغ الصغر microcosm، لكان من الممكن استبعاد اللزوم الثلاثى القيم، ولكان من الممكن تفسير اللزوم "س ⊂ ل" على أنه لزوم عقلى، يمكن من حيث المبدأ إثباته أو دحضه. ومع ذلك فإن اللايقين الذى تتصف به العلاقات المستمدة بالملاحظة والخاصة بالعالَم بالغ الصغر إنما يتغلغل داخل العالَم بالغ الكبر macrocosm، إن عدم إمكان القيام بتنبؤات دقيقة فى مجال العالَم بالغ الصغر، إنما يؤدى – فى رأى ريشنباخ – إلى ضرورة مراجعة البناء المنطقى للعالَم بالغ الكبر، وهذا ما سوف نعرض له فى الصفحات التالية.

٤

الطابع الاحتمالى للمنهج العلمى

أصبحت القوانين العلمية اليوم قوانين احتمالية، لأن اكتشاف نظرية لها الدقة المطلقة، أصبح أمرًا يفوق قدرات العقل الإنسانى. إننا اليوم لا نتوقع من العلوم الطبيعية أن تقدم لنا حقيقة مطلقة، ولكننا نتوقع نتيجة محتملة. واحتمال الخطأ قائم بمثل احتمال الصواب[i]. ولقد ارتكز الجانب الأكبر من فلسفة ريشنباخ على مفهوم الاحتمال، فقد اهتم بهذا المفهوم اهتمامًا بالغًا، وكرس له معظم كتاباته[ii]، لأنه منذ باكورة أعماله الفلسفية جعل تحليل معنى الاحتمال شغله الشاغل. ففى عام ١٩١٥ نشر عددًا كبيرًا من الأبحاث حول الأطوار المختلفة للاحتمال. ولم يكن هدفه تقديم تفسير نسقى للأسس الرياضية والمنهجية لحساب الاحتمالات فحسب، وإنما كانت بغيته أيضًا الاهتداء إلى حل لمشكلة الاستقراء التى آثارها "هيوم"[iii] والتى سنتحدث عنها فى موضع لاحق من هذا الفصل.

فى عام ١٩٣٠ كتب ريشنباخ بحثًا بعنوان "السببية والاحتمال"، عرض خلاله أفكاره المتعلقة بحل مشكلة الاحتمال، وقد بلغت هذه الأفكار ذروتها فى صورة منطق احتمالى يستعيض عن قيمتى الصدق والكذب فى المنطق التقليدى بسلم متصل من القيم الاحتمالية، ثم قام عام ١٩٣٢ بنشر بحث آخر بعنوان "بديهيات نظرية الاحتمال" يشتمل على بعض نتائج الأبحاث الرياضية المتعلقة بنظرية الاحتمال. وفى عام ١٩٣٣ نشر مقالاً بعنوان "الأسس المنطقية لمفهوم الاحتمال" تحدث فيه عن نتائج الدراسات الرياضية للاحتمال، ثم انتقل إلى عرض مجمل للنتائج الفلسفية المترتبة على مشكلة الاحتمال[iv]. أما البحث الشامل الذى يتضمن كلاً من المشكلات الرياضية والفلسفية للاحتمال، فقد ظهر عام ١٩٣٥ على هيئة كتاب بعنوان "نظرية الاحتمال – بحث فى الأسس المنطقية والرياضية لحساب الاحتمالات". ويؤكد "نايجل" Nagel على أن هذا الكتاب يتضمن أكمل وأبرع دفاع

ظهر حتى الآن للذود عن التفسير التكرارى للأحكام الاحتمالية[v].

وتستند نظرية الاحتمال عند ريشنباخ (*) على التفسير التكرارى الذى يتم وفقًا له تحديد احتمال حادثة معينة بوصفها حد التكرار النسبى للتعاقب اللامتناهى بهذا النوع من الحوادث. فالأحكام الاحتمالية تعبر عن نسبة تكرار الحوادث frequency، أى يحسب التكرار بوصفه نسبة مئوية من مجموع، وهذه النسبة تُستمد من تكرارات لوحظت فى الماضى. وتنطوى على افتراض أن نفس التكرارات سوف تسرى تقريبًا فى المستقبل. إذن فالحادث الذى يمكن قياس درجة الاحتمالية هو الذى يتكرر وقوعه فى سلسلة من الحوادث الملاحظة[vi].

ويوضح ريشنباخ الحكم الاحتمالى من خلال المثال التالى: حين نلقى بزهر النرد، فإن احتمال ظهور الرقم "واحد" هو ≡ . إن هذا الحكم له صورة منطقية تدخل ضمن علاقة معينة. فهو لا يؤكد دون قيد أو شرط أن احتمال ظهور الرقم "واحد" هو $\frac{1}{6}$، وإنما هو بالأحرى يؤكد أن هذا الاحتمال يخضع لشرط إلقاء زهر النرد. إذا ألقينا زهر النرد فإن الاحتمال المتوقع لظهور الرقم "واحد" هو $\frac{1}{6}$، هذه هى الصور المنطقية التى يؤكدها الحكم الاحتمالى، فليس فى وسع أحد الزعم بأنه فى حالة عدم إلقاء زهر النرد، فإن احتمال وجود زهر النرد على المنضدة ووجهه الذى عليه الرقم "واحد" إلى أعلى هو $\frac{1}{6}$.

وعلى ذلك فإن الأحكام الاحتمالية لها طابع العلاقة اللزومية، فهى تشتمل على مقدم وتال تربط بينهما علاقة احتمالية. يطلق ريشنباخ على هذه العلاقة اسم "اللزوم الاحتمالى"[vii] probability implication، ويعبر عنه بالرمز الآتى:

(*) فى بحث آخر: وهو: "مفهوم الاحتمال فى فلسفة العلم المعاصرة"، دار المعارف: القاهرة، ١٩٩٤ فى هذا البحث تناولنا بالعرض والتحليل مفهوم الاحتمال والنظريات المختلفة فى الاحتمال، وضمنها نظرية تكرار الحدوث عند ريشنباخ، ولذا سوف نحرص فى هذا الموضع على الاكتفاء برسم الخطوط العريضة لنظرية ريشنباخ، حتى لا نكرر ما سبق أن ذكرناه فى موضع آخر.

$\in$

إن هذا هو الرمز الوحيد الذى يضيفه الاحتمالات إلى رموز الحساب المنطقى. وتدل صورته الرمزية على صلته باللزوم المنطقى، إذ يُرمز له بخط عرض قصير يقطع علامة اللزوم المنطقى، هكذا $\in$، وعلى حين أن اللزوم المنطقى يناظر قضايا مثل: "إذا كانت ق صادقة فإن ل تكون صادقة"، فإن اللزوم الاحتمالى يعبر عن أحكام مثل "إذ كانت أ صادقة فإن ب تكون محتملة بدرجة ح"[viii].

وعادةً ما يتكون اللزوم الاحتمالى من أعضاء فئتين استناداً إلى شرط معين، وهو ضرورة أن تنتظم هذه الأعضاء فى شكل تعاقب، وعلى ذلك فإن حدود terms اللزوم الاحتمالى هى حوادث events. كأن تكون(س) هى حادثة" إلقاء زهر النرد"، و(ص) هى حادثة" استقرار زهر النرد على المنضدة"، وبالتالى يتأكد وجود لزوم احتمالى بين الحادثتين، غير أننا ندرك على الفور أن اللزوم الاحتمالى يقتضى صياغة أكثر دقة وإحكامًا، فنحن لا نتحدث عن تحديد درجة الاحتمال إلا حين نصف الحادثة بطريقة معينة، كوصف الحادثة (ص) بأن وجه الزهر الذى عليه الرقم "واحد" يتجه إلى أعلى. وهذا معناه انتماء الحادثة (ص) إلى فئة معينة هى (ب)، ويؤكد ريشنباخ[ix] أننا فى مجال حساب الاحتمالات، إنما نتعامل مع فئات، إذ إننا فى حكمنا على الحادثة (ص) نتغاضى عما تتصف به من سمات خاصة، فلا يهمنا الجزء من المنضدة الذى استقر عليه زهر النرد، أو الاتجاه الذى تشير إليه أركان edges زهر النرد، إن الصفة التى تهمنا هى أن الوجه رقم "واحد" لزهر النرد يتجه إلى أعلى. وبالتالى فإن الشىء الوحيد الذى تتميز به الحادثة (ص) هو ما إذا كان يمكن الجزم بأنها تنتمى إلى الفئة (ب) أم لا. وينطبق الشرط نفسه على الحادثة (س)، إذ لا يهمنا مقدار القوة التى تم به إلقاء زهر النرد، أو كمية الحركة الزاوية angular momentum الواقعة عليه[x]، بل إن كل ما يهمنا هو شىء واحد: أن تكون (س) هى إلقاء زهر النرد، أى أن تكون منتمية إلى فئة معينة هى (أ). وعلى ذلك يمكن التعبير عن الحكم الاحتمالى بالصيغة التالية[xi]:

$$س \ni أ \in ح \quad ص \ni ب \qquad (١)$$

ومع ذلك فإن هذه الصياغة تحتاج – فى رأى ريشنباخ – بعض التعديل.، إذ ينبغى أن نعبر وفقًا لترتيب معين، عن أعضاء الفئات التى لدينا، كأن نرتبها ترتيبًا زمنيًا مثلاً،

وبعبارة أخرى فإن الحادثة (س) تنتمى إلى تعاقبات متميزة من الحوادس س١، س٢، ...، سد، ... إلخ، بينما تكون الحادثة (ص) منتمية فى الوقت نفسه إلى تعاقب مناظر: ص١، ص٢، ...، صد، ... إلخ، بحيث توجد بين أعضاء التعاقبين علاقة واحد بواحد، يتم التعبير عنها بواسطة رموز سفلية متساوية، وعلى ذلك نقول بأن هناك لزوماً احتمالياً بين الأعضاء المتناظرة س، ص. ومن ثم يمكن كتابة التعبير التالى بدلاً من الصياغة رقم (١):

$$\text{س}_د \in أ \quad \in \quad \text{ص}_د \in ب \qquad (٢)$$

ومع ذلك فإن التعبير السابق لا يمثل بدقة صورة الحكم الاحتمالى، إذ ينبغى أن نضيف تأكيدًا بأن اللزوم الاحتمالى نفسه يسرى على كل زوج من س د، ص د. ويمكن التعبير عن هذا التعميم بواسطة معاملة الإجراء الكلى[xii] two all_operators، ومعناه "بالنسبة لكل سد، وبالنسبة لكل صد"، وباستخدام اختصار معين يمكننا أن نختزل معاملى الإجراء الكلى إلى معامل إجراء كلى واحد، وذلك بأن نضع رمزًا سفليًا واحدًا هو د بين قوسين للتعبير عن الإجراء الكلى. ومن ثمَّ يُكْتَب الحكم الاحتمالى هكذا:

$$(د) \quad (\text{س}_د \in أ \in \text{ص}_د \in ب) \qquad (٣)$$

وعلى ذلك فإن هذه الصياغة تمثل الصورة النهائية للحكم الاحتمالى، وهى: "أن الحكم الاحتمالى هو لزوم عام بين قضايا تتعلق بانتساب أعضاء فئة ما فى تعاقبات معينة معطاة"[xiii].

وهكذا يؤكد ريشنباخ أن حساب الاحتمالات مركب على صورة نظام للبديهيات، مشابه لهندسة أقليدس. وهذا التركيب يوضح أن جميع بديهيات الاحتمالات هى نظريات رياضية خالصة، وبالتالى أحكام تحليلية، وذلك إذا ما قبلنا التفسير التكرارى لفكرة الاحتمال[xiv].

ويؤدى التركيب الأكسيوماتيكى the axiomatic construction لنظرية الاحتمال إلى نتيجة هامة، وهى أن نظرية الاحتمال لا تشتمل إلا على عنصر استقرائى واحد فحسب – إلى جانب العمليات الاستنباطية التى تنطوى النظرية على العديد منها داخل أجزائها الرياضية – وهو الاستقراء التعدادى[xv]، فالنقطة الوحيدة التى يتدخل فيها مبدأ غير تحليلى هى التأكد من درجة الاحتمال، عن طريق استدلال استقرائى. فنحن نجد تكرارًا نسبيًا معينًا لسلسلة من الحوادث الملاحظة، ونفترض أن التكرار نفسه سوف يسرى كما هو تقريبًا على بقية السلسلة – هذا هو المبدأ التركيبى الوحيد الذى يُبنى عليه حساب الاحتمالات.

٥

رفض ريشنباخ للنظرية العقلية فى الاحتمال

حاول الفلاسفة التجريبيون منذ عصر هيوم وضع نظريات فى الاحتمال يمكنها تبرير المعرفة التجريبية. وقد يعتقد المرء أن هذه النظريات الاحتمالية جميعها تتبنى وفقًا لمبادئ تجريبية. غير أن استعراض التناول الراهن لمفهوم الاحتمال يثبت أن الأمر على خلاف ذلك، إذ اختلط مفهوم الاحتمال بالآثار المختلفة من التفسير العقلى للمعرفة، وتغلغلت جذور المذهب العقلى بعمق شديد فى التفكير الفلسفى حتى أفسدت المفكرين ذوى العقلية التجريبية فى العصر الحاضر. فقد انتعش المذهب العقلى من خلال محاولة بعض المناطقة إقامة نظرية فى الاحتمال مستمدة من العقل الخالص. وهى نظرية فى المنطق الاستقرائى ترى أن درجات الاحتمال يمكن استخلاصها – على النحو نفسه الذى يتم به استخلاص مبرهنات المنطق الاستنباطى – من البناء المنطقى للقضايا[xvi].

إن المذهب العقلى الحديث، حين أدرك أهمية الأفكار الاحتمالية، قد حاول وضع نظرية عقلية فى الاحتمال. ومن المؤكد أن برنامج "ليبنتس" الذى يهدف إلى وضع منطق للاحتمال فى صورة منطق كمى لقياس درجات الحقيقة، لم يكن يقصد منه أن يكون حلاً تجريبيًا لمشكلة الاحتمال، وواصل تحقيق هذه الرسالة مناطقة كانت فى متناول أيديهم موارد المنطق الرمزى. وربما كان من الواجب تصنيف منطق الاحتمال عند "بول" Boole على أساس أنه ينتمى إلى الجانب العقلى. ومن المؤكد أن نظرية كينز Keynes الرمزية فى الاحتمال تنتمى إلى هذا الجانب، بما تنطوى عليه من محاولة لتفسير الاحتمال على أنه مقياس للاعتقاد العقلى. على أن هذه الأفكار قد اعتنقها مناطقة معاصرون (*) لا يقبلون أن يُدرجوا ضمن العقليين، وإن

(*) إننا نميل إلى الاعتقاد بأن ريشنباخ يقصد بهذه الإشارة الفيلسوف الإنجليزى المعاصر "برتراند رسل" B. Russell (١٨٧٢–١٩٧٠). والذى دفعنا إلى هذا الاعتقاد وجود نص لريشنباخ بعنوان: "حوار بين برتراند رسل وديفيد هيوم" A conversation Between Russell and David Hume. أوضح ريشنباخ من خلاله أن برتراند رسل كان أقرب ما يكون إلى المذهب العقلى فى تفسيره للاستقراء والاحتمال. وقد قمنا بترجمة هذا الحوار وألحقناه بنهاية هذا الكتاب الذى بين يدىّ القارئ.

كانت أعمالهم تؤدى بالفعل إلى إدخالهم ضمن هذه الفئة، وذلك بالنسبة إلى تفسيرهم للاحتمال على الأقل[xvii].

ولقد تم فى بعض الأحيان وضع هذه النظريات العقلية فى الاحتمال عن طريق ما يسمى "بمبدأ السوية" the principle of indifference، أو عن طريق مناهج للتحديد تسمى "درجة الإثبات" degree of confirmation. إن السمة العامة لكل هذه النظريات هى أن واضعيها يعتقدون أنها تنطوى على مبدأ تحليلى يمكن بواسطته تحديد درجة احتمال حدوث الوقائع المقبلة استنادًا إلى الوقائع المستمدة بالملاحظة[xviii].

إن الأساس العقلى لهذه النظريات أمر واضح، فإذا كان المنطق عاجزًا عن التنبؤ بالمستقبل، فإنه لابد أن يكون فى وسع المنطق، على الأقل، تحديد احتمالات الأشكال الممكنة والمتعددة للمستقبل. إن هذه الصورة الهزلية – على حد تعبير ريشنباخ – للمذهب العقلى، الراغب فى سيطرة العقل على العالَم الفيزيائى، قد تسللت إلى الفلسفة الرياضية فى عصرنا الحاضر[xix].

إن صاحب المذهب العقلى يرى أن درجة الاحتمال نتاج للعقل فى حالة انعدام الأسباب المعقولة. فإذا أُلقيت قطعة نقود، فهل ستظهر الصورة أم الكتابة؟ هذا أمر لا أعلم عنه أى شىء، وليس لدىّ من الأسباب ما يجعلنى أؤمن بإحدى النتيجتين دون الأخرى، لذلك أنظر إلى الإمكانين على أنهما متساويان فى درجة احتمالهما، وأعزو إلى كل منهما احتمالاً مقداره "نصف". وهكذا يُنظر إلى انعدام الأسباب المقبولة للعقل على أنه سبب لافتراض تساوى الاحتمالات، هذا هو المبدأ الذى يرتكز عليه تفسير المذهب العقلى للاحتمال. ويرى صاحب المذهب العقلى أن هذا المبدأ، الذى يُعْرَف باسم "مبدأ السوية" – كما سبق أن ذكرنا – أو مبدأ انعدام السبب الذى يبرر الموقف المضاد، هو مصادرة منطقية. وهو يبدو له واضحًا بذاته، شأنه شأن المبادئ المنطقية[xx].

غير أن ريشنباخ يرفض هذا التفسير للاحتمال لأنه يؤدى إلى التخلى عن الطابع التحليلى للمنطق ويُدخل عنصرًا تركيبيًا قبليًا. والواقع أن القضية الاحتمالية – فى رأى ريشنباخ – ليست فارغة، فعندما نلقى بقطعة نقود ونقول إن احتمال ظهور الصورة فى الجانب العلوى نصف، فإننا نقول شيئًا عن حوادث مقبلة. وربما لم يكن

من السهل صياغة ما نقول، ولكن ينبغى أن تنطوى هذه القضية على إشارة معينة إلى المستقبل، ما دمنا نستخدمها مرشدًا للسلوك. مثال ذلك أننا نعتقد أن من المستحسن المراهنة بنسبة خمسين فى المائة على ظهور الصورة، ولكنا لا ننصح أحدًا بأن يراهن عليها بنسبة أعلى من هذه. والواقع أننا نستخدم القضايا الاحتمالية لأنها تتعلق بحوادث مقبلة. فكل عملية تخطيطية تقتضى معرفة معينة بالمستقبل، وإذا لم تكن لدينا معرفة ذات يقين مطلق، فإننا نقبل استخدام المعرفة الاحتمالية بدلاً منها[xxi].

ويؤكد ريشنباخ أنه من اليسير تفنيد كافة النظريات العقلية فى الاحتمال، إذ إن حساب الاحتمالات – ككل الأنساق الرياضية – هو نسق تحليلى[xxii]. وكل ما يمكنه القيام به هو استخلاص بعض الاحتمالات من احتمالات أخرى، ولابد أن تكون الاحتمالات الأخرى متضمنة فيها. ولكى يكون من الممكن تطبيق الاحتمالات على الواقع الفيزيائى، فلابد أن يكمله مبدأ يوضح كيفية التوصل إلى الاحتمالات الأولى. ولا يمكن أن يكون هذا المبدأ تحليليًا، لأنه لو كان كذلك فلن يمكنه أن ينبئنا بشىء عن المستقبل، وبالتالى لا يمكن استخدامه مرشدًا للسلوك. إذ من الضرورى أن ينبئنا بشىء عن المستقبل. ولذلك لا يمكن استخلاصه بواسطة المنطق الاستنباطى من خلال المادة الملاحظة التى ترجع إلى الماضى[xxiii].

إن درجة الاحتمال هى – فى رأى ريشنباخ – مسألة تجربة وخبرة، لا مسألة عقل. ولو لم نكن قد لاحظنا أننا نصل بمضى الوقت عند رمى قطعة العملة، إلى تكرار متساو للوجهين، لما تحدثنا عن احتمالات متساوية، فليس مبدأ السوية إلا سوء تأويل عقلى لمعرفة أُكْتُسِبَت من التجربة[xxiv]. ومن ثَمَّ يؤكد ريشنباخ ضرورة النظر إلى التفسير العقلى للاحتمال على أنه بقية من مخلفات الفلسفة التأملية، ولا مكان له فى فلسفة علمية. ذلك لأن فيلسوف العلم يصر على إدماج نظرية الاحتمال فى فلسفة تجريبية لا تضطر إلى الالتجاء إلى المعرفة التركيبية القبلية[xxv].

٦

مفهوم الترجيح وتبرير الاستقراء

كان ديفيد هيوم David Hume (١٧١١-١٧٧٦) هو أول من وجه النقد إلى الاستدلال الاستقرائى، وأول من طرح السؤال عن مشروعيته. ومنذ أن آثار هيوم هذه الشكوك حول الاستقراء، والفلاسفة ينظرون إلى مشكلة الاستقراء بوصفها لغزًا بلا حل يقف كحجر عثرة فى وجه النظرية التجريبية للمعرفة. والملاحظ أن ديفيد هيوم فى تحليله لمبدأ الاستقراء لم يتناوله فى إطار مشكلة الاحتمالات وإنما أدرجه فى مشكلة السببية. ولقد لاحظ ريشنباخ أن هيوم قد أوضح أن الأسباب المتساوية تؤدى إلى نتائج متساوية. ومن ثمَّ نستطيع أن نستدل على أن النتائج نفسها سوف تحدث فى المستقبل[xxvi]. على أى أساس أقمنا هذا الاستدلال؟

أدرك هيوم أن الاستدلال الاستقرائى لا يتضمن أية ضرورة، وبالتالى فهو ليس استدلالاً استنباطيًا، كما أدرك أيضًا أنه لا يمكن إثباته بالرجوع إلى تجارب الماضى. صحيح أن الاستدلال الاستقرائى كان فى مجمله استدلالاً ناجحًا. ومع ذلك لا يجوز الاستدلال على أنه صحيح، لأن الاستدلال على ذلك، هو ذاته، استدلال استقرائى، وفى هذا دور منطقى[xxvii]. كيف إذن يمكننا أن نبرر استخدامنا للمنهج الاستقرائى؟ لقد قدم هيوم إجابتين سالبتين عن هذا السؤال:

١- أنه لا يمكن التوصل إلى نتيجة الاستدلال الاستقرائى قبليًا a priori، أى أن نتيجته لا تلزم لزومًا ضروريًا عن المقدمات. وأسس هيوم هذا الرأى استنادًا إلى أنه يمكننا، على الأقل، أن نتخيل أن الأسباب نفسها سوف تؤدى فى المستقبل إلى نتيجة أخرى غير تلك التى أدت إليها فى الماضى، على الرغم من أننا لا نعتقد فى حدوث ذلك. فى حين أن ما هو مستحيل منطقيًا لا يمكن تخيله. استخدم هيوم هذا المعيار السيكولوجى لتأسيس رأيه الأول[xxviii].

٢- لا يمكن التوصل إلى نتيجة الاستدلال الاستقرائى بعديًا a posteriori، أى لا يمكننا التوصل إليها عن طريق دليل مستمد من التجربة. لأن أى محاولة فى

هذا الشأن لابد أن تتم فى إطار استدلال استقرائى، وفى هذا دور منطقى، كما سبق أن ذكرنا.

لم ير هيوم سبيلاً للخروج من هذه المعضلة، ونظر إلى الاستدلال الاستقرائى بوصفه منهجًا لا يمكن تبريره، قد ألفناه عن طريق العادة. وينبغى تفسير اقتناعنا به على أساس أنه نتيجة للعادة. إن قوة العادة تبلغ من القوة حدًا يجعل الإدراك الواضح للاستخدام غير الصحيح للاستدلال الاستقرائى عاجزًا عن دفعنا إلى التخلى عن التمسك بهذا المبدأ.

ورغم أن هذا التفسير صادق من وجهة النظر السيكولوجية، فإن ريشنباخ يرفضه، ويقول: "إننا لم نعد ننظر إلى الاستقراء بوصفه منهجًا للوصول إلى صدق النتائج، لأننا نعلم أنه لا سبيل أمامنا للوصول إلى الحقيقة[xxix]. وبدلاً من النظر إلى الأحكام المتعلقة بالعالم الفيزيائى بوصفها محاولة للاهتداء إلى الحقيقة، علينا أن ننظر إليها بوصفها تجارب ستكون موضوعًا لتصحيحات لاحقة. إن منهج الاستدلال العلمى شأنه شأن المنهج التجريبى هو طريقة للمحاولة والخطأ. إننا ننظر إلى النتائج العلمية بوصفها ترجيحات، أى بوصفها أحكامًا ننظر إليها على أنها صحيحة حتى وإن لم يكن لدينا برهانًا عليها[xxx]. إن تحليل نظرية الاحتمال يوضح أن سبيل التغلب على نزعة هيوم الشكية هو النظر إلى المعرفة لا بوصفها نسقاً من قضايا ذات قيم صدق، وإنما بوصفها نسقًا من الترجيحات المستخدمة على أنها أدوات للتنبؤ بالمستقبل، ومن ثمَّ فإن السؤال عما إذا كان الاستدلال الاستقرائى يمثل أداة صالحة، يمكن الإجابة عنه حينئذ بالإيجاب عن طريق أفكار لا تنطوى على استدلالات استقرائية، وبالتالى ينتفى الدور المنطقى[xxxi].

والواقع أن مفهوم الترجيح (posit) هو مفتاح فهمنا للمعرفة التنبؤية. فالحكم المتعلق بالمستقبل لا يمكن أن يصدر مقترنًا بإدعاء أنه صحيح، إذ إننا نستطيع أن نتصور دائمًا أن العكس هو الذى سيحدث، وليس هناك ما يضمن لنا أن التجربة المقبلة لن تحقق ما هو اليوم مجرد خيال. هذه الحقيقة ذاتها هى الصخرة التى تحطم عليها كل تفسير عقلانى للمعرفة. فالتنبؤ بالتجارب المقبلة لا يمكن التعبير عنه إلا بمعنى أنه محاولة، وينبغى أن نعمل حسابًا لاحتمال كذبه، فإذا اتضح أنه خطأ، كنا على استعداد لمحاولة أخرى. وهكذا فإن طريق المحاولة والخطأ هو الأداة الوحيدة

الموجودة للتنبؤ. والحكم التنبؤى ترجيح، فبدلاً من أن نعرف حقيقته، نعرف نسبته فقط، وهى النسبة التى تقاس على أساس احتماله[xxxii].

وعن طريق مفهوم الترجيح يمكن رد أنواع الاستقراء، وضمنها ما يسمى "الاستدلال التأكيدى" inference by confirmation، إلى الاستقراء التعدادى، كما أنه من الممكن إثبات أن الكم الواسع من العلم الرياضى المستخدم فى الفيزياء الحديثة إنما يقدم سلسلة من الاستدلالات الخاصة التى تتسم بها مثل هذه الاستقراءات البسيطة. ويوضح ريشنباخ أهمية التفكير التحليلى بالنسبة إلى العلم التجريبى على النحو التالى: إن وظيفة العمليات الاستنباطية هى ربط الاستدلالات الاستقرائية بعضها ببعض فى نسيج يعبر عن ترجيح آخر، وهو الترجيح الذى يمكن إثبات أفضليته على كل الترجيحات المفردة التى قام على أكتافها. وعلى ذلك يتم تفسير المعرفة التنبؤية حين يكون ممكنًا تبرير الاستقراء التعدادى. إن هذا التبرير – الذى اعتبره "هيوم" مستحيلاً – يمكننا القيام به إذا نظرنا إلى نتيجة الاستدلال الاستقرائى، لا على أنها تؤكد ما تنطوى عليه بوصفه حقيقة، وإنما بوصفه ترجيحًا، وإذا كان فى الوسع القيام بتنبؤات معينة، فإن الاستدلال الاستقرائى هو وسيلتنا لتحقيق ذلك، والذى يبرر الاستدلال الاستقرائى، هو أن إمكان تطبيقه يمثل شرطًا ضروريًا للنجاح[xxxiii].

ويؤكد ريشنباخ أن علم الفيزياء السائد فى عصرنا قادر على تقديم صيغ جديدة لنظام العالم، أنه قادر على التكّيف مع المعرفة المدهشة والمعقدة لعالَم انهارت بالنسبة له كل المقولات المعروفة، مثبتًا أن قدرات الذهن الإنسانى لا تقتصر على تلك الصيغ القديمة التى حاولت أن تقدمها الفلسفة ذات الاتجاه القبلى بوصفها مقولات خالدة للمعرفة. فالعقل الإنسانى – فى رأى ريشنباخ – ليس إطارًا جامدًا، بل هو إمكانية تنمو وتزداد بازدياد المهام الملقاة على عاتقه، وهو يشارك فى التطور الذى ينقل المعرفة من مرحلة الخيال والتأمل إلى مرحلة القوانين الرياضية التى تتحكم فى احتمالات التنبؤ. ومن الضرورى لأولئك الذين لا يرغبون فى التخلى عن رغبتهم فى عالَم يحكمه العقل، وبالنسبة لهؤلاء الذين لا يكفون عن مواصلة السعى إلى اليقين، أن تكون الإجابة التى نواجههم بها – كما يقول ريشنباخ – هى: أنه من العبث أن يسعى الإنسان جاهدًا فى سبيل أهداف لا يمكن بلوغها. هذا هو عالمنا، فلنأخذه كما هو ولنعش فيه محاولين تشكيله على أفضل نحو يمكننا القيام به[xxxiv].

مراجع وهوامش الفصل الثالث

(١) د. نازلى إسماعيل حسين، مناهج البحث العلمى، القاهرة، ١٩٨٤، ص ٥٧.

(٢) المرجع السابق، ص ٤٦.

(3) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 9.

(4) Ibid., P. 90.

(5) Pap, Arthur, An Introduction to the Philosophy of Science, New York, 1962, P. 139.

(6) H. Reichenbach, Bertrand Russell's Logic, in "The Philosophy of Bertrand Russell", Edited by schilpp, The library of living Philosophers, Inc. Evanston, Illinois, Vol. 5, P. 43.

(٧) د. نازلى إسماعيل حسين، مبادئ المنطق الرمزى، ص ٢٥٠.

(8) Pap, Arthur, An Introduction to the Philosophy of Science, P. 139.

(٩) جون ديوى، المنطق – نظرية البحث، ترجمة د. زكى نجيب محمود، دار المعارف، القاهرة، ط٢، ١٩٦٩، ص ٦٤٩.

(10) Pap, Arthur, An Introduction to the Philosophy of Science, P. 139-140.

(١١) جون ديوى، المنطق – نظرية البحث، ص ص ٦٥٠–٦٥١.

(12) Pap, Arthur, An Introduction to the Philosophy of Science, PP. 139-140.

(13) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, PP. 9-10.

(١٤) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٤٥.

(15) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, PP. 9-10.

(١٦) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٨٥.

(17) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 10.

(18) Ibid., P. 10.

(19) Ibid., P. 10.

(٢٠) د. نازلى إسماعيل حسين، مناهج البحث العلمى، ص ٧٩.

(٢١) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٢٠٢.

(٢٢) المرجع السابق، ص ص ٢٠٥–٢٠٦.

(23) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 10.

(24) Ibid., P. 10.

(٢٥) د. نازلى إسماعيل حسين، مناهج البحث العلمى، ص ٢١٨.

(26) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 8.

(27) B. Russell, Human Knowledge, P. 385.

(٢٨) د. زكى نجيب محمود، المنطق الوضعى، جـ٢، ص ٣٦٢.

(٢٩) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٦٩.

(30) H. Reichenbach, Philosophical Foundations of Quantum Mechanics, P. 145.

(31) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 8.

(32) H. Reichenbach, Philosophical Foundations of Quantum Mechanics, P. 145.

(33) Ibid., P. 145.

(34) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 8.

(35) H. Reichenbach, The Theory of probability - An Inquiry into the Logical and Mathematical foundations of the calculus of Probability P, 45.

(36) H. Reichenbach, Elements of Symbolic Logic, P. 23.

(37) Ibid., P. 23.

(38) H. Reichenbach, Philosophical Foundations of Quantum Mechanics, P. 148.

(٣٩) د. نازلى إسماعيل حسين، مبادئ المنطق الرمزى، ص ٢١٤.

(٤٠) د. محمد مهران، مقدمة للمنطق الرمزى، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة، ١٩٨٥، ص ١١٦.

(41) H. Reichenbach, Philosophical Foundations of Quantum Mechanics, P. 148.

(42) Ibid., P. 150.

(43) Ibid., P. 166.

(44) Ibid., PP. 166-167.

(45) Ibid., PP. 167-168.

(46) Ibid., P. 168.

(٤٧) د. نازلى إسماعيل حسين، مناهج البحث العلمى، ص ص ٢٧ـ٨.

(48) Edwards, Paul, (Editor in Chief), The Encyclopedia of Philosophy, Vol, 7., P. 116.

(49) E. Nagel, "H. Reichenbach, Wahrscheinlickeitslehre," P. 501.

(50) H. Reichenbach, The Logical Foundations of the Concept of Probability, in "Readings in the Philosophy of Science", P. 456.

(51) E. Nagel, "H. Reichenbach, Wahrscheinlickeitslehre," P. 501.

(52) H. Reichenbach, Experience and Prediction, P. 307.

(53) H. Reichenbach, The Theory of probability, P, 45.

(54) H. Reichenbach, The Logical Foundations of the Concept of Probability, P. 457.

(55) H. Reichenbach, The Theory of probability, P, 46.

(56) H. Reichenbach, The Logical Foundations of the Concept of Probability, P. 458.

(57) Ibid., P. 458.

(58) H. Reichenbach, The Theory of probability, P, 47.

(59) Ibid., P, 47.

(٦٠) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٢١٣.

(61) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 11.

(62) H. Reichenbach, Rationalism and Empiricism, P, 340.

(٦٣) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٢٠٦.

(64) H. Reichenbach, Rationalism and Empiricism, PP, 340_341.

(65) Ibid., P. 341.

(٦٦) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٢٠٦.

(٦٧) المرجع السابق، ص ص ٢٠٦–٢٠٧.

(68) H. Reichenbach, Rationalism and Empiricism, P, 341.

(69) Ibid., P. 342.

(70) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 13.

(٧١) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٢٠٧.

(72) H. Reichenbach, The Theory of probability, P, 469.

(73) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 11.

(74) H. Reichenbach, The Theory of probability, P, 470.

(75) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 11_12.

(76) Ibid., P. 12.

(77) H. Reichenbach, Bertrand Russell's Logic, in "The Philosophy of Bertrand Russell', P. 49.

(٧٨) ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية، ص ٢١٢.

(79) H. Reichenbach, Rationalism and Empiricism, P, 342.

(80) H. Reichenbach, Philosophy and Physics, P. 11_12.