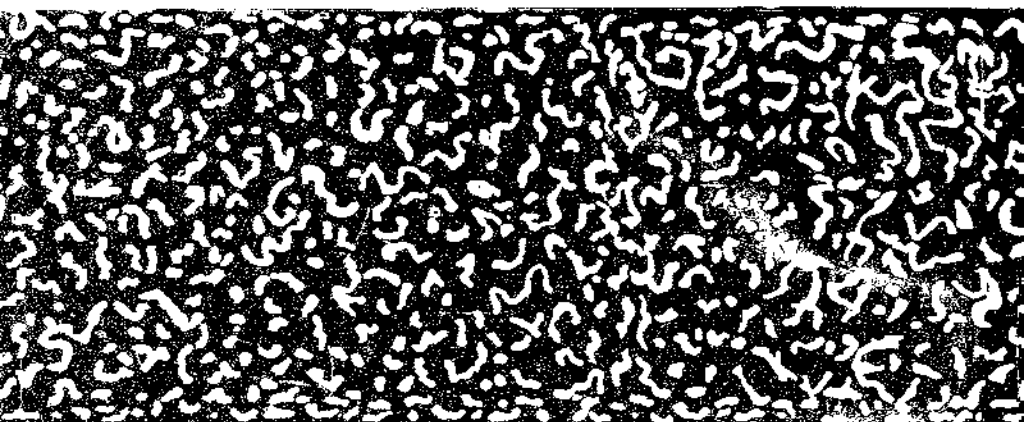


فلسفة العلوم الطبيعية



تأليف

أمارك حميد

ترجمة وتعليق

الدكتور عبد الله محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب الدنيا

دار الكتاب اللبناني
ص. ١٧٦ - بيروت

دار الكتاب المصري
ص. ١٥٦ - القاهرة

فلسفة العلوم الطبيعية

تأليف

الكارل هوبل

ترجمة و تعليق

الدكتور/ جلال محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب المنيا

تقديم

الدكتور/ محمد علي أبو ريان

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية

بكلية الآداب — جامعة الإسكندرية

١٩٧٦

الناشر

دار الكتاب اللبناني
ص.ب. ٣١٧٦ بيروت

دار الكتاب المصري
ص.ب. ١٥٦ القاهرة

الطبعة الأولى ١٩٧٦

جميع الحقوق محفوظة للناشر

إهداء

إلى زوجتي وإبني

اعترافاً وتقديراً

مقدمة المؤلف

يقدم هذا الكتاب إلماحة إلى بعض الموضوعات الرئيسية في المناهج المعاصرة وفلسفة العلوم الطبيعية . ولكي أفي بمقتضيات المساحة المتاحة تناوأت عدداً محدوداً من الموضوعات الهامة بشيء من التفصيل أخرى من محاولة القيام بمسح شامل لمدى واسع من الموضوعات . وعلى الرغم من أن هذا الكتاب أولى في طابعه إلا أنني نشدت تجنب التبسيط للضلل . وأشرت إلى العديد من الموضوعات التي لم تجد حلاً من بين موضوعات البحث والمناقشة الجاريين . القراء الذين يرغبون في تعمق المسائل موضع البحث هنا يتابع أكثر . أوفي التعرف بأنفسهم على غيرها من المجالات المشكلة في فلسفة العلم يجدون مقترحات بمزيد الاطلاع في القائمة المختصرة المثبتة في خاتمة الكتاب .

إن جزءاً أساسياً من هذا الكتاب تم سنة ١٩٦٤ وفي الشهور الأخيرة من السنة التي قضيتها كزميل في مركز الدراسات المتقدمة في العلوم السلوكية . وإلى لأشعر بالسعادة في التعبير عن تقديري لهذه المناسبة .

وأخيراً أثبت بشكري إلى محرري هذه السلسلة اليزابيث ومونرو يوردزلي لصانعيهم القيمة وإلى جيروم نيو لمساعدته المثمرة في قراءة البراهين وإعداد الفهرست .

تقديم الاستاذ الدكتور

محمد على أبو ريان

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

اطلعت منذ البداية على بعض المؤلفات في سلسلة « أسس الفلسفة »
للأخوين المزيانث ومونزو بيردزلى ورأيت أنها كادت أن تحيط بفروع
المعرفة . فقد ديجتها أفلام الصفة الممتازة من العلماء والفلاسفة المعاصرين
والكنى أشرفت حقا على مترجم الكتاب من الإقدام على هذا العمل لما
يحتويه مؤلف جميل من صعوبات فنية ولتوبة . فما لا شك فيه أن المؤلف
من أقطاب الوضعية المنطقية ومن يتصدرون قائمة المشتغلين بالمنطق وفلسفة
العلوم المعاصرة .

لقد ناقش في كتابه الأسس الصورية لصياغة التصورات في العلوم
الامبريقية وأخذ بوجهة النظر القائلة بالتعليل المنطقي لألفاظ اللغة . لقد
حدد للبحث العلمى حدودا لا يتجاوزها أجلبها في مصطلحى الاختراع

والاختبار للفروض العلمية ولذلك دارت دراسته بمجملها حول منهج الفروض .

وخصص فصلا من فصول كتابه الثانية لاختبار الفروض من حيث منطقها وقوتها التفسيرية . فجعل الاختبارات تجريبية وغير تجريبية وحاسمة وعينية ومقبولة . ولما كانت قضية التأييد والتفنيد للفروض هامة في البحث العلمى أخذ يناقش دور البيانات والشواهد الإيجابية والسالبة . ولم يكتف بذلك . بل جعل لتنوع البيانات وكهما دورا في مجال الصدق والكذب التجريبيين . ولما كان الفرض أخصب أجزاء المنهج العلمى ودوره في التفسير لا ينكر أفاض المؤلف القول في التفسيرات وأنواعها ودور القوانين والنظريات العلمية في مجال التفسير . ولم يجد فارقا بين الصورة المنطقية للتفسير والتنبؤ والاختبار إلا من حيث موقفنا نحن من هذه الصورة . وفي هذا الصدد عرج المؤلف على المشكلات الراحنة في مجال المناهج فأثار قضية رد علم الأحياء إلى علم الفيزياء والكيمياء . وكذلك قضية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء . وأورد المؤلف في خاتمة كتابه نماذج ممثلة للعجاسات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية .

ونظرا لأن مشكلات العلوم الاجتماعية يعالجها مجلد آخر ضمن مجلدات هذه السلسلة «أسس الفلسفة» لم يشأ المؤلف تفصيلا للمسائل الخاصة بالقابلية للرد فيما يتعلق بالعلوم الاجتماعية . لقد شرع مترجم الكتاب فعلا في إعداد

(ط)

المجلد الخاص بفلسفة العلوم الاجتماعية لمؤلفه ريتشارد راندر للطح . وهو الآن يصدد الانتهاء من ترجمة « فلسفة الرياضيات » لمؤلفه ستيفن باركر ضمن هذه السلسلة ليسد بذلك فراغا في المكتبة العربية فإأأوجنا إلى الترجمات في هذا المجال بالذات (فلسفة العلوم) للانطلاق في مرحلة مقبلة إلى المؤلفات المستقلة .

د . محمد على أبو ريان

مقدمة الناشر

إن الكثير من مشكلات الفلسفة وثيق الصلة باهتمامات الإنسان إلى حد أن امتداداتها الممتدة تظل ماثلة في الحاضر دوماً بصورة أو بأخرى . ورغم أن هذه المشكلات تظل على مجرى الزمن مرتبطة بالبحث الفلسفي إلا أنها قد تكون بحاجة إلى أن تكون موضوعاً للتفكير في كل عصر على ضوء معرفة هذا العصر العلمية الواسعة وخبرته الأخلاقية والدينية العميقة . وربما أمكن الوصول إلى حلول أفضل عن طريق مناهج أكثر دقة وضراوة . ومن ثم فإن على المرء الذي يحاول الاقتراب من دراسة الفلسفة على أمل أن يفهم أفضل ما يمكن أن تقدمه الفلسفة ينبغي عليه أن يبحث عن التناغم الأساسية والجزءات المعاصرة للعالم معاً . تهدف سلسلة «أسس الفلسفة» التي ديجت بأقلام صفوة ممتازة من الفلاسفة إلى أن تعرض بعضاً من المشكلات الرئيسية في مختلف ميادين الفلسفة كما تبدو في المرحلة الراهنة من تاريخ الفلسفة . وبينما يميل البعض إلى عرض مجالات معينة للفلسفة في معظم كتب المقدمات الفلسفية فإننا نجد مناهج الدراسة تختلف في معاهد الدراسة اختلافاً واسعاً في التأكيد على أهمية بعض هذه المجالات دون غيرها وكذلك تختلف في منهج التعليم وفي معدل التقدم في الدراسة . ولا بد للمعلم من أن تكون له حرية التعبير في طريقة ترتيب دروسه وفقاً لاهتماماته الفلسفية

وبحسب أحجام الفصول وترتيبها وكذلك لأن مطالب طلابه تختلف من سنة إلى أخرى . وهذه المجموعة التى تتألف من ثلاثة عشر كتاباً فى سلسلة أسس الفلسفة إنما تمد العلم بمادة مرنة بطريقة جديدة . وهو بدوره يمكن له أن يضع كتابه المدرسى بالتأليف بين عدة أجزاء منها حسبما يترأى له . ويمكن له أيضاً أن يختار تأليفات مختلفة منها فى مراحل مختلفة . وبينما نجد أن كل كتاب فى هذه المجموعة مكتمل فى ذاته إلا أنه مكمل للآخرين . وتلك الأجزاء التى لا تستخدم فى دروس المقدمات الفلسفية ستظهر قيمته ساهى والنصوص الأخرى أو مختارات — للقراء فى مستويات الدروس العليا الأكثر تخصصاً فى الفلسفة .

الفهرس

الصفحة	الموضوع
٢	إهداء
٨	مقدمة للمؤلف
ز	تقديم الأستاذ الدكتور / محمد علي أبو ريان
ك	مقدمة الناشر
١	١ - نطاق ومدى الكتاب
٢	٢ - البحث العلمي
٢	— الاختراع والاختبار
٢	— حالة من التاريخ كمثال
٧	— خطوات أساسية في اختبار الفرض
١٢	— دور الاستقراء في البحث العلمي
٢٦	٣ - اختبار الفرض العلمي منطقته وقوته
٢٦	— الاختبارات التجريبية واللا تجريبية
٣١	— دور الفروض المساعدة
٣٧	— الاختبارات الحاسمة
٤٢	— الفروض المبنية
٤٥	— قابلية الاختبار من حيث المبدأ والمحتوى الامبريقي

الصفحة	الموضوع
٤٨	٤ - محك التأييد والقابلية للاختبار
٤٨	— الكمية
٤٨	— التنوع والتجديد في البيانات
٥٤	— التأييد بواسطة لزومات اختبارية جديدة
٥٧	— التأييد النظرى
٦٠	— البساطة
٦٧	— احتمالية الفروض
٧	٥ - القوانين ودورها فى التفسير العلمى
٧٠	— مطلبان أساسيان للتفسيرات العلمية
٧٠	— التفسير الاستنباطى وفق النواميس
٨	— القوانين الكلية والتعميمات المرضية
٨٠	— أصول التفسير الاحتمالى
٩٠	— الاحتمالات الإحصائية والقوانين الاحتمالية
١٠٣	— السمة الاستقرائية للتفسير الاحتمالى
١٠٧	٦ - النظريات والتفسيرات النظرية
١٠٧	— السمات العامة للنظريات
١١٠	— المبادئ الكامنة والمبادئ المحدودية
١١٥	— الفهم النظرى
١١٨	— الكميات المفترضة
١٢٦	— التفسير والرد إلى المؤلف

(س)

الصفحة	الموضوع
١٢٨	٧ - تكون المفاهيم
١٢٨	- التعريفات
١٣٣	- التعريفات الإجرائية
	- المحتوى الامبريقي والمنهجي للتصورات العلمية المسائل
١٤٧	مدعية المعنى إجرائيا
١٤٩	- طابع القضايا التفسيرية
١٤٤	٨ - الرد النظري
١٥٤	- قضية للذهب الحيزي الميكانيكي
١٥٧	- رد المصلحات
١٥٩	- رد القوانين
١٦٢	- المذهب الميكانيكي الجديد
١٦٣	- رد العلوم السلوكية
١٧١	- قائمة المراجع
١٧٥	- التعليقات والنقد

١ - نطاق وهدف الكتاب :

يمكن أن تنقسم الفروع المختلفة للبحث العلمى إلى مجموعتين رئيسيتين :
العلوم الامبريقية ومجموعة العلوم غسبر الامبريقية - الأولى تسمى نحو
الكشف والوصف والتفسير والتنبؤ بالحوادث فى العالم الذى نعيش فيه
ولذلك لا بد من فحص قضاياها بمقاييسها بوقائع من خبرتنا تكون مقبولة فقط
إذا أيدتها بينة من البيانات تأييداً صحيحاً ويمكن الحصول على مثل هذه
البيانات بطرق مختلفة . بالتجربة ، الملاحظة المنهجية المنظمة ، بالمقابلات أو
السوح ، بالاختيار الفسيولوجى والاكلينيكى ، بالفحص الدقيق الوثائق
والنقوش والكتابات والمخططات الأثرية بوجه عام .

هذا الاعتماد على البيئة يميز العلوم الامبريقية من المباحث غير الامبريقية
فى المنطق والرياضيات البحتة . تلك التى تثبت قضاياها دون إشارة ضرورية
إلى نتائج تجريبية .

والعلوم الامبريقية تنقسم بدورها إلى العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية .
معيار هذا التقسيم أقل وضوحاً بكثير من ذلك المعيار الذى يميز البحث
الامبريقى من البحث غير الامبريقى . وليس ثمة اتفاق علم أين يجب أن ترسم
بالتحديد الخط الفاصل بينهما . وعادة ما تفهم العلوم الطبيعية على أنها تشمل
الطبيعيات والكيمياء والأحياء وما يتأخها من مجالات البحث ، وتؤخذ
العلوم الاجتماعية على أنها تشمل علم الاجتماع ، علم السياسة ، الأنثروبولوجيا ،
علوم الاقتصاد ، علم التاريخ وما يتعلق به من مباحث — وأحياناً ما ينسب

علم النفس إلى أحد اليدانين وأحياناً إلى الآخر. وكثيراً ما يقال إنه يندرج في كليهما .

إن السكينة العالية التي يتمتع بها العلم اليوم لا شك راجعة إلى النجاح الهائل والانتشار السريع الذي بلغته تطبيقاته ، فلقد توصلت كثير من فروع العلم الأميريقي إلى التزود بأسس التكنولوجيا التي تضع نتائج البحث العلمي موضع الاستغدام وغالباً ما تزود البحث المجرد بمعطيات جديدة أو بأدوات جديدة للفحص والاختبار .

وإذا كان العلم يلبي دافئاً ملحقاً لدى الإنسان هو رغبته في تحصيل أوسع وفهم أعمق للعالم الذي يعيش فيه فستضع موضع الاعتبار كيف تتحقق الأهداف الرئيسية للبحث العلمي . سنفحص كيف نتوصل إلى المعرفة العلمية . كيف نتأكد ، كيف تتغير ، وكذلك كيف يفسر العلم الوقائع الأميريقية وأي نوع من الفهم يمكن لتفسيراته أن تعطينا إياه . وستفحص بعضاً من المشكلات الأكثر عمومية ، تلك المشكلات المتصلة بالسلطات وبمحدود البحث العلمي والمعرفة العلمية والفهم العلمي .

٢ - البحث العلمي - الاختراع والاختبار :

ولنبداً بمحدود البحث العلمي . لنشرح معنى الاختراع والاختبار في البحث العلمي .

٢ - ١ ولنأخذ تاريخ حالة كشال :

لنتناول دراسة إجنار سيولوز الطبيب الجري لحي الفاس كتصوير بسيط لبعض الأوجه الهامة للبحث العلمي .

أجرى سيولوز هذه الدراسة في مستشفى فيينا العام من سنة ١٨٤٤ إلى

سنة ١٨٤٨ م فهو كمضو في الهيئة الطبية لقسم الولادة بالمشفى أجمعه أن
يحد نسبة كبيرة من النساء اللاتي وضمن مواليدهن في ذلك القسم أصبن
بمرض خطير وغالباً مميت معروف بأنه حي الولادة أو حي النفاس في سنة
١٨٤٤ توفي بهذا المرض أكثر من ٢٦٠ حالة من الحالات البالغ عددها
٢١٦٧ أى بنسبة ٨٢ في المائة وفي سنة ١٨٤٥ كانت نسبة الوفيات ٧٦ في
المائة وفي سنة ١٨٤٦ كانت ١١٤ في المائة وكانت هذه الأرقام أكثر
إزعاجاً لأنه في قسم الولادة الثاني الملحق بنفس المستشفى والذي استوعب
تقريباً عدداً من الحالات مماثلة لحالات القسم الأول كان إجمالى نسبة الوفاة
بسبب حي النفاس أقل بكثير من ٢٣٪ ، ٢٪ ، ١٧٪ على التوالي
لنفس السنوات .

و يصف سيملويز في كتابه الذى ألفه أخيراً عن أسباب حي النفاس
وطرق الوقاية منها جهوداً لحل هذه المشكلة المويضة^(١) . لقد بدأ سيملويز
بفحص مختلف التفسيرات التى كانت ذائعة في وقته . وطرح بعضاً من
هذه التفسيرات باعتبارها غير متفقة مع الوقائع المؤسدة تأسيماً جيداً .
وأخضع البعض الآخر للاختبار . فقد أرجعت إحدى وجهات النظر المتبولة
على نطاق واسع الموت الفاجم عن حي النفاس إلى تأثيرات وبائية كانت

(١) ان قصة العمل الذى قام به سيملويز والصواب التى واجهها تصوغ صفحة خلاصة في
تاريخ الطب ، وثمة بيان تفصيلي وشروح يشتمل على ترجمان وشروح لآثار الكبير من
كتابات سيملويز وورد في كتاب سنكلير « سيملويز حياته ومذهبه » مانستر أنجلترا
مطبعة جامعة مانستر سنة ١٩٠٩ ، العبارات الوجيزة المتبعة في العمل مأخوذة من هذا
العمل . ورويت الأجزاء المتفرقة من حياة سيملويز في الفصل الأول من كتاب دى كربين
« رجال كانوا ضد الموت » نيويورك ، مؤسسة هاركوت بريس وارلد سنة ١٩٣٢ .

توصف وصفاً عاماً باعتبار أنها تغيرات كونية - أرضية تنشر في أقاليم
بأكملها وتسبب حتى النفاس .

وينادل سيملويز ولكن كيف أمكن لمثل هذه التفسيرات أن تنفشي في
القسم الأول لمدة سنوات ولم تنشر بعد في القسم الثاني وكيف أمكن لهذه
النظرية أن تتفق مع الحقيقة القائلة بأنه بينما الحى متفشية في المستشفى يصعب
أن تحدث حالة في مدينة فينا أو أجوارها . ان وباءاً حقيقياً مثل السكوليرا
لا يكون هكذا انتقائياً . ويلاحظ سيملويز أن بعضاً من النساء المقبولين في
القسم الأول ويمشن بعيداً عن المستشفى غلبهن الخاض على طريقتهن ووضن
موالدهن في الشارع . ومع ذلك وبغض النظر عن هذه الظروف المؤلمة فإن
معدل الوفيات من حى النفاس بين هذه الحالات من ولادة الشارع كان
أقل من الوفيات في القسم الأول . وبناء على وجهة نظر أخرى كان الازدحام
الشديد سبباً للوفاة في القسم الأول . ولكن سيملويز يشير إلى أن :

الازدحام في واقع الأمر كان أشد كثافة في القسم الثاني كنتيجة للجهود
اليائسة من المريضات لتجنب إيداعهن في القسم الأول السيء السمعة . يرفض
سيملويز أيضاً ظنين متباينين كانا شائعين بملاحظة أنه ليس ثمة فروق بين
القسمين فيما يتعلق بالتغذية أو الرعاية العامة للمريضات .

وفي سنة ١٨٤٦ أرجعت اللجنة التي عينت لبحث المشكلة تفشى المرض
في القسم الأول إلى الأضرار الناجمة عن الفحص الخشن لطلبة الطب الذين
كانوا يتلقون تدريبهم على اللقبالة (التوليد) في القسم الأول . ويلاحظ
سيملويز في رفضه لوجهة النظر هذه :

(١) الأضرار الناجمة بصورة طبيعية عن عملية الولادة أكثر من تلك

التي يمكن أن يسببها الفحص الخشن .

(ب) ان المولدين (القابليين) الذين تلقوا تدريبهم في القسم الثاني فحسوا مريضاتهم بنفس الطريقة ولكن بدون نفس الآثار المرضية .

(ج) وفي إجابته على تقرير اللجنة حين نُصِّف عدد طلبة الطب وقلت فحوصهم للنساء لأدنى حد عاد معدل الوفاة بعد انخفاض طفيف وارتفع إلى أعلى المستويات عن ذي قبل .

وقد جرت محاولات لتفسيرات ميكولوجية متعددة . فقد لاحظ أحدكم أن القسم الأول كان منظماً بحيث أن قسيساً يحمل سر القديس الأخير إلى امرأة تلفظ آخر أنفاسها كان عليه أن يمر خلال خمسة عتابر قبل أن يصل إلى حجرة المريضة .

ان مظهر القسيس يتقدمه خادم يحمل جرماً قائماً ليترك أثراً مفزطاً موهناً للمريضات في العتابر . وذلك لجلجلتين أكثر تعرضاً لاحتمال أن يكن من ضحايا حي النفاس وفي القسم الثاني كان هذا العام المولم غائباً . إذ لما كان للقسيس أن يتخذ مسلكاً مباشراً إلى حجرة المريضة قرر سيملويز أن يختبر هذا الظن . فأفزع القسيس أن يأتي بطريق دائر ودون قرع الجرس لكي يصل إلى عتبر المريضة بهدوء ودون أن يلاحظه أحد . ولكن معدل الوفاة في القسم الأول لم ينخفض . وقد خطرت لسيملويز فكرة جيدة . فقد لاحظ أنه في القسم الأول كانت النساء تلدن ومن راقداً على ظهورهن . وفي القسم الثاني على جنوبهن . وعلى الرغم من أنه اعتقد كون الاحتمال بعيد الوقوع إلا أنه قرر كرجل غريق يمسك بقشة أن يختبر ما إذا كان هذا الفارق في الإجراء ذا دلالة فأدخل استخدام الموضع الجنبى في القسم الأول

ولكن مرة أخرى ظل معدل الوفاة على ما هو عليه .

وأخيراً في بواكير سنة ١٨٥٧ ثمة حادثة عارضة أعطت سيموليز الدليل الحاسم . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر في أصبعه من مبضع أحد الطلاب كان يجري كشفاً . وقد توفي بعد مرض ألیم ظهرت عليه أثناءه نفس الأعراض التي لاحظها سيموليز في ضحايا جی النفاس وبالرغم من أن دور الكائنات العضوية الدقيقة في مثل هذه العدوى لم يكن قد عرف بعد ؛ أدرك سيموليز أن المادة السامة التي أدخلها مبضع الطالب في مجرى دم كولتشكا هي التي سببت المرض المميت الذي أودى بحياة زميله . وقد أدت الملاحظات بين مملك مرض كولتشكا ومملك المرض لدى النساء في عيادته بسيموليز إلى نتيجة قائلة إن مرضاهم ماتوا بسبب نفس النوع من تسمم الدم . فقد كان هو وزملاؤه وطلاب الطب حاملی المادة السامة لأنه ورفقاؤه تعودوا المحیی . إلى العنابر مباشرة بعد أداء التشريح في حجرة التشريح . وفحص النساء في حالة الولادة بعد غسل أيديهم غسلًا سطحيًا فقط فغالبا ما استيقت أيديهم رائحة كريهة مميزة .

وفرة أخرى وضع سيموليز فكرته موضع الاختبار . فقد استنتج أنه إذا كانت فكرته صحيحة فإن جی النفاس يمكن الحد منها بالتفشاء كيميائيا على المادة السامة العالقة بالأيدي . ولذلك أصدر أمراً إلى كل طلاب الطب أن يغسلوا أيديهم في محلول من الجبر المعامل بالكلور قبل القيام بفحصهم وقد بدأت بالفعل معدلات الوفاة من جی النفاس في الانخفاض .

وبالنسبة لسنة ١٨٤٨ هبطت النسبة إلى ١٢٧٪ في القسم الأول مقارنة بـ ١٢٤٪ في القسم الثاني . ولزید من التأيید لفكرته أو لفرضه كما نقول ، لاحظ سيموليز أن فرضه يملل الحقيقة القائلة بأن الوفاة في القسم الثاني

كانت أقل بكثير دائماً . فلقد كانت المريضات هناك موضع عناية القابلات اللاتي لا يتضمن تدريبهن تعليماً تشريحياً بتفصيل الجثث .

ولقد فسر الفرض أيضاً هبوط معدل الوفيات بين مواليد « الشارع » فالنساء اللاتي وصلن بمواليدهن على أذرعهن كن نادراً ما يفحصن بعد دخولهن وبالمثل علل هذا الفرض الحقيقة القائلة بأن ضعفاً حتى النفاس من بين الأطفال المواليد الجدد كانت جميعها بين هؤلاء الأمهات اللاتي أُصِبن بالمرض أثناء الولادة . لأنه حينئذ يمكن للعدي أن تنتقل إلى الطفل قبل الولادة خلال مجرى الدم المشترك بين الأم والطفل في حين كان ذلك مستحيلاً عندما كانت تبتلى بصحتها .

إن المزيد من الخبرات الإكلينيكية سرعان ما أدى بسيملويز إلى أن يوسع فرضه : ففي إحدى — المناسبات على سبيل المثال بعد أن قام هو وزملاؤه بتطهير أيديهم بمطهرة فحسوا أولاً امرأة في حالة وضع كانت تعاني من سرطان متفح في عنق الرحم . وعندئذ تقدموا لفحص اثنتي عشرة امرأة أخرى في نفس الحجرة بعد غسل روتيني فقط لأيديهم دون أن يعيدوا تجديد تطهيرها . فماتت إحدى عشرة مريضة من المريضات الإثني عشرة بحمى النفاس . استنتج سيملويز أن حمى النفاس يمكن أن تسبب لبس فقط من الماء السامة . ولكن أيضاً عن مادة عفنة مستخلصة من الكائنات المضيئة الحية .

٢ — ٢ الخطوات الأساسية لاختبار فرض من الفروض :

لقد رأينا كيف أن سيملويز في بحثه عن السبب في حمى النفاس امتحن مختلف الفروض التي كانت مقترحة كإجابات ممكنة . ومسألة كيفية التوصل

إلى مثل تلك الفروض هي في اللتام الأول مسألة مثيرة سنتناولها بالبحث فيما بعد . ومع ذلك لنفحص كيف يختبر فرض من الفروض التي تقدم في مرة من المرات .

أحيانا يكون الإجراء مباشراً تماماً . لنفحص التخمينات القائلة بأن الفروض في الازدحام أو التغذية أو العناية العامة تفسر الاختلاف في الوفاة بين القسمين . وكما يشير سيملويز تتعارض هذه الاختلافات مع الوقائع للملاحظة مباشرة . فليس ثمة فروق كهذه بين القسمين . ولذا تطرح الفروض باعتبارها باطلة .

واسكن عادة ما يكون الاختبار أقل بساطة ومباشرة . لنأخذ الفرض الذي يرجع نسبة الوفاة العالية في القسم الأول إلى الفرع الذي كان يشربه ظهور القسيس مع تابعه . ان شدة ذلك الفرع وخاصة تأثيره على حمى النفاس لا يمكن التأكد منه مباشرة كما هو الحال في الازدحام أو في التغذية ويستخدم سيملويز منهجاً غير مباشر في الاختبار . انه يسأل نفسه هل ثمة آثار مباشرة لا بد أن تحدث إذا كان الفرض صادقا ؟ ويستنتج سيملويز أنه إذا كان الفرض صادقا فلا بد وأن يحدث تغيير مناسب في مسلك القسمين ينتج عنه انخفاض معدل الوفاة في القسم الأول . ويستعن سيملويز هذه القضية الزومية ب تجربة بسيطة ويجد أنها قضية كاذبة ولذلك يطرح الفرض .

وبالمثل يختبر تخميناً عن وضع النساء أثناء الوضع يستنتج أنه إذا كان هذا التخمين صادقا فلا بد وأن يقلل اتعاذ الوضع الجنى في القسم الأول من معدل الوفاة . ومرة أخرى يكتشف سيملويز أن القضية الزومية باطلة

بشجرته التي قام بها ويطرح هذا الظن (التخمين) .

في الحالتين الأخيرتين اعتمد الاختبار على برهان بحيث أنه إذا كان الفرض المتأمل ويمكن « ح » صادقا فثمة حادئات معينة ملاحظة (على سبيل المثال هبوط في نسبة الوفاة) لا بد وأن تحدث في ظروف معينة (على سبيل المثال إذا كف القسيس عن السير عبر السناير أو إذا كانت النساء يضمن ومن في وضع جنبي) أو باختصار إذا كان ح صادقا فكذلك ط حيث ط قضية تصف حادئات مشاهدة متوقعة . وللمواصلة نقول إن ط مستنتجة من أو لازمة عن ح ولنتطرق على ط اسم لزوم اختباري للفرض ح . وسنمضي فيما بعد وصفا أدق للعلاقة بين ط وح في مثالينا الأخيرين أظهرت التجارب أن اللزوم الاختباري باطل وأن الفرض يطرح بناءً على ذلك .

ويمكن أن يمثل الاستدلال المؤدى إلى الرفض على النحو التالي :

إذا كان ح صادقا كان ط كذلك .

ولكن (كاتبين البينة) ط ليس صادقا .

ح ليس صادقا .

أي برهان له هذه الصورة يطلق عليه في المنطق طريقة الرفع^(١) صحيح استنباطياً (من الناحية الاستنباطية) أي إذا كانت مقدماته صادقة كانت نتيجته صادقة بالطبع كذلك . ومن ثم إذا كانت مقدمات البرهان مؤسسة تأسيساً جيداً كان الفرض « ح » الذي يجري اختبار مرفوضاً بالضرورة .

(١) لمزيد من التفصيل انظر المجلد الآخر في هذه السلسلة المنطق لويزل ساون ص

وبعد ذلك لنتناول بالبحث الحالة حيث الملاحظة أو التجربة تؤكد الزوم الاختبارى « ط » .

فمن فرض سيملويز القائل بأن حى النفس هى تسم الدم الناتج عن المادة السامة يستدل سيملويز على أن اتخاذ إجراءات تعقيم مناسبة سيقطل عن معدل الوفاة فى القسم الأول .

ترينا التجربة فى هذه المرة أن الزوم الاختبارى صادق . ولكن هذه النتيجة المواتية لا تثبت صدق الفرض إثباتا قاطعا لأن البرهان يأخذ الصورة الآتية :

إذا كان صادقا فكذلك ط .

كما تبين البينة ط صادق .

ح صادق .

هذا الضرب من الاستدلال الذى يشار اليه باعتبار أنه الغلط الناشئ عن إثبات التالى غير صحيح من الناحية الاستنباطية أى أن من المحتمل أن تكون نتيجة كاذبة حتى وإن كانت مقدماته صادقة^(١) وهذا ماتصوره فى الواقع خبرة سيملويز الشخصية .

فالرواية الأولى لاعتباره حى النفس صورة من صور تسم الدم قدمت العدوى بالمادة السامة على أنها المصدر الواحد والوحيد للفرض . وقد كان سيملويز مصيبا فى استدلاله أنه إذا كان الفرض لا بد وأن يكون صحيحا فلا بد وأن يؤدى القضاء على الجزئيات السامة بالغسيل العميق إلى التقليل من

(١) انظر سالون فى كتابه « المنطق » ص ٢٧ - ٢٩ .

٣-٤ دور الاستقراء في البحث العلمى :

لقد تناولنا بالدراسة بعض البحوث العلمية التى نلم فيها بمشكلة من المشكلات وذلك بتقديم إجابات تجريبية فى صورة فروض كانت تختبر بأن تشتق منها الزومات الاختيارية المناسبة وتمتحنها عن طريق الملاحظة أو التجربة .

ولكن كيف التوصل إلى الفروض المناسبة . فى المحل الأول يُعتقد أحيانا أن الفروض تستنتج من معطيات تجمع مسبقا بواسطة إجراء يسمى الاستدلال الاستقرائى باعتباره متميزاً عن الاستدلال الاستنباطى الذى يختلف عنه فى نقاط هامة . فى البرهان الاستنباطى الصحيح ترتبط النتائج بالمقدمات بحيث إذا صدقت المقدمات لا بد وأن تصدق النتائج . وعلى سبيل المثال يستوفى هذا الطلب بأى برهان يأخذ الصورة العامة التالية :

إذا كان س إذن ص

ليست الحالة أن ص

ليست الحالة أن س

إن وقفة تأمل قصيرة فى هذه الصورة تبين أنه لا يهم أى القضايا الجزئية يمكن أن تقوم فى المواضع التى تشغلها الرموز س ، ص . تكون النتيجة صادقة بالنتأ كيد إذا كانت المقدمات صادقة وفى واقع الأمر تمثل الصورة السابقة للبرهان طريقة الرفع المشار إليها سابقا . إن نمطا آخر لاستدلال صحيح من الناحية الاستنباطية يقدمه المثال الآتى :

أى ملح صوديوم عند وضعه فى لهب موقد صوديوم يحيل اللهب أصفرأ .

هذه القطة من الحجر الصخرى هى ملح صوديوم .

هذه القطعة من الحجر الصخري حين توضع في لهب موقد بنزين ستحيل
الذهب أصفرًا .

غالبًا ما يقال عن البراعمين من النوع الأخير أنها تتأدى من العام (وهو
هنا المقدمة بصدد كل الملح الصوديوم) إلى الخاص (وهو هنا النتيجة الخاصة
بقطعة معينة من الملح الصوديوم) .

الاستدلالات الاستقرائية على النقيض من ذلك . توصف بأنها تتأدى
من المقدمات بصدد حالات معينة (جزئية) إلى نتيجة لها طابع القانون العام
أو المبدأ العام . وعلى سبيل المثال المقدمات القائلة بأن كل واحدة من
العينات الجزئية لأملاح الصوديوم المتنوعة والتي كانت موضع اختبار لهب
موقد بنزين أحالت للذهب أصفرًا من المفترض أن تؤدي إلى النتيجة القائلة
بأن كل أملاح الصوديوم حيث توضع في لهب موقد بنزين تحيل للذهب
أصفرًا . ولكن في هذه الحالة من الواضح أن صدق المقدمات لا يضمن
صدق النتائج . لأنه في حالة أن كل عينات ملح الصوديوم المختبرة حتى
الآن أحالت للذهب أصفرًا يبقى ممكنًا تمامًا أن أنواعًا جديدة من ملح
الصوديوم لم توجد بعد لا تتطابق مع هذا التعميم وفي الواقع إذا أسفرت
بعض أنواع ملح الصوديوم المختبرة حتى الآن عن نتيجة إيجابية قد تحقق
إخفاها ملموسًا في أن تستوفي التعميم في ظل ظروف فزيائية خاصة (مثل
المجالات المغناطيسية القوية أو ما أشبه ذلك) من الظروف التي لم نتحبر في
ظلمها بعد . ولهذا السبب غالبًا ما يقال أن مقدمات الاستدلال الاستقرائي
تتضمن فقط النتيجة بإجالية عالية بدرجة أكبر أو أصغر في حين أن مقدمات
الاستدلال الاستنباطي تتضمن النتيجة بالتأكيد .

الفكرة القائلة بأنه في البحث العلمى يضى الاستدلال الاستقرائى من معطيات جمعت مسبقا إلى مبادئ عامة موافقة تتجسد بوضوح فى البيان التالى لكيف يتصرف عالم من العلماء فى بحثه بطريقة مثلى .
إذا حاولنا أن ننخيل عقلا قائما مهتما بالعمائم المنطقية افكره يستخدم الأسلوب العلمى كان السلوك كالتالى :

١ - تلاحظ كل الوقائع وتدوّن دوو انتقاء أو تخمين قبل فيا يتعاق بأهميتها النسبية .

٢ - تحلل الوقائع الملاحظة والمدونة وتقرّن وتصنف دون فروض أو مسلمات غير تلك الفروض والمسلمات المتضمنة بالضرورة فى منطق الفكر .

٣ - من هذا التحليل تستخلص التعميمات بطريقة استقرائية بصد العلاقات التصنيفية أو العلية بين الوقائع .

٤ - فضلا عن ذلك يكون البحث استنباطيا فضلا عن كونه استقرائيا مستخدما الاستدلالات من التعميمات المؤسسة قبلا^(١) .

ان هذه الفقرة تدّين أربعة مراحل فى البحث العلمى الأمتل :

(أ) ملاحظة وتدوين كل الوقائع .

(ب) تحليل وتصنيف هذه الوقائع .

(ج) الاستخلاص الاستقرائى للتعميمات منها .

(د) مزيد من الاختبار للتعميم .

المرحلتان ١ ، ٢ من هذه المراحل من المفروض بصفة خاصة أن تستخدم

(١) فولب . علم الاقتصاد الوطنى فى اتجاهات علم الاقتصاد . الحرر توجوبل (نيويورك ١٩٢٣) ص ٣٥٠ .

فيها التخمينات أو الفروض بصدد ترابط الوقائع الملاحظة. ويبدو هذا القيد مفروضا اعتقادا بأن مثل هذه الأفكار المستتقة قد تؤدي إلى تمييز بقضى على موضوعية البحث العلمى .

ولكن وجهة النظر المعبر فى الفقرة المتقبسة والتي يطلق عليها التصور الاستقرائى الضيق للبحث العلمى لا يمكن الدفاع عنها اعدة أسباب .
إن مسحا وجيزا لهذه المراحل يمكن أن يستخدا لتمة ملاحظتنا السابقة عن الإجراء العلمى .

١ — إن البحث العلمى — كما تصورناه هنا — لا يمكن اقتلاعه من الأساس ، فالوجه الأول من أوجه البحث لا يمكن تنفيذه . لأن جمع كل الوقائع لا بد له من أن ينتظر نهاية العالم وحتى الآن يستحيل جمع كل الوقائع حيث أن هناك عددا لا متناهايا من الوقائع فهل لنا أن نختبر على سبيل المثال كل حبات الرمال فى كل الصحراوات وعلى كل الشواطىء وهل لنا أن ندون أشكالها وأوزانها وتركيبها الكيمياءى .

هل لنا أن ندون انطواطر العابرة التى تغطر ببالنا فى هذا الإجراء الشاق .
أشكال السحب فوقنا ، لون السماء المتغير ، أدواننا الكتابية تركيبها وإسمها التجارى ، تواريخ حياتنا وحيات زملائنا فى البحث . كل هذه الأشياء وغيرها مما لم يذكر هى بعد كل شىء من بين الوقائع حتى الآن .

ربما كان إذن كل ما ينبغى أن يكون مطلوباً فى الوجه الأول من أوجه البحث هو أن تجمع كل الوقائع المناسبة ولكن مناسبة لأى شىء . لم يذكر هذا .

نفرض أن البحث معنىً بمشكلة معينة ألا ينبغي علينا إذن أن نبداً
بجمع كل الوقائع أو على أحسن الفروض كل المعطيات التي في متناول أيدينا
والمناسبة لهذه المشكلة . ومع ذلك تظل هذه الفكرة بغير معنى واضح .

لقد نشد سيموليز أن يحل مشكلة معينة . ومع ذلك جمع أنواعاً مختلفة
تماماً من المعطيات في مراحل مختلفة من بحثه . وصواباً ما فعل . ولكن أي
أنواع المعطيات هي التي ينبغي أن نجعلها ؟ لا تتحدد هذه الأنواع بالمشكلة
موضع الدراسة ولكن تتحدد بإجابة تجريبية عن المشكلة يضرها الباحث
في صورتهم أو فرض . فإذا كان لدينا تصور بأن الوفاة من حى
النفاس تزداد بالظهور المربع للقيس وتابعة الذى يحمل جرس الموت كان
من الأوفق أن نجمع معطيات عن نتائج تغيير القيس لطريقه الذى يسلكه .
ولكن التصور بمجمله كان غير مناسب لاختبار ما يمكن أن يحدث لو أن
الأطباء وطلبة الطب كانوا قد غسلوا أيديهم قبل فحص مرضاهم . بالنظر
إلى فرض سيموليز عن التلوث الدائم الحدوث كان واضحاً أن المعطيات
من النوع الأخير مناسبة .

وأن معطيات النوع قبل الأخير كانت غير مناسبة تماماً .
ولذلك أمكن أن توصف الوقائع الامبريقية أو نتائج البحث بأنها مناسبة
أو غير مناسبة من الناحية المنطقية فقط وذلك بالرجوع إلى الفرض المقدم
لا المشكلة موضع البحث . لنفرض أن فـ قدّم على أنه لإجابة تجريبية
لمشكلة موضع البحث . فأى أنواع المعطيات يكون مناسباً للفرض «فـ» .
إن أمثلتنا السابقة توحى بإجابة مفادها أن نتيجة البحث مناسبة للفرض

« ف » إذا كان حدوده أو عدم حدوده يمكن أن يستدل عليه من الفرض
« ف » .

ولنأخذ على سبيل المثال فرض تورشلى . كما قلنا استدلل بأسكال منه
على أن عمود الزئبق فى البارومتر لا بد وأن يكون أقصر كلما صعد به إلى
أعلى الجبل . ولذلك وجود أثر قاتل بأن هذا يحدث فعلا فى حالة معينة
يكون مناسباً للفرض . والأثر القاتل بأن طول عمود الزئبق يظل دون ما
تغير أو أنه ينقص طوله أو يزيد أثناء الصعود يدحض الزوم الاختبارى
لفرض بأسكال ولا يقطع مع فرض تورشلى .

ويمكن أن نطلق على المعطيات من النوع السابق إيجابيا أو تأييدا أنها
مناسبة للفرض . ومعطيات النوع الأخير تتصل بالفرض سلبيا وبطريقة مضادة .
القاعدة فى جمع المعطيات أن المعطيات التى تجمع دون توجيه من الفروض
المسبقة عن العلاقات بين المعطيات موضع البحث تدحض نفسها بنفسها .

وبالتأكيد لا قيمة لما فى البحث العلمى . وعلى العكس من ذلك الفروض
التجريبية ضرورية لتوجيه البحث العلمى . ومثل هذه الفروض تعين من بين
أشياء أخرى المعطيات التى لا بد من جمعها عند نقطة معينة فى البحث العلمى
ومن المفيد أن نلاحظ أن العلماء الاجتماعيين الذين يحاولون اختبار الفروض
بالرجوع إلى الخزون الواسع من المعطيات المدونة بواسطة مكتب إحصاء
السكان فى الولايات المتحدة الأمريكية أو بالرجوع إلى هيئات أخرى لجمع
المعطيات أحيانا ما يحدون غلبة آعالمهم أن قيم بعض المتغيرات التى تلعب
دورا رئيسيا فى الفروض قد دونت بطريقة منهجية منظمة . ليس المقصود
(٢ - طرفة العوم)

بهذه الملاحظات بالطبع أن تكون نقداً لجمع المعطيات أصلاً. فالمشتغلون بجمع المعطيات يحاولون بغير شك انتقاء المعطيات التي يثبت أنها مناسبة للفروض المستقلة. المقصود بالملاحظة وببساطة هو تصور استعالة جمع كل المعطيات المناسبة دون معرفة الفروض التي يراد مناسبة المعطيات لها. إن المرحلة الثانية في فقرتنا المقتبسة قابلة هي الأخرى لنقد مماثل إن المعطيات يمكن أن تصنف وتعمل بطرق مختلفة لا يكون أغلبها كاشفاً لأغراض البحث العلمى لقد كان في استطاعة سيملويز أن يصنف النساء في عناصر الولادة وفقاً لمعايير كالسن ، مكان الإقامة ، الحالة الزوجية ، المعاداة الذاتية .. إلخ.

ولكن المعلومات عن هذه الأمور ما كانت تزوده بالحلول لتوقعات المرضى أن يصبحن ضحايا حمى النفاس . ما كان يشده سيملويز كان مرتبطاً بهذه التوقعات بشكل واضح . ومن أجل هذا الفرض كان يجهد عزلاً أولئك النسوة اللاتي كن تحت رعاية الهيئة الطبية ذات الأيدي الملوثة . لأن ارتفاع نسبة الوفاة من حمى النفاس كان مرتبطاً بهذا الطابع المميز للهيئة الطبية أو المرضى المتصلين بهم. ومن ثم إذا كانت هناك طريقة خاصة بتصنيف وتحليل النتائج الأمبريقية تؤدي إلى تفسير الظواهر المعنية لكان واجباً قيام هذه الطريقة على فروض عن كيفية ارتباط هذه الظواهر بها . إذ بدون هذه الفروض يصبح التصنيف والتحليل على نحو أعمى . تأملنا النقدية للرحلتين الأولى والثانية من البحث في الفقرة المقتبسة تنصب أساساً على فكرة أن الفروض تقدم فحسب في المرحلة الثانية بواسطة استدلال استقرائى من معطيات جمعت قبلاً وهنا لا بد من إضافة بعض ملاحظات عن الموضوع .

يفهم الاستقراء أحياناً على أنه منهج يتأدى بواسطة قواعد ميكانيكية من وقائع ملاحظة إلى مبادئ عامة مناسبة . وفي هذه الحالة تزودنا قواعد الاستدلال الاستقرائي بقوانين إيجابية للاكتشاف العلمى . ويكون الاستقراء إجراء ميكانيكياً مماثلاً للنظام المؤلف فى ضرب الأعداد يتأدى بعدد محدد من الخطوات الثمينة قبلاً والتي يمكن إجراؤها ميكانيكياً إلى الحاصل المطلوب . إلا أنه ليس ثمة فى الوقت الحالى مثل هذا الإجراء الاستقرائى الميكانيكى العام الذى يكون فى متناول أيدينا . وإلا لما ظلت على سبيل المثال المشكلة الخاصة بتعليل السرطان دون ما حل حتى اليوم بالرغم من دراستها كثيراً . واكتشاف مثل هذا الإجراء ليس وارداً فى الحسبان أبداً . إذ عادة ما تصاغ الفروض والنظريات العلمية فى عبارات لا ترد على الإطلاق (بالمرّة) فى وصف النتائج الامبريقية التى تقوم عليها تلك الفروض والنظريات فعلى سبيل المثال النظريات الخاصة بالتركيب الذرى ودون الذرى للمادة تتضمن ألقاظاً مثل « ذرة » ، « إلكترون » ، « بروتون » ، « نيوترون » .. إلخ . فى حين أنها تقوم على النتائج العملية لطيف الفازات المختلفة والآثار فى مواضع السحب وفقاعات الماء والمظاهر الكمية لردود الفعل الكيميائية .. إلخ . تلك التى يمكن أن توصف دون استخدام المصطلحات الفنية النظرية .

قد يتعين على قواعد الاستقراء من النوع الذى تخيلناه هنا أن تزودنا بنظام ميكانيكى يقوم على أساس المعطيات وذلك لإقامة الفروض والنظريات المعتمدة بلغة التصور الجديد تماماً . والمستخدم أصلاً فى وصف المعطيات نفسها . بالتأكيد ليس ثمة قاعدة ميكانيكية لإجراء معين يمكن أن نتوقع

منه تحقيق هذا الشرط . وعلى سبيل المثال هل يمكن أن تكون هناك قاعدة عامة يمكن عند تطبيقها على المعطيات المناسبة للفاعلية المحددة للمضخات الماصة عند جاليليو أن تنتج بواسطة إجراء ميكانيكي بحث فرضاً قائماً على تصور بحر من الهواء . إن الإجراءات الميكانيكية لاستنتاج فرض من الفروض بطريقة استقرائية وعلى أساس المعطيات قد تكون محددة بمواقف بسيطة نسبياً ومن نوع خاص . والمثال على ذلك إذا قيس طول قضيب من النحاس في درجات حرارة مختلفة كان التزاوج القائم بين درجات الحرارة وطول القضيب يمكن أن تمثله نقطة في نسق إحداثي مستوى ويمكن رسم منحنى عبر هذه النقطة وفقاً لقاعدة من قواعد إعداد المنحنى ،

فالمحنى إذن يمثل بياناً فرضياً كمياً عاماً معبراً عن طول القضيب كدالة لدرجة حرارته . ولكن من الملاحظ أن هذا الفرض لا يتضمن أنماطاً جديدة وإنما يعبر عنه بتصور الحرارة والطول المستخدمين أيضاً في وصف المعطيات . وفضلاً عن ذلك يفترض اختيار القيم المترابطة لدرجة الحرارة والطول فرضاً أولياً موجهاً بمعنى أنه يرتبط مع كل قيمة من قيم درجات الحرارة قيمة من قيم طول قضيب النحاس بحيث أن طول القضيب يكون دالة لدرجة حرارته وحدها في واقع الأمر . فالنظام الميكانيكي لإعداد المنحنى يستخدم إذن لانتقاء دالة خاصة على أنها الدالة الأنوقى . هذه النقطة هامة . لأننا لو فرضنا أنه بدلاً من قضيب النحاس اخترنا كثافة غاز التروجين المبأ في إناء اسطوانى له غطاء متحرك وأننا نقيس حجمه في درجات الحرارة المختلفة . إذا كان لنا أن نستخدم هذا الإجراء لنحصل من معطياتنا على فرض عام يمثل حجم الغاز كدالة لدرجة حرارته فإننا ننفق لأن حجم الغاز دالة لكل

من درجة حرارته ووضفطه الواقع عليه بحيث يفترض للغاز أحجاما في درجة حرارة معينة .

فحتى في هذه الحالات البسيطة تقوم الإجراءات الميكانيكية لتأسيس الفروض بجزء فقط من العمل لأنها تفترض مسبقا فرضا أقل نوعية (أعنى أن متغيراً فيزيائياً معيناً هو دالة لمتغير آخر مفرد) لا يمكن الحصول عليه بنفس الاجراء .

ليست هناك إذن قواعد استقرائية عامة يمكن تطبيقها . تلك القواعد التي يمكن بواسطتها أن تستنتج الفروض والنظريات من المعطيات الامبريقية . يحتاج الانتقال من المعطى إلى النظرية إلى خيال مبدع . فالقروض والنظريات العلمية لا تستنتج من المعطيات الملاحظة ولكن تخترع الفروض لتفسيرها : إنها تخمن العلاقات بصدد الإجراءات والنماذج التي تكن وراءها في الظواهر موضع الدراسة^(١) إن التعميمات السارة من هذا النوع تتطلب عبقرية عظمى وخاصة إذا تضمنت انفصالاً جذرياً عن ضروب التفكير العلمي السائدة كما فعلت على سبيل المثال نظريتنا النسبية والكوانتم . يفيد

(١) لقد قدم هذا التمييز بالفعل ولیم هول في كتابه (فلسفة العلوم الاستقرائية) الطبعة الثانية (لندن جون باركر ١٨٤٧) المجلد الثاني ص ٤١ . يشكك هول أيضاً عن الاختراع كجزء من الاستقراء ص ٥٦ وفي نفس المصنف يشير كارل بوبر إلى الفروض والنظريات العلمية على أنها تخمينات . انظر على سبيل المثال مقالة (العلم : تخمينات وتنبؤات) في كتابه (تخمينات وتنبؤات) نيويورك ولندن السكيب الأساسية سنة ١٩٦٢ . وفي الواقع ان وايت الذي استمر تا ٤٤ تصوره الاستقرائي الضيق للاجراء العلمي التالي يؤكد أن العقل الإنساني المحدود يضمن عليه أن يستخدم اجراء معذلاً بدرجة كبيرة ويعمل خيالاً علمياً وانحاء المسلمات على أساس فرض من الفروض التمهيدية انظر ص ٤٠ من مقال للتعميد به في الفترة للفتية السابقة .

الجهد الاختراعى المطلوب فى البحث العلمى من الألفة التامة مع المعارف الجارية فى هذا المجال من مجالات البحث . والمبتدىء فى البحث من الصعب عليه القيام بكشف على هام لأن الأفكار التى يمكن أن تخطر له من المحتمل أن تكرر ما جرت محاولته من قبل أو قد تجرى فى صدام مع الوقائع والنظريات الثابتة التى لا يدري بها .

ومع ذلك تختلف الطرق التى نصل بها إلى التخصيمات المشرقة عن أية عملية من عمليات الاستدلال المنهجى النظم فعل سبيل المثال يخبرنا الكيىيائى كيكوليه بأنه حاول ولفترة طويلة أخفق فى أن يبتدع صيغة بنائية لجزئى البنزين وذات مساء وبينما كان غافياً أمام مدفأته وجد حلاً لمشكلته إذ لدى حلقة فى إرميج بداله أنه يرى ذرات تتراقص فى مصفوفات على هيئة أنقى ونجاة شكلت إحدى الحيات حلقة بالإمساك بذيلها ثم القفت باستهزاء أمامه واستيقظ كيكوليه فى ومضة . لقد وقف على الفكرة للشهرة والمألوفة الآن عن تمثيل بنية جزئى البنزين بحلقة سدسة . لقد قضى بقية الليل فى استعراج النتائج من هذا الغرض^(١) .

تتضمن الملاحظة الأخيرة تذكرة هامة خاصة بموضوعية العلم . فى محاولة العالم لإيجاد حل لمشكلته قد يطلق العنان لخياله ويجرى تفكيره اللبدع قد يتأثر بالأفكار العلمية المشكوك فى صحتها . فدراسة كبلر لحركة الكواكب (الأفلاك) كانت مستوحاة من اهتمامه بمذهب صوفى عن الأعداد وشفق

(١) انظر التخصيمات من تقرير كيكوليه الخامس فى كتاب (فندلاى) بعنوان مائة هام من الكيىياء (الطبعة الثانية - لندن جيرالد ديكرت وشركاه سنة ١٨٤٨ م ص ٢٧ وفردج : فى البحث العلمى الطبعة الثالثة - لندن شركة وليام هافمان المحدودة سنة ١٩٥٧ م ص ٥٦ .

بالبرهنة على موسيقى الأفلاك. ومع ذلك يحى الموضوعية العلمية للبدأ القائل بأنه بينا القروض والنظريات من الممكن اختراعها وتقديمها بحرية فى العلم إلا أنها لا تقبل فى دائرة المعرفة العلمية إلا إذا مرت بالتحقيق النقدى الذى يتضمن بالأخص اختبار الزومات والاختبارية عن طريق الملاحظة والتجربة الدقيقة . إن من المثير للاهتمام أن يلعب الخيال والاختراع الحر دوراً هاماً مماثلاً فى تلك المباحث التى تصدق نتائجها خاصة بواسطة الاستدلال الاستنباطى وعلى سبيل المثال فى الرياضيات .

لأن قواعد الاستدلال الاستنباطى لا ينتج عن أى منها قواعد ميكانيكية للاكتشاف .

وكما انضح فى قاعدة الرفع السابقة يعبر عن هذه القواعد عادة فى صورة الأشكال البرهانية العامة أية صورة منها هى برهان استنباطى صحيح منطقياً إذا ما قدمت مقدمات من نوع معين فإن هذه الصورة تحدد فى الواقع طريقاً للسير إلى النتيجة المنطقية . وبالنسبة لأى عدد محدد من المقدمات تستطيع قواعد الاستدلال الاستنباطى أن نستخلص عدداً لا متناهياً من النتائج الاستنباطية الصحيحة منطقياً ولتأخذ على سبيل المثال قاعدة بسيطة تمثلها

$$\frac{س}{س \text{ أو } ص} : \text{الصورة الآتية :}$$

إنها فى واقع الأمر تخبرنا أنه من التضمنية القائلة بأن س هى الحالة ينتج إن س أو ص هى الحالة حيث يمكن أن تكون س، ص أية قضايا إما كانت لفظة « أو » مفهومة هنا بمعنى غير استيعادى (شمولى) فى الجمل المنطقى بحيث تكون س أو ص مكافئة لس أو ص أو كلا من س، ص .

من الواضح أنه إذا كانت مقدمات البرهان من هذا النوع صادقة فلا بد وأن تكون النتيجة أيضاً صادقة ومن ثم فأى برهان له هذه الصورة المعنية صحيح منطقياً .

هذه القاعدة الواحدة تميز لنا أن نستنتج نتائج كثيرة مختلفة ولا متناهية من أية مقدمة واحدة . فمن المقدمة القائلة « القمر ليس له غلاف جوى » يجوز أن نستنتج قضية من ذات الصورة « القمر ليس له غلاف جوى أو ص » حيث يمكننا أن نكتب بدلا من ص أية قضية أبداً كانت . لا يهم ما إذا كانت صادقة أو كاذبة . فعلى سبيل المثال « الغلاف الجوى للقمر رقيق جداً » « القمر غير مأهول » ، « الذهب أكثف من الفضة » ، « الفضة أكثف من الذهب » .. إلخ . (من التأثير للاهتمام ومن اليسير أن نبرهن على أن القضايا اللامتناهية يمكن تكوينها في الإنجليزية وكل واحدة من هذه القضايا يمكن أن تحمل محل المتغير ص) .

وبطبيعة الحال تضاف قواعد أخرى للاستدلال الاستنباطي إلى القضايا الكثيرة التي نستخلص من مقدمة واحدة أو مجموعة من المقدمات . فإذا قدمت مجموعة من القضايا كقدمات لم تقدم قواعد الاستنباط توجيهات لإجراءات الاستدلال . إنها لا تفرد قضية معينة باعتبارها النتيجة التي يقعون استخلاصها من المقدمات ولا تخبرنا عن كيفية الحصول على نتائج هامة من الناحية الإجرائية .

إنها لا تزودنا مثلاً بنظام ميكانيكي لاستخلاص البرهينات الرياضية للتميزة من السلمات الواردة . إن اكتشاف البرهينات الرياضية المثرة شأن اكتشاف النظريات الهامة المثرة في العلم الامبريقي يتطلب مهارة

إبداعية يطلق عليها التخمين الإبداعي بعيد النظر . ومع ذلك فلاهتمام بالموضوعية العلمية بصوته طلب الصحة الموضوعية لمثل هذه التخمينات (الظنون) ومعنى هذا في الرياضيات البرهنة بالاشتقاق الاستنباطي من البديهيات ولكن حين تقدم القضية الرياضية كظن أو تخمين تتطلب البرهنة أو عدم البرهنة على صحتها مهارة وإبداعا غالبا ما يكونان من عيار عال جدا . لأن قواعد الاستدلال الاستنباطي بإجراء ميكانيكي لإقامة البرهان أو دحضه فدورها التنظيمي هو بالأحرى أكثر اعتدالا . إذ تستعمل كحركات اسلامة الحجج المقدمة كبراهين تؤسس الحجج براهين رياضية صحيحة إذا تأدينا من البديهيات إلى المبرهنات المشروعة بسلسلة من الخطوات الاستدلالية . كل منها صحيح وفقا لقواعد الاستدلال الاستنباطي اختبار ما إذا كانت الحجة المقدمة برهانا صحيحا بهذا المعنى هو في واقع الأمر عمل ميكانيكي بحت . فالعرقلة العلمية — كما رأينا — لا يمكن الوصول إليها بتطبيق بعض إجراءات الاستدلال الاستقرائي من معطيات محصلة قبلا ولكن الوصول إليها هو بالأحرى بما يسمى غالبا « منهج الفروض » أي باختراع فروض تقدم كإجابات تجريبية عن مشكلة من المشكلات قيد البحث . وبعد ذلك تخضع هذه الفروض للاختبار الامبريقي . وسيكون جزءا من هذا الاختبار أن نرى ما إذا كان الفرض من الممكن أن تؤيده نتائج تجريبية موافقة ثم التوصل إليها قبل صياغته . الفرض المقبول بتعين أن يلائم المعطيات المتاحة . ويمكن جزء آخر من الاختبار اشتقاق لزومات اختيارية جديدة من الفروض واختبارها في ضوء التجارب والملاحظات المناسبة . فكملاحظنا قبلا لا يؤسس الاختبار المصدق بنتائجه القبوله فرضا حاسما . ولكن يزودنا بتأييد للفرض بدرجة أقل أو أكثر .

وحيث أن البحث العلمى لم يكن استقرائياً بالمعنى الضيق الذى تناولناه بشئ من التفصيل أمكن أن يقال إن البحث العلمى استقرائى بمعنى أوسع بقدر ما يتضمن قبول الفروض على أساس المعلومات التى لا تقدم بينة حاسمة بطريقة استنباطية ولكن تعبرها قدراً قليلاً أو كثيراً من التأييد الاستقرائى. وأية قواعد للاستقراء يتعين إدراكها بالمائلة مع قواعد الاستنباط على أنها قوانين للصحة أكثر منها قوانين للاكتشاف. وبعيداً عن توليد فرض يفسر النتائج الامبريقية الواردة تفترض مثل هذه القواعد قبلاً أن كلا من المعلومات التى تقوم مقام المقدمات فى البرهان الاستقرائى والفرض التجريبى الذى يفسر نتائجها ضمن المعلومات ولذا تقرر محكات سلامة البرهان. ووفقاً لبعض نظريات الاستقراء تحدد القواعد قوة التأييد التى تمنحها المعلومات للفرض. وقد تعبر هذه القواعد عن مثل هذا التأييد بلغة الاحتمالات التى تؤثر على التأييد الاستقرائى وإمكان قبول الفروض العلمية.

٣ - اختبار الفرض منطقته وقوته :

٣ - ١ الاختبارات التجريبية وغير التجريبية :

نعود إلى فحوص أو حق للاستدلال الذى تعتمد عليه الاختبارات العلمية والنتائج التى يمكن استخلاصها من حاصل الاختبارات . نستخدم - وكما سبق - لفظة « فرض » للإشارة إلى أية قضية تحت الاختبار . لا يهم ما إذا كانت تفيد فى وصف واقعة أو حادثة معينة أو تعبر عن قانون عام أو قضية ما من القضايا الأخرى الأكثر تعقيداً ولنبدأ بملاحظة بسيطة يضمن علينا أن نشير إليها .

عادة ما تكون اللزومات الاختبارية لفرض من الفروض ذات طابع

شرطى . إنها تخبرنا بأنه فى ظل ظروف اختبار معين تنتج نتيجة من نوع معين . والقضايا التى لها تأثير إلى هذا الحد يمكن وضعها فى الصورة الشرطية التالية :

إذا تحققت شروط من النوع « ج » ستحدث حادثة من النوع « هـ » .
وعلى سبيل المثال أنتج فرض من الفروض التى فحصها سيمليز اللزوم الاختبارى القائل : إذا وضعت النساء المريضات فى القسم الأول فى وضع جنينى سينخفض معدل الوفاة من حى النفاس أو إذا كانت المريضات فى القسم الأول يضعن مواليدهن وهن فى الوضع الجنينى ستنخفض معدل الوفاة من حى النفاس وكان اللزوم الاختبارى للفرض النهائى .

إذا غسل الأشخاص التائمون على أمر النساء فى القسم الأول أيديهم فى محلول من الجير المنقى بالكاور سينخفض حينئذ معدل الوفاة من حى النفاس .

وبالمثل تضمنت اللزومات الاختبارية لفرض تورشيللى قضايا شرطية مثل :
إذا كان بارومتر تورشيللى محمولا إلى ارتفاعات متزايدة سيتناقص إذن طول عمود الزئبق وهذه اللزومات الاختبارية مزدوجة المعنى . فهى لزومات للفروض التى منها استخلصت ولها صورة القضية الشرطية إذا ... إذن التى تسمى فى المنطق باللزومات الشرطية .

وفى كل الأمثلة الثلاثة التى أوردناها يمكن التحقق تكنولوجيا من شروط الاختبار من النوع « ج » وهكذا يمكن أن تحدث متى شئنا وتحقيق تلك الشروط يتضمن بعض التحكم فى عامل من العوامل التى تؤثر على الظاهرة موضع الدراسة . الوضع أثناء الولادة — غياب أو حضور المادة المعدنية

الضغط الجوي في الطبقات العليا . (حدوث حي النفس في الحالتين وطول عمود الزئبق في الحالة الثالثة) .

تمدنا التزومات الاختبارية من هذا النوع بأساس للاختبار التجريبي يؤدي إلى إحداث الشروط (ج) واختبار ما إذا كانت «هـ» تحدث باعتبار أنها متضمنة في الفرض . والكثير من الفروض العلمية يعبر عنها بألفاظ كمية . ففي أبسط حالة تمثل قيمة متغير كمي باعتبار أنه دالة رياضية لمتغيرات أخرى معينة . ومن ثم يمثل قانون الغاز الكلاسيكي $ح = ع \cdot د / ص$ يمثل حجم مقدار من الغاز كدالة لدرجة حرارته وضغطه (ح عامل ثابت) وتنتج قضية من هذا النوع الكثير من التزومات الاختبارية الكمية اللامتناهية المدد . وفي مثالنا هذه التزومات لها الصورة التالية إذا كانت درجة حرارة مقدار من الغاز هي $د$ وضغطه هو $ص$ فإن حجه هو $ع \cdot د / ص$. ويمكن الاختبار التجريبي في تدوين قيم المتغيرات المستقلة واختبار ما إذا كان التغير التابع يفترض القيم المتضمنة في الفرض . عندما يكون التحكم التجريبي مستحيلا وعندما تكون الشروط «ج» المذكورة في التزوم الاختباري لا يمكن حدوثها أو تنويعها بالوسائل التكنولوجية المتاحة لا بد للفرض إذن من أن يختبر بطريقة غير تجريبية بالبحث عن أو انتظار حالات تتحقق فيها الشروط النوعية ثم اختبار ما إذا كانت «هـ» تحدث فعلا أم لا .

إنه أحيانا ما يقال أنه في الاختبار التجريبي لفرض كمي تنفي واحدة فقط من الكميات المذكورة في الفرض بينما تظل الظروف الأخرى ثابتة . ولكن هذا مستحيل . ففي الاختبار التجريبي لقانون الغاز مثلا يتغير الضغط حيث تظل درجة الحرارة ثابتة أو العكس بالعكس ولكن الظروف الأخرى

تغير أثناء العملية وربما من بينها الرطوبة النسبية ، شدة الإضاءة ، قوة المجال المغناطيسى فى العمل وبالتأكيد بمد مقدار الغاز من الشمس أو القمر . وليس ثمة سبب يدعونا لأن نحاول الاحتفاظ بأ كبر عدد ممكن من هذه العوامل ثابتاً إذا كانت التجربة لاختبار قانون الغاز باعتباره قانوناً خاصاً . فالقانون يقرر أن حجم مقدار معين من الغاز يتحدد تماماً بواسطة درجة حرارته وضغطه . ولذلك يتضمن أن العوامل الأخرى غير موافقة للحجم بمعنى أن التغيرات فى هذه العوامل لا تؤثر على حجم الغاز والدمج لمثل هذه العوامل الأخرى بالتغير هو اكتشاف لمدى أوسع من الحالات بحثاً عن التنفيذ الممكن للفرض موضع الاختبار . ومهما يكن يستخدم التجريب فى العلم لا كنهج للاختبار فحسب ولكن كنهج للاكتشاف أيضاً . وفى هذا السياق الثانى — كما نرى — يكون لطلب إبقاء عوامل معينة ثابتة معنى طيباً .

استخدام التجريب كنهج للاختبار :

أوضحته تجارب تورشلى ويديه . والآن إن فرضاً من الفروض قدّم وتجربى التجربة لاختباره . وفى حالات أخرى حيث لم تفرض بمد فروض معينة يبدأ العالم بتخمين فيج . وقد يستخدم التجريب كمرشد لفرض أكثر تحديداً . ففى دراسة كيف بسلك معدنى أن يتحدد بواسطة نقل يتدلى منه ومعلقا عليه . قد يظن أن الزيادة السكية فى الطول تعتمد أساساً على الطول المبدئى للسلك وعلى مقطع التلاقى وعلى نوع المعدن المصنوع منه السلك وعلى وزن الجسم المعلق عليه . ويمكن حينئذ إجراء تجارب لتحديد ما إذا كانت تلك العوامل تؤثر على زيادة الطول (وهى تستخدم التجريب كنهج

للاختبار) وإذا كان الأمر كذلك فكيف بالضبط تؤثر على المتغير التابع أى ما هي الصورة الرياضية الخاصة بالتبعية بالضبط. (هنا يستخدم التجريب كنهج للاكتشاف). وبمعرفة أن طول السلك يتوقف على درجة الحرارة يحتفظ المحرب أولا وقبل كل شيء بدرجة حرارة الجسم ثابتة (ولو أنه فيما بعد قد يغير درجة الحرارة تغيراً منتظماً ليتأكد ما إذا كانت قيم معينة في الدوال تربط بين زيادة الطول والعوامل الأخرى متوقفة على درجة الحرارة).

في التجربة على درجة الحرارة الثابتة تغير العوامل التي يعتقد أنها موافقة لأحد العوامل مرة محتفظين بالعوامل الأخرى ثابتة. وعلى أساس النتائج التي نحصل عليها نصنع تجريبياً التعميمات التي تعبر عن الزيادة في الطول كدالة للطول غير الممتد والوزن وهكذا ومن هناك نتقدم لإقامة صيغة أكثر عموماً تمثل الزيادة في الطول كدالة لكل المتغيرات التي كانت موضع اختبار.

إذن في الحالات من هذا النوع والتي يستخدم التجريب فيها كهيئة موجهة مساعدة على الكشف كموجه لاكتشاف القروض إن مبدأ الاحتفاظ بكل العوامل المناسبة ثابتة عدا واحداً منها يكون ذا معنى طيب. ولكن أقصى ما يمكن عمله بالضبط هو الاحتفاظ بكل العوامل التي يعتقد أنها مناسبة بمعنى الإبقاء على الظاهرة موضع الدراسة ثابتة عدا عامل واحداً : إنه من الممكن دائماً أن تكون بعض العوامل الأخرى الهامة قد أسقطت.

إنها إحدى السمات المدهشة وإحدى الميزات المنهجية الكبرى للعلم الطبيعي أن الكثير من فروضه يقبل الاختبار التجريبي. ولكن الاختبار

التجربى للفروض من الممكن أن يقال أنه سمى بميزة لكل العلوم الطبيعية وحدها فهم لا يقيم خطأ فاصلا بين العلم الطبيعى والاجتماعى لأن إجراءات الاختبار التجربى تستخدم أيضا فى علم النفس وعلم الاجتماع ولكن إلى مدى أقل . وأيضاً بتزايد باطراد نطاق الاختبار التجربى مع التقدم فى التكنولوجيا الأساسية . وأكثر من ذلك ليست كل الفروض فى العلوم الطبيعية تقبل الاختبار التجربى . وعلى سبيل المثال القانون الذى صاغه ليقييت وشابلى للتميرات الدورية فى شدة الإضاءة فى خط معين لنجم متغير يسمى كلاسيكيا سفايد . يقرر القانون أنه كلما كانت الفترة ف مثل هذا النجم أطول ، أى الفاصل الزمانى بين حالتين متعاقبتين من شدة الإضاءة كلما كان ضوءها الذاتى أعظم . وبصفة كمية $m = (1 + b) \cdot \text{فترة طويلة} \cdot (f)$ حيث m الجرم الذى يتغير بالتمريف تغيرا عكسيا مع شدة الإضاءة للنجم . يتضمن هذا القانون من الناحية الاستنباطية أى عدد من القضايا الاختبارية التى تقرر ما سيكون عليه جرم سفايد إذا كان لفراته هذه أو تلك القيمة الخاصة . وعلى سبيل المثال ٣٥ يوما أو ١٧٥ يوما . ولكن سفايد بفراته النوعية لا يمكن أن نوجده حتى شتئا . ومن ثم لا يمكن أن يختبر القانون تجريبيا . وبالأحرى لا بد للفلكى أن يذرع السموات بحثا عن حالات سفايد جديدة . وعليه بعد ذلك أن يحاول التأكد مما إذا كان حجمها وفترةها يتناسبان مع القانون الافتراضى .

٣ — ٢ دور الفروض المساعدة :

قلنا قبل أن اللزومات الاختبارية تستخلص من الفروض موضع الاختبار . إلا أن هذه القضية تشير فقط إلى العلاقة بين الفرض والقضايا التى تستخدم باعتبارها لزوماته الإختبارية . وفى واقع الأمر من الممكن استنباطها أن

نستخلص من الفرض قضايا شرطية معينة تستخدم كقضايا اختبارية لهذا الفرض وكما رأينا يتضمن قانون ليميت / شابلن استنباطيا قضايا من الصورة .

« إذا كان النجم β في حالة صفايد وله مدة أيام كثيرة إذن سيكون جرمه كذا وكذا . ولكن غالبا ما يكون استخدام اللزوم الاختباري أقل بساطة وحتمًا . ولتأخذ على سبيل المثال فرض سيميلويز القائل بأن حيى النفاس يحدثها التلوث بالمادة المدية . لنفحص اللزوم الاختباري القائل بأنه إذا كان على الأشخاص القائمين على رعاية المرضى أن يفسلوا أبدىهم بمحلول الجير المنقى بالكور فإن نسبة الوفاة حينئذ من حيى النفاس تقل . هذه القضية لا تنتج استنباطيا من الفرض وحده . فاشتقاقها يفترض مسبقا المقدمة الإضافية القائلة بأنه بخلاف الصابون والماء وحدهما سيقضى محلول الجير المنقى بالكور على المادة المدية . هذه المقدمة التى يلم بها ضفنا فى البرهان تلعب دوراً فيها نطلق عليه الفرض المساعد فى اشتقاق القضية الاختبارية من فرض سيميلويز ومن ثم لا يجوز لنا أن نقرر هنا أنه إذا كان الفرض « ف » صادقا كان اللزوم الاختباري « ل » كذلك ولكن إذا كان كل من ف والفرض المساعد صادقين كان اللزوم الاختباري « ل » كذلك .

الاعتماد على الفروض المساعدة هو القاعدة أكثر منه الاستثناء فى اختبار الفروض المدية وله نتائج هامة لمسألة ما إذا كانت نتيجة من نتائج الاختيار غير موافقة لواحدة من النتائج التى تبين أن « ل » كاذبة . فقط يمكن التمسك بها لرفض الفرض موضع الاختبار .

إذا كانت « ف » وحدها تتضمن « ل » وكانت النتائج الإمبريقية تبين

أن ل كاذب كان لا بد من وصف « ف » بكونه كاذباً . ينتج هذا بـبرهان الرفع (١٢) ولكن عندما نستخلص « ل » من ف في تعاطف مع فرض أو أكثر من الفروض المساعدة م يجب أن يستبدل الشكل (١٢) بالشكل الآتى :

إذا كان كل من « ف » ، « م » صادقين كانت ل كذلك
ولكن (لا تبين البينة) ل ليس صادقا

ف ، م ليس كلاهما صادقا

ومن ثم إذا كان الاختبار يبين أن « ل » كاذب أمكن أن يستدل عن أن كلا من الفرض والفروض المساعدة المتضمنة في م لا بد كاذبة . ولذلك لا يمدنا الاختبار بأسباب قوية لرفض « ف » . وعلى سبيل المثال إذا كان الإجراء المطهر الذى أدخله سيملويز قد ترتب عليه انخفاض معدل الوفاة لكان محتملا أن يظل فرض سيملويز صادقا . فالنتيجة السالبة للاختبار قد تعزى إلى عدم فاعلية محلول الجير المذنب بالكور كطهر .

هذا النوع من المواقف ليس احتمالا مجرداً فحسب . فالفلكى تيخوبراهة الذى أمدتنا ملاحظاته الدقيقة بالأساس الامبريقى لقوانين كبلر عن حركة الكواكب السيارة رفض تصور كوبرنيكوس أن الأرض تتحرك حول الشمس وقدم السبب الآتى من بين أسباب أخرى .

إذا كان فرض كوبرنيكوس صادقا كان الاتجاه الذى يرى فيه ملاحظ على الأرض نجما ثابتاً فى السماء فى وقت محدد من النهار لا بد وأن يتغير بالتدريج لأنه فى مجرى الرحلة السنوية للأرض حول الشمس يلاحظ النجم

من نقطة مميزة بتغير باطراد كما يلاحظ طفل على أرجوحة الخليل وجها مشاهداً
من نقطة متميزة متغيرة ولذلك يراه في أنجاه متغير باستمرار على الدوام
وبتعدد أكثر إن الأنجاه من الملاحظ إلى النجم لا بد وأن يتغير دورياً بين
طرفين في مقابل النقط المتميزة المناظرة على مدار الأرض حول الشمس .
والزاوية المقابلة لهذه النقط تسمى بالاختلاف السنوي للنجم . فكلما كان
النجم أبعد من الأرض كلما كان اختلاف منظره أفضال . ولقد بحث
تيخو راحة قبل إدخال الفلكسكوب بأدواته البالغة الدقة عن البيئة لمثل هذه
الحركات التزيحية للنجوم الثوابت ولم يجد بيئة واحدة ولذلك رفض الفرض
القائل بحركة الأرض . ولكن اللزوم الاختباري القائل بأن النجوم
الثوابت تكشف عن حركات التزيح الملاحظة يمكن أن يستخلص من
فرض كوبرنيكوس وحده وبمعاونة الفرض المساعد القائل بأن النجوم
الثوابت قريبة من الأرض لدرجة أن حركاتها التزيحية كبيرة بدرجة كافية
لرصدها بواسطة أدوات تيخو راحة . لقد كان تيخو راحة على وجهي بعمل
الفرض المساعد واعتقد أن لديه أسباباً لاعتباره صادقاً . ومن ثم أحس بأنه
مضطرب لطرح تصور كوبرنيكوس . ومنذ هذا الوقت وجد أن النجوم
الثوابت تكشف عن الإزاحات في مواقع الكواكب . ولكن وجد أن
فرض كوبرنيكوس المساعد كان خاطئاً . حتى أقرب النجوم الثوابت كان
أشد بعداً مما افترض هو وكذلك تطلبت مقاييس التزيح تلسكوبات قوية
وتجهيزات فنية بالغة الدقة . وأول مقياس لتزيح نجمي مقبول بوجه عام أجرى
سنة ١٨٣٨ .

وتصل دلالة الفروض المساعدة في الاختبار إلى أبعد حد . لنفرض أن
الفرض «ف» اختبر بضبط اللزوم الاختباري فإذا كان «ج» «إذن هـ»

الذى يستخلص من ف ومجموعة من الفروض المساعدة « م » يصل الاختبار نهائياً إلى ضبط ما إذا كانت ه تحدث أو لا تحدث في موضع اختبار تتحقق فيه الشروط « ج » وفقاً لأفضل ما يعرفه الباث . إذا لم تكن هذه هي الحالة في واقع الأمر وإذا كانت معدات الاختبار على سبيل المثال خاطئة أو غير حاسمة بالقدر الكافي فقد تتحقق ه في أن تحدث حتى إذا كان كل من ف ، م صادقا . ولهذا السبب فإن المجموعة الكلية للفروض المساعدة يمكن أن يقال إنها تتضمن افتراض أن نظام الاختبار يفي بالشروط الخاصة بـ « ج » .

هذه النقطة هامة بصفة خاصة عندما يكون الفرض موضع التحقيق قد صمد جيد في الاختبارات السابقة وكان جزءاً أساسياً من نسق أكبر لفروض متحدة لدرجة أنها تتأيد ببيئة أخرى متعارضة . وفي حالة كهذه من المحتمل أن يبذل جهد لتفسير عدم حدوث « ه » ببيان أن الشروط « ج » لم تكن مستوفاة في الاختبار . وكثال لنفحص الفرض القائل بأن الشحنات الكهربائية لها بنية ذرية وأنها جميعاً تضعيف تكاملية لشحنة الذرة من الكهرباء (الإلكترون) لقي هذا الفرض تأييداً بالغ الأثر من التجارب التي أجراها ميليكمان سنة ١٩٠٩ وما بعدها . في الشحنة الكهربائية للذرة الفردية في هذه التجارب وقطرات بالغة الصغر من سائل ما من السوائل كالزيت أو الزئبق حددت بقياس سرعات النقاط الصغيرة بينما تنساقط في الهواء بتأثير الجاذبية أو ترتفع بتأثير مجال كهربى مضاد . وجد ميليكمان أن كل الشحنات إما أنها متعادلة متساوية أو تضعيف تكاملية صغيرة لشحنة أساسية معينة تلك الشحنة التي عينها بناء على ذلك باعتبارها شحنة الكترون . وعلى

أساس القياسات الدقيقة والعديدة أعطى قيمتها بالوحدات الكهربائية الاستاتيكية باعتبارها 4.77×10^{-10} وصرح أن ما تحدى هذا الفرض العالم الفيزيائي أهرنهاف في فيينا فأعلن أنه كرر تجربة ميليكيان ووجد الشحنات أصغر من الشحنة الإلكترونية التي عونها ميليكيان . في مناقشته لنتائج أهرنهاف^(١) اقترح ميليكيان مصادر عديدة محتملة للخطأ (أى انتهاكات لمطلوبات الاختبار) قد تفسر النتائج التجريبية الفلسفية الواضحة لأهرنهاف وذلك كالتبخر أثناء الملاحظة نقص وزن القطيرة ، تسكين قشرة مؤكسدة على قطرات الزيتيق المستخدمة في بعض تجارب أهرنهاف ، التأثير المزج لجزيئات الفبار العالقة بالهواء ، القطرة التي كانت تستقر على بؤرة التلصكوب المستخدم في ملاحظتها ، انحراف القطرات الصغيرة جداً عن الشكل الكروي المطلوب . الأخطاء التي يمكن تجنبها في توقيت حركات الجزيئات الصغيرة وبالإشارة إلى التنسيق من الجزيئات المنحرفة المشاهدة والمسجلة بواسطة باحث آخر أجرى التجربة على قطرات الزيت . يستنتج « ميليكيان » أن التفسير الوحيد الممكن عندئذ والذي يمكن إضماؤه على هاتين الجزيئيتين هو أنه لم تكن هناك كرات من الزيت ، بل جزيئات من الفبار (ص ١٦٩ — ١٧٠) . وبلاحظ ميليكيان بعد ذلك أن نتائج التكرارات الأكثر دقة لتجربة كانت متفنة أساساً مع النتيجة التي أعلنها قبلاً . يستدر أهرنهاف لسنوات طويلة مدافعاً . وبعد ذلك يوسع نتائجه الخاصة بالشحنات تحت الإلكترونية ولكن غيره من الفيزيائيين كانوا عاجزين

(١) انظر الفصل الثامن من كتاب ميليكيان (الألكترون) شيكانو — مطبعة جامعة شيكانو سنة ١٩١٧ أعيد طبعه مع مقدمة من Z.W.M. Dumond سنة ١٩٦٣

عن إعادة توليد نتائجها وبقي مصاننا التصور الذرى للشحنة الكهربائية غير أن قيمة ميليكيان العددية للشحنة الإلكترونية وجد مؤخراً أنها بالغة الصغر نوعاً ما . ومن المثير أن الانحراف كان أثراً خطأ في أحد القروض المساعدة الخاصة بميليكيان . إذا استخدم قيمة منخفضة للغاية للزوجة الهواء في تقييم معطيات قطرة زيتية .

٣ — ٣ الاختبارات الخامسة :

إن الملاحظات السابقة ذات أهمية أيضاً لفكرة الاختبار الخامس التي يمكن أن توصف بإيجاز على النحو التالى افرض أن F ، F' فرضان متنافسان بخصوص موضوع معين وأنها صمدا إلى حد بعيد وبتقدير متساو في الاختبارات الامبريقية لدرجة أن البيئة التي في متناول أيدينا لا تفضل أحدهما على الآخر . يمكن التوصل إلى اتخاذ قرار بشأنها إذا أمكن تعديد اختبار للفرضين تنبأ بنتائج متضاربة أى إذا كان بالنسبة لنوع معين من شروط الاختبار ط أنتج الفرض الأول الزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن » وأنتج الفرض الثانى الزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن » حيث m ، m' نتيجتان استبعدتاهما بالتبادل .

إجراء الاختبار الخامس من المفترض أن يلخص أحد الفرضين ويؤيد الآخر : إن مثالا كلاسيكياً هو التجربة التي أجراها فوكيه لاتخاذ قرار بصدد تصورين عن طبيعة الضوء متنافسين . أحد التصورين قدمه هايجنز وطوره فيما بعد فريزنول وبونج اللذان قالاً بأن الضوء يتألف من موجات عرضية منتشرة في وسط أثيرى وكان التصور الثانى لطبيعة الضوء هو تصور نيوتن الجسمى القائل بأن الضوء يتألف من جزيئات صغيرة للغاية متطايرة بسرعة

فأثمة . كلا التصورين سمح باستخلاص النتيجة القائلة بأن أشعة الضوء لا بد وأن تتطابق مع قوانين الانشطار للأشعة الضوئية في خطوط مستقيمة وكذلك قوانين الانكسار والانكسار الضوئية . ولكن التصور الموجي أدى إلى الزوم الاختباري القائل بأن الضوء يسير في الهواء أسرع منه في الماء بينما التصور الجسيمي يؤدي إلى نتيجة مضادة . وفي سنة ١٥٨٠ نجح فوكيه في إجراء تجربة قارن فيها بين سرعة الضوء في الهواء مباشرة فأنتجت صورتين لنتطتين ضوئيتين منبعثتين بواسطة أشعة الضوء المارة عبر الهواء والماء على التوالي ، ثم تمكسان في مرآة تدور بسرعة فائقة واعتماداً على أن سرعة الضوء في الهواء أعظم أو أقل منها في الماء تظهر صورة المصدر الضوئي الأول إلى اليمين أو اليسار من المصدر الضوئي الثاني . ولذلك أمكن أن توضع بإيجاز اللزومات الاختبارية المتضاربة التي تضبطها هذه التجربة على النحو الآتي :

إذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يمين الصورة الثانية وإذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يسار الصورة الثانية . وقد أبانت التجربة عن أن اللزوم الاختباري الأول كان صادقا . واعتبرت هذه النتيجة دحضاً على نطاق واسع للتصور الجسيمي عن الضوء واعتصاراً حاسماً للتصور الموجي . ولكن هذا الاستحسان للتصور الموجي وعلى الرغم من كونه طبيعياً غالى في تقدير قوة الاختبار لأن القضية القائلة بأن الضوء يسير في الماء أسرع منه في الهواء لا تنتج ببساطة من التصور العام لأشعة الضوء باعتبارها تيارات من الجزيئات . فذلك الافتراض غير محدود بقدر كبير ولحد أنه لا ينتج نتائج كمية مميّنة .

واللزومات الاختبارية لقوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين وقضية سرعة الضوء في الهواء وفي الماء يمكن استخلاصها عندما يكون التصور الجسيمي تاماً بافتراضات نوعية خاصة بحركة الجسيمات والتأثير الواقع عليها من الوسط المحيط بها . لقد حدد نيوتن هذه الافتراضات وفي عمله هذا قدم نظرية محددة خاصة بانتشار للضوء ^(١) .

إنها المجموعة السكلية لتلك المبادئ النظرية الأساسية التي تؤدي إلى نتائج مختبرة تجريبياً كذلك التي اختبرها فوكيه . وبالمثل تمت صياغة التصور الموجي كنظرية تأسست على مجموعة من الافتراضات النوعية عن انتشار موجات الأثير في أوساط بصرية مختلفة إنها هذه المجموعة من المبادئ النظرية التي تضمنت قوانين الانعكاس والانكسار الضوئيين والقضية القائلة بأن سرعة الضوء في الهواء أعظم منه في الماء . وبالتالي بفضل صدق كل الفروض الأخرى المساعدة تميز لنا الحصلة النهائية لتجربة فوكيه أن نستنتج أنه ليست كل الافتراضات الأساسية أو المبادئ للنظرية الجسيمية من الممكن أن تكون صادقة ، على الأقل أحد الفرضين لا بد وأن يكون كاذباً . ولكننا لا نختبرنا أيها الذي يتعين علينا دحضه من هنا يبقى احتمال أن الجزئيات الشبيهة بالقذائف التي تلعب دوراً في انتشار الضوء يمكن الاحتفاظ بها في صورته معدلة إلى حد ما متحدداً مجموعة من القوانين الأساسية . وفي سنة ١٩٠٥ عرض أينشتين رواية معدلة للتصور الجسيمي في نظريته عن كات أو فوتونات الضوء كما تأتي لها أن تسمى . والبيئة التي استشهد بها في تأييد نظريته تضمنت تجربة أجراها لينارد سنة ١٩٠٣ وصفها أينشتين بأنها

(١) صورة ووظيفة النظريات ستفصّل فيما بعد في الفصل السادس .

التجربة الثانية الحاكمة بخصوص التصورين الموجي والجسمي ولاحظ أنها استبعدت النظرية الموجية الكلاسيكية والتي استبعدت فيها في ذلك الوقت فكرة الذبذبات المترددة في التأثير بفكرة عن الموجات الغناطيسية المستعرضة طورها ماكسويل وهيرتز. تجربة لينارد متضمنة الأثر الفوتوكهربي يمكن النظر إليها باعتبار أنها تختبر التضيئين اللزوميتين المتنافستين بخصوص طاقة الضوء. إن نقطة من النقط المشعة ولتسكن «ن» يمكن أن تنقل خلال وحدة زمانية ثابتة إلا حد ما إلى حائل صغير يكون منتصباً للأشعة الضوئية.

على أساس النظرية الموجية الكلاسيكية تتناقض تدريجياً وباستمرار طاقة الضوء في اتجاه السفر كلما تحرك الحائل بعيداً عن النقطة «ن».

وعلى أساس نظرية الفوتون لا بد وأن تكون الطاقة تلك التي يحملها فوتون منفرد إذا لم يصطدم الفوتون بالحائل خلال الفترة الزمنية المحددة. ففي هذه الحالة تكون الطاقة المستقبلية صفراً. ومن ثم لن يكون ثمة تناقض مستمر نحو الصفر.

لقد تخضعت تجربة لينارد عن هذا البديل الأخير إلا أن التصور الموجي مع ذلك لم يطرح تماماً وقد أوضحت نتيجة التجربة مدى الحاجة إلى بعض التعديل في نسق الافتراضات الأساسية للنظرية الموجية. لقد حاول أينشتاين أن يعدل النظرية الكلاسيكية إلى أدنى حد ممكن^(١) إن التجربة إجمالاً لا يمكن أن تدحض تماماً واحداً من الفرضين المتنافسين. ولا تستطيع أن تثبت أو تقيم بالتحديد أحدهما. لأنه كما لا حظنا في القسم ٢/٢ لا يمكن أن

(١) نرفس هذا مثال باستفاضة في الفصل الثامن من كتاب فرانك (فلسفة العلم) انجلويد كليفر ن. ج برندن هول الكتب للطباعة سنة ١٩٢٠-١٩٢١.

تبرهن القروض والنظريات العلمية بشكل حاسم بواسطة مجموعة من المعطيات التي في متناول أيدينا لا يهم كم هي دقيقة وشاملة. يتضح هذا بوجه خاص بالنسبة للقروض والنظريات التي تتضمن قوانين عامة كما في الظواهر التي لا نشاهد مباشرة كما في حالة النظريات الضوئية المتنافسة أو بالنسبة للظواهر التي تقبل الملاحظة والقياس كما في حالة السقوط الحر.

يشير قانون جاليليو في سقوط الأجسام إلى الشواهد لسقوط الحر في الماضي والحاضر والمستقبل في حين أن البيئة المتاحة يمكن أن تستوفي فقط تلك المجموعة الصغيرة من الحالات المنتمية إلى الماضي والتي نعت فيها القياسات الدقيقة. وإذا كانت قانون جاليليو مستوفيا للحالات موضع الملاحظة فمن الواضح أن هذا لا يحول دون إمكانية أن بعض الحالات غير الملاحظة في الماضي أو المستقبل قد لا تتطابق معه أو باختصار لا يستطعم الاختبار الحاسم أن يبطل فرضاً ويثبت آخر. وعلى هذا النحو استقر في الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة في العلم^(١) ولكن تجربة كتجربة فوكيه أو تجربة لينارد قد تكون حاسمة بمعنى عملي أقل تحديداً. فقد تزيج واحدة من النظريتين المتنافستين باعتبارها غير وافية بالفرض لدرجة كافية وتمنح تأييداً قوياً لما فسرتها: ونتيجة لذلك قد تحدث تأثيراً حاسماً في اتجاهات التفكير والتجريب التاليين:

(١) هذه هي القنوى المشهورة للفزيائي الفرنسي والمؤرخ لعلام بير دوهم انظر الجزء الثاني الفصل السادس من كتابه (هدف وبينية النظرية الفيزيائية ترجمة P.P. Wiener - رنستون مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٥٤ نشر أسلا سنة ١٩٠٥ في مقدمته للترجمة الإنجليزية يضمن لويس دي برولي بعض الملاحظات المثيرة عن هذه الفكرة.

٣ — ٤ الفروض الميضية :

إذا كانت طريقة من الطرق الخاصة باختبار القرض «ف» تفرض قبل الفروض المساعدة $٢'٢ - ٢$ أى إذا استخدمت هذه الفروض كقدمات إضافية فى اشتقاق اللزوم الاختبارى المناسب ل من ف فكما رأينا قبلًا يكون إذن نتيجة سلبية للاختبار تبين أن «ل» كاذبة وأن ف أو أحد الفروض المساعدة لا بد وأن يكون كاذبا وأن تنفيها ما لا يد وأن يتم فى موضع ما فى هذه المجموعة من القضايا إذا أريد لنتيجة الاختبار أن تكون مناسبة . إن تعديلا ملائما قد يتم بتعديل «ف» أو طرحه تماما أو إجراء تغيير فى نسق الفروض المساعدة . ومبدئيا قد يكون ممكنا الإبقاء على «ف» حتى فى مواجهة نتائج الاختبار المخالفة بدرجة كبيرة . وذلك بشرط أن تكون لدينا الرغبة فى القيام بمراجعات أساسية بين الفروض المساعدة وبدرجة شاقة وعسيرة .

على أن العلم ليس مهما على هذا النحو بالاحتفاظ بفروضه ونظرياته مهما كانت التكلفة ولأجل دواع طيبة لنختبر مثالا : قبل أن يقدم تورشيلالى تصويره لضغط بحر من الهواء كان يفسر عمل المضخات الرافعة بفكرة أن الطبيعة تكره الخلاء وأن الماء نتيجة لذلك يندفع صعودا فى ماسورة المضخة لشغل الفراغ الذى خلفه رفع الغطاء . واستخدمت نفس الفكرة أيضا لتفسير ظواهر أخرى عديدة .

وعندما كتب ياسكال إلى بيريه سائلا إياه القيام بتجربة باى دى دوم كانت حجته فى ذلك أن النتيجة المتوقعة قد تكون دحضا تماما لذلك التصور.

فإذا تصادف أن كان ارتفاع الزئبق السريع أقل عند قمة الجبل منه عند السفح لنتج بالضرورة أن كثافة وضغط الهواء كان السبب الوحيد لهذا التعلق للزئبق وليس كره الطبيعة للخلاء. فمن المؤكد أن هواءاً كثيراً يضغط على سفح الجبل أكثر مما هنالك عند القمة^(١).

لا يمكن المرء أن يقول أن الطبيعة تكره الخلاء عند سفح الجبل أكثر منه عند قمته. ولكن الملاحظة الأخيرة تشير بالفعل إلى طريقة من الطرق التي أمكن فيها إنقاذ تصور الفراغ الفزع في مواجهة نتائج بيريه. نتائج بيريه بينة قاطعة ضد ذلك التصور عن الفرض المساعد القائل بأن قوة الفزع لا تتوقف على اللوضع (الحل) للتوفيق بين بيئة بيريه الظاهرة المتضاد وفكرة الفراغ الفزع. يكفي أن تقدم بدلاً منها الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للخلاء يتناقض مع زيادة الارتفاع. ولكن حيث أن هذا الفرض ليس مستحيلاً من الناحية المنطقية وليس ظاهر البطلان فهو يقبل المعارضة من وجهة نظر العلم لأنه يكون قد قدم فرضاً عينياً أى لأجل غرض وحيد هو إنقاذ فرض مهدد من بيئة معارضة تهديداً خطيراً قد لا تستدعيه نتائج أخرى. وهو لا يؤدي إلى لزومات اختيارية إضافية. ففرض ضغط الهواء من ناحية أخرى يؤدي إلى مزيد من اللزومات. ويذكر باسكال على سبيل المثال أنه إذا حل بالون ممتلئ جزئياً إلى أعلى جبل لكان أكثر انفتاحاً على القمة.

وحوالى منتصف القرن السابع عشر تمسكت مجموعة من الفريسيين القائلين

(١) من خط - ١١٠ باسكال في ١٥ نوفمبر سنة ١٦٤٧ في ترجمة سبيزر رسائل : باسكال الفزيائية • نيويورك - مطبعة جامعه كولومبيا سنة ١٩٣٧ من ١٠١.

بالملء بأن الخلاء لا وجود له في الطبيعة وأنه كي نتخذ هذا الفرض في مواجهة تجربة تورشمالى قدم أحدهم فرضاً عينياً مؤداه أن الزئبق كان قائماً في مكانه بواسطة « الحبل السرى » ثمة خيط غير مرئى بواسطته يعلق من أعلى السطح الداخلى للأنبوبة الزجاجية . ووفقاً لنظرية هامة من الناحية المبدئية تمت في القرن الثامن عشر وهي القائلة :

بأن احتراق المعادن يتضمن تطاير الجوهر المسمى « الفلوجستين » .

كان هذا التصور مطروحاً مؤخراً استجابة للعمل التجريبي الذي قام به لانوازيه والذي بين أن الناتج النهائي لعملية الاحتراق أكبر وزناً من المعدن الأصلي . ولكن بعض الأنبايع المنشيعين بنظرية الفلوجستين حاولوا التوفيق بين تصورهم ونتيجة لانوازيه بتقديم فرض عيني قائل إن الفلوجستين له وزن سالب بحيث أن تطايره يزيد وزن المتخلف عن الاحتراق

إلا أننا ينبغي أن نذكر أنه مع الإفادة من التصور الأخير يبدو من الميسور أن نطرح تصورات علمية معينة من الماضى باعتبارها فروضاً عينية بينما يكون من الصعوبة أن نصدر حكماً على الفرض موضع الدراسة في سياق معاصر . ففى واقع الأمر ليس ثمة معيار دقيق للفروض العينية مع أن الأسئلة المقترحة مبكراً تزودنا ببعض الاسترشاد . هل الفرض المتقدم فقط لإفقاد تصور متعارف ضد بيئة محالة أم يفسر ظواهر أخرى هل ينتج لزومات اختبارية متميزة . وثمة اعتبار آخر له مايناسبه إذا كان الكثير من الفروض يتعين تقديمها للتوفيق بين تصور أساسى معين وبيئة جديدة فى متناول أيدينا فإن النسق الكلى الناتج يصبح فى نهاية الأمر معقداً للدرجة أنه لا بد وأن ينهار عند تقديم تصور بديل بسيط .

٣ — ٥ القابلية للاختبار من حيث المبدأ والمحتوى الامبريقي :

كما تبين من المناقشة السابقة ليس ثمة قضية أو مجموعة من القضايا « ق » يمكن تقديمها باعتبارها فروضا أو نظريات هامة ما لم نخضع للاختبار الامبريقي على الأقل من حيث المبدأ . ويعنى هذا أنه يمكن أن نستخلص من « ق » بالمعنى الواسع الذى تناولناه لزومات (قضايا لزومية) اختيارية معينة ذات الصورة « إذا تحققت شروط الاختبار ج يحدث إذن الناتج ه » . ولكن الشروط الاختبارية لا تحتاج لأن تتحقق أو أن تكون قابلة للتحقق تكنولوجيا في الوقت الذى تعرض فيه أو تنظر « ق » . وعلى سبيل المثال الغرض القائل بأن المسافة التى يقطعها في ق من الثواني جسم يسقط سقوطا حرا من السكون بالقرب من سطح القمر هي $s = ٢.٧ ق^2$ (قدما مرعبا) إنها استنباطية تنتج مجموعة من القضايا اللزومية الاختبارية إلى حد أن المسافات التى يقطعها مثل هذا الجسم في ١ ، ٢ ، ٣ من الثواني ستكون ٢.٧ ، ١٠.٨ ، ٢٤.٣ قدما مرعبا . وعندئذ يكون الفرض قابلا للاختبار من حيث المبدأ ولو أنه لا يزال من المستحيل إجراء الاختبار للمعين هنا .

ولكن إذا كانت قضية ما من القضايا أو مجموعة من القضايا ليست قابلة للاختبار على الأقل من حيث المبدأ وبعبارة أخرى إذا لم تكن لها لزومات اختبارية على الإطلاق . لما أمكن تقديمها أو التأكيد فيها باعتبارها فروضا علميا أو نظرية علمية لأنه ليس ثمة ناتج امبريقي يمكن تصويره بحيث يتفق أو يتضارب معها . وفي هذه الحالة لن تكون ثمة علاقة للقضية بالظواهر الامبريقية أو بمعنى آخر نقول إنها تفتقر المحتوى الامبريقي . وعلى سبيل المثال وجهة النظر القائلة بأن التجاذب الجاذبي المتبادل للأجسام الفيزيقية

هو إظهار لشهوات أو نزعات طبيعية وثيقة الصلة بالحلب موجودة في تلك الأجسام بالفطرة تجعل حركاتها الطبيعية مقبولة ويمكنه^(١).

أى لزومات اختبارية يمكن استخلاصها من هذا التفسير للظواهر الجاذبة إذا ما اعتبرنا بعض الأدجى المميزة للحلب في معناه المشهور لوجدنا أن هذه النظرة تتضمن أن التجاذب الجاذبى لا بد وأن يكون ظاهرة انتقائية . وليس مجرد أن كل جسمين فيزيقيين لا بد وأن يجذبا لبعضهما . وليس بالضرورة أن قوة الميل من جسم لآخر مساوية دائما لقوة الجسم المقابل له ولاهى بالضرورة تتوقف على كتل الأجسام أو أبعادها . ولما كانت النتائج المقترحة على هذا النحو من المعروف بطلانها كان واضحا أن التصور الذى نختبره لا يعنى تضمها . فذلك التصور يدعى فحسب أن الميول الطبيعية السكامة في التجاذب الجاذبى مرتبطة بالحلب . ولكن هذا التقرير بحالته الراهنة مفضل لدرجة أنه يحول دون استخلاص لزومات أى اختبارية . وليس ثمة نتائج امبريقية معينة يستند عليها هذا التفسير . ولا يمكن لأى معطيات موضع ملاحظة أو تجربة أن تؤيده أو تعارضه . فليس له لزومات تتعلق بالظواهر الجاذبة وبالتالى يستحيل أن يفسرها أو أن يجعلها مقبولة . ولزيد من الإيضاح نفترض أنه كان على شخص ما أن يقدم فرضا بديلا يقول بأن الأجسام الفيزيقية يجذب كل منها الآخر جاذبيا وينزع الواحد منها إلى التحرك نحو الآخر عن ميل طبيعى شبيه بالسكرائية مع ميل طبيعى إلى أن تصدم وتدمر غيرها من الأجسام الفيزيقية هل ثمة سبيل للحكم على هاتين

(١) عرضت هذه الفكرة على سبيل المثال في كتاب (أويراين) الجاذبية والحلب كبديين متوحدين . التومانية جلد ١ ، ٢٤ سنة ١٩٥٨ من ١٨٤ — ١٩٣ .

الفطريتين المتعارضتين . من الواضح أن الجواب بالنفي .

لا ينتج عن أيهما قضايا لزومية اختيارية ، والتمييز الامبريقي بينهما مستحيل . ولا يعنى هذا أن الموضوع عميق لدرجة أنه يستعصى على القرار العلمى . فالتفسيران المتعارضان حرفياً لا يقدمان تبريراً على الإطلاق ومن ثم مسألة ما إذا كانا صادقين أم كاذبين ليست بذات معنى . وهذا هو السبب فى أن البحث العلمى لا يمكن أن يفصل بينهما . فهذه أشباه فروض من حيث النظر فقط ومع ذلك ينبغى أن يستقر فى الأذهان أن الفرض العلمى تنتج عنه قضايا لزومية تختبر فقط عندما يرتبط بفروض مساعدة مناسبة . وهكذا فإن تصور تورشيللى عن الضغط الذى يمارسه بحر من الهواء ينتج عنه لزومات اختيارية محدودة على اعتبار أن ضغط الهواء عرضة لقوانين مماثلة لتلك التى يخضع لها ضغط الهواء .

وعلى سبيل المثال يكن هذا الفرض فى تجربة باى دى دوم وفى الحكم على احتواء القرض المقدم لحتوى امبريقي . ولذلك لا بد وأن نسأل أنفسنا عن الفروض المساعدة التى افترضت قبلاً صراحة أو ضمناً فى السياق المعطى وما إذا كانت هذه الفروض تتسق مع السياق . ينتج الفرض المقدم قضايا لزومية اختيارية (غير تلك التى تستخلص من الفروض المساعدة وحدها) .

وفضلاً عن ذلك غالباً ما يتم إدخال الفكرة العلمية فى صورة أولية تقدم فقط إمكانيات محدودة وواهية للاختبار وعلى أساس هذه الاختبارات الأولية تقدم صورة أكثر تحديداً ودقة وتقبل الاختبار بشكل مخالف .

ولهذه الأسباب ولأسباب أخرى تذهب بنا بعيداً^(١) .

ليس يمكننا أن نرسم حداً فاصلاً بين الفروض والنظريات التي تقبل الاختبار من حيث المبدأ وتلك التي لا تقبل . ولكن على الرغم من أن التمييز المشار إليه هنا غامض بعض الشيء إلا أنه هام ويثير السبيل أمام تقدير مغزى القوة التفسيرية للفروض والنظريات المدمجة .

٤ - محكمات التأييد والقبول :

كما لاحظنا قبلاً لا تستطيع النتيجة الموافقة لاختبارات شاملة دقيقة أن تزودنا ببرهان حاسم لفرض من الفروض . بل فقط بيئة مؤيدة بدرجة أكبر أو أصغر . وتعتمد قوة التأييد لفرض من الفروض على خصائص متباينة للبيئة . تلك الخصائص هي التي نتناولها الآن فيما نطلق عليه القبول العلمي لفرض من الفروض . فإن العامل الهام هو بالطرح مدى وطابع البيئة التي في متناول أيدينا وقوة التأييد الذي تمنحه البيئة للفرض . هناك عوامل أخرى تدخل في الاعتبار نقوم بمسحها في هذا الفصل . تكلم أولاً وبطريقة خدسية إلى حد ما عن التأييد الأكثر أو الأقل قوة لعوامل تقوى أو تضعف الثقة بالفرض . وفي نهاية الفصل نعرض لإمكانية التفسير الكمي الدقيق للفروض .

٤ - ١ كمية ونوعية ودقة البيئة المؤيدة :

في غياب البيئة المناسبة ينظر إلى تأييد الفرض من الفروض على أنه يزود

(١) نوقشت هذه المسألة بتفصيل أوسع في مجلد آخر من هذه السلسلة : وإيم ألستون : « فلسفة العلم » الفصل الرابع ، وتوجد مناقشة فنية كاملة في مقالة « المحكمات الامبريقية للعلمية » مشكلات وتغيرات في كتاب كارل هابل « أوجه التفسير العلمي » نيويورك للطبعة الحرة سنة ١٩٦٥ .

بزيادة عدد النتائج الاختبارية المواتية . وعلى سبيل المثال كل متغير جديد من حالات سفايد الذى وجد أن فترته واستنارته تتفق وقانون ليفيت اشابلى ينظر إليه باعتبار أنه تأييد للقانون عن طريق البنية ، تفصيلا نقول أن الزيادة فى التأييد الناتج عن شاهد واحد إيجابى ستصبح بوجه عام أقل كلما زاد عدد الشواهد المؤيدة القائمة قبلا . إذا كانت الآلاف من الشواهد المؤيدة فى متناول أيدينا كانت إضافة شاهد إيجابى جديد رافعة لدرجة التأييد ولكن إلى حد قليل .

هذه الملاحظة لا بد من تعديلها . إذا كانت الحالات السابقة قد حصلنا عليها باختبارات من نفس النوع . والنتيجة الجديدة هى النتيجة المترتبة على نوع مختلف من الاختبار .

كان تأييد الفرض لا بد وأن يزيد بطريقة متميزة . تأييد الفرض من الفروض لا يعتمد فقط على كم البيئة الموافقة التى فى متناول أيدينا ولكن أيضا على تنوعها . فكلما كان التنوع شديدا كلما كان التأييد للنتيجة أقوى وانفرض على سبيل المثال أن الفرض موضع البحث هو قانون سنيل الذى يقرر أن الشعاع الضوئى ينحرف من وسط بصرى إلى وسط آخر وينعكس على السطح الفاصل بحيث أن النسبة $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ جاب لجيوب زوايا السقوط والانكسار تكون ثابتة لكل وسطين .

تقارن الآن ثلاث مجموعات من كل مائة اختبار . فى المجموعة الأولى يظل الوسطان وزوايا السقوط ثابتة . فى كل تجربة يمر الشعاع الضوئى من الهواء إلى الماء بزاوية سقوط مقدارها ٣٠ درجة . زاوية الانكسار تقاس . لنفرض أنه فى كل الحالات $\frac{\sin i}{\sin r}$ له نفس القيمة . فى المجموعة الثانية يظل الوسطان

ثابتين ولكن زاوية التنقيير . يمر الشعاع من الهواء إلى الماء بزوايا مختلفة .
نقاس الزاوية « ب » .

ومرة أخرى لنفرض أن $\frac{ج ا}{ج ب}$ له نفس القيمة في كل الأحوال في المجموعة الثالثة يتغير الوسيطان والزاوية ١ ونقحص ٢٥ زوجا لمختلف الأوساط اذ لكل زوج أربع زوايا مختلفة . ولنفرض أنه بالنسبة لكل وسطي .
القيم الأربع المترابطة لنسبة $\frac{ج ا}{ج ب}$ متساوية بينما النسب المترابطة مع أزواج مختلفة لها قيم مختلفة .

تمثل كل مجموعة اختبار فئة من النتائج المناسبة من حيث أن النسب المترابطة مع أى وسطين وجد أنها متساوية كافي قانون سنيل ولكن المجموعة الثالثة التي تقدم التبيان الأعظم للشواهد الإيجابية بنظر اليها باعتبار أنها مؤيدة للقانون بدرجة أكبر من المجموعة الثانية التي تزود بشواهد مؤيدة لتبيان أكثر تحديدا . والفئة الأولى يتفق على أنها لا تمنح تأييدا للقانون ولو بدرجة أقل .

في الواقع قد يبدو أن التجربة يتم اجراؤها أكثر من مرة في المجموعة الأولى . والنتيجة الإيجابية في كل مائة حالة يمكن أن تؤيد الفرض ليس بدرجة أكبر مما بفعل الاختباران الأولان في المجموعة والثذان يؤكدان ثبات النسبة . ولكن هذه الفكرة خاطئة فما تكرر هنا مائة مرة ليس حرفيا نفس التجربة . فاجراء التجربة لمرات عديدة يؤدي الى الاختلاف في وجوة كثيرة . وذلك مثل بمد الجهاز المستخدم في التجربة عن القمر وربما حرارة المصدر الضوئي للضغط الجوي وهكذا . والذي يبقى بعد ذلك هو بساطة مجموعة معينة من الشروط تتضمن زاوية سقوط ثانية ووسطين معينين وحيث اذا

كان التماسان الأولان ينتجان في كل هذه الظروف نفس القيمة $\frac{1}{\text{جأب}}$ يبقى
ممكنا من الناحية المنطقية أن تنتج الاختبارات التالية في ظل الظروف المعينة
قيما مختلفة . فالاختبارات المتكررة التي تنتج نتائج موافقة تعنيف إلى تأييد
الفرض بدرجة أقل مما تفعل الاختبارات المتنوعة في تناولها لقطاع أوسع
وأبين من الشواهد .

لقد كان بمقدور سيموليز الإشارة إلى قدر معقول من التباين بين المعطيات
التي منعت تأييدا بالبيئة افرضه الأخير . فمالها ما تتأيد النظريات العلمية
بالنتائج الامبريقية ذات التباين الشديد وعلى سبيل المثال تتضمن نظرية نيوتن
عن الجاذبية والحركة قوانين للسقوط الحر والحركة البندول وحركة القمر حول
الأرض وحركة الأفلاك حول الشمس وبالنسبة لحركة المدارات المذنبات
والتوابع السيارة من صنع الانسان وبالنسبة للحركة الازدواجية للنجوم حول
نفسها وبالنسبة لظواهر المد والجزر والكثير الكثير تمنح النتائج التجريبية
والملاحظة المتباينة والمعضة لتلك القوانين تأييدا لنظرية نيوتن . والسبب
في أن تباين البيئة هام في تأييد الفروض قد بوحى به الاعتبار التالي الذي
يشير إلى مثالنا عن الاختبارات المتنوعة لقانون سنيل . الفرض موضع الاختبار
- ولنطلق عليه س للاختصار - يشير إلى وسطين بصريين ويقرر أنه بالنسبة
لأى وسطين $\frac{1}{\text{جأب}}$ - لها نفس القيمة بالنسبة لزوايا السقوط والانكسار كلما كان
المدى الذي تجري فيه التجربة أوسع كلما كانت فرصة إيجاد شاهد معارض
أكبر إذا كان «س» لا بد وأن يكون كاذبا . وعلى هذا النحو يقال إن
المجموعة الأولى تعتبر فرضا أكثر تحديدا «س» الذي يعبر فقط عن جزء
بسيط من قانون سنيل ألا وهو $\frac{1}{\text{جأب}}$ لها نفس القيمة كلما كان الوسطان هما

الهواء والماء وإن الزاوية اعتدالها ٣٠° ومن ثم إذا كان س لا بد وأن يكون صادقا بينما س كاذب فتنفس المجموعة الأولى من الاختبارات عن هذه النتيجة .

وبالمثل المجموعة الثانية من اختبارات الفرض س، التي تقدر بوضوح أكثر من س، ولكن بدرجة أقل من س أن $\frac{\text{جأ}}{\text{جأب}}$ لها نفس القيمة إذا كان لها نفس القيمة إذا كان الوسطان هما الهواء والماء ومن ثم إذا كان س، أن يكون صادقا بينما س كاذب فتنفس المجموعة الثانية من الاختبارات عن هذه النتيجة ، وهكذا يمكن أن يقال إن المجموعة الثالثة تختبر قانون سنيل بطريقة أنهم من المجموعتين السابقتين، فمنه نتيجة مناسبة تمنح الفرض وفقا لذلك تأييدا .

وكما يوضح لقوة البيئة المتباينة نلاحظ أنه إذا كان التباين في البيئة لم يزل يتزايد كثيرا بتغيير درجة حرارة الأوساط البصرية أو باستخدام شعاع ضوئي وحيد اللون لأطوال موجية مختلفة فقد نجد قانون سنيل في صورته الكلاسيكية التي استعنا بها قبلا باطلا .

ولكن ألم نعال في تقدير البيئة المتباينة، بعد كل ما ذكرنا قد ينظر لبعض الوسائل في زيادة التنوع على أنها بغير معنى على أساس أنها لا تقدر على تأييد الفرض ، بصدق هذا الرأي على سبيل المثال إذا كان التنوع في المجموعة الاختبارية الأولى لقانون سنيل يزيد باجراء التجارب في أماكن مختلفة وخلال الأوجه المختلفة للقمر وباشخاص مجريين ذوي أنظار مختلفة، ولكن محاولة مثل هذا التنوع مستحيلة إذا لم تكن لدينا أدنى معرفة عن العوامل التي من المحتمل أن تؤثر على المظاهر الضوئية، وعلى سبيل المثال في الوقت الذي

أجريت فيه تجربة بأى دى دوم لم تكن لدى المحربين أفكار محددة عن العوامل الأخرى التى يمكن أن تؤثر على طول عمود الزئبق فى البارومتر بخلاف الارتفاع .

و حين أجرى صهر باسكال ومعاونوه تجربة تورشيللى على قمة الجبل ووجدوا أن عمود الزئبق أقصر بما يزيد عن ثلاث بوصات عنه عند سطح الجبل قرروا أن يمدوا التجربة بمغربين الظروف بشئ الطرق وكما يقول بيريه فى تقريره .

إننى اذالك حاولت نفس الشئ أكثر من خمس مرات بدقة بالغة فى مواقع مختلفة على قمة الجبل مرة تحت غطاء فى كنيسة صغيرة كانت هناك ومرة فى العراء ومرة فى ملتجأ . ومرة فى الزبح ومرة فى جوف معتدل . وفى كل هذه المحاولات كان الارتفاع نفسه لعمود الزئبق . هذه النتيجة أقمنا تماماً^(١) وهكذا وصف طرق معينة لتنوع التجربة باعتبارها هامة وطرق أخرى باعتبارها غير معنى يعتمد على الافتراضات الخلفية التى تقبلها كنتيجة للبحث السابق الخاص بالتأثيرات المحتملة للعوامل المتنوعة على الظاهرة التى يدعى بها الفرض وعندما تكون مثل هذه الافتراضات مريض تساؤل والتباينات التجريبية وفقاً لهذا مقدمة غير معنى فقد تكون النتيجة . كشفاً ثورياً . يتضح هذا بما جرى أخيراً من عدم لأحد الافتراضات الدعامية الأساسية فى الفيزيكا مبدأ الاعتدال . وفقاً لهذا المبدأ تكون قوانين الطبيعة مناصفة بين الثمين واليسار وإذا كان ثمة نوع معين من الإجراءات الفيزيائية ممكناً (أى إذا لم يكن حدوثه تموقع قوانين الطبيعة) قبل هذا النوع تكون

صورته المثلثية (كما ترى في المراءة) أى كما ترى في المراءة العاكسة حيث
العين واليسار متبادلين . وفى سنة ١٩٥٦ كان العالمان يانج ولى يماولان
تفسير بعض النتائج التجريبية الحيرة والخاصة بالجزيئات الأساسية فاقترحا
تنحية مبدأ الاعتدال فى حالات معينة . ولقى فرضهما الجزئى تأييدا تجريبيا
واضحا . فى بعض الأحيان من الممكن أن يصير الاختبار أكثر حسما
وتتبعه أكبر وزنا بزيادة الدقة فى إجراءات الملاحظة والقياس المتضمن .
وعلى هذا النحو الفرضى الخاص بذاتية الكتلة الجاذبة والقصرية والذى أبدته
للساواة فى عجالات السرعة ، اليننة فى السقوط الحر للأجسام من مختلف
التركيبات الكيميائية أعيد فحصه حديثا بمناهج بالغة الدقة . والنتائج التى
أبدت الفرض إلى حد بعيد رفعت درجة التأييد إلى حد كبير .

٤ - ٣ التأييد بالقضايا اللزومية الاختبارية الجديدة :

عند تصميم فرض من الفروض لتفسير ظواهر معينة ملاحظة سيكون الطبع
مركبا بحيث يتضمن حدوث هذه الظواهر . ومن ثم فإن الظاهرة المراد
تفسيرها تشكل فى حليتها بيئة مؤيدة له . ومن المرغوب فيه بدرجة عالية بالنسبة
للفروض العلمية أن تؤيدها البيانات الجديدة بمعطيات لم تكن معروفة أو لم
تؤخذ فى الحسبان عند صياغة الفروض . إن الكثير من الفروض والنظريات
فى العلوم الطبيعية لقيت التأييد من الظواهر الجديدة وكانت النتيجة أن
ارتفعت درجة تأييدها . تتضح هذه النقطة جيدا بمثال يرجع تاريخه إلى الربع
الأخير من القرن التاسع عشر عندما كان الفيزيائيون يبحثون عن الاطارات
المتأصلة فى الخطوط الكثيرة التى وجدت فى انبعاث وامتناس طيوف
الغازات . وفى سنة ١٨٥٥ قدم مدرس سويسرى يدعى « بالمر » صيغة اعتقد

أنها تعبر عن هذا الاطراد الأطوال الموجية لسلسلة من الخطوط في انبعاث طيف الأندروجين وعلى أساس المقاييس التي قام بها انجستروم لأربعة خطوط في ذلك الطيف . أقام بالمصيفة العامة الآتية :

$$A = b \frac{N^2}{N^2 - 2^2} \quad \frac{2^2}{2^2 - 2^2} = 1$$

وب هنا ثابت حدد بالمز قيمته امبريقيا بـ ١٣٦٤٥٠٦ ، « د » عدد صحيح أكبر من ٢ لأن « د » = ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ وهذه الصيغة تنتج قيا تتفق تماما مع تلك القيم التي قاسها انجستروم . وكان بالمز وانها من أن القيم الأخرى ستمثل الأطوال الموجية للخطوط التي لم يتم قياسها بعد أو الخطوط التي لم توجد بعد في طيف الأندروجين ، لم يكن بالمز يدعى بأن بعض الخطوط الإضافية قد لوحظت وتم قياسها فعلا ، ومنذ ذلك الحين فإن خمسة وثلاثين خطأ متواليا في السلسلة المسماة بسلسلة بالمز للأندروجين قد تأكدت وأن هذه الخطوط جميعها ذات أطوال موجية تتفق تماما مع الصيغة التي تنبأ بها بالمز ^(١) . ليس مدهشا أن مثل هذا التأييد القوي بالوقائع الجديدة المتنبأ بها بطريقة صحيحة يزيد بقدر كبير من الثقة التي نولها لفرض من الفروض . إن سؤالنا محيرا ينشأ في هذا السياق . لنفرض للحظة أن صيغة بالمز قد أقيمت فقط بعد أن قيست بعناية كل الخطوط الخمسة والثلاثين المسجلة الآن في السلسلة ، في هذه الحالة المصطنعة سيكون في متناول أيدينا نفس النتائج التجريبية التي حصلنا عليها في واقع الأمر بالقياسات التي أجريت

(١) يوجد بيان أتم وأوضح على أساسه أقيم هذا السج اللوجز في الفصل ٣٣ من كتاب هولفن وروزلر « أسس العلم الفيزيقي الحديث » شركة أدبسون ويزلي للنشر سنة ١٩٤٨ .

جزئية قبل وبعد تركيب الصيغة بتدرج كبير . هلا ينبغي أن تذكر تلك الصيغة أقل تأييدا في الحالة المصطنعة عنها في الحالة الواقعة . قد يبدو مغفولا أن نجيب بالإيجاب بناء على هذه الأسباب من الممكن بالنسبة لأية مجموعة من المعطيات للكمية أن نقيم فرضا يشمل هذه المعطيات بالضبط كما هو ممكن بالنسبة لأى مجموعة من النقط أن نرسم منحنى يحتويها كلها ، إذن ليس ثمة ما يدعو إلى الدهشة في صيغة بالمر في حالتنا المصطنعة وما هو جدير بالملاحظة وقيم للفرض وزنا . هو حالاته الجديدة المناسبة . يبلغ فرض بالمر هذا الحد من الثقة في الحالة الفعلية وليس في الحالة المصطنعة .

ويمكن أن تقابل هذه الحجة بإجابة قائلة إنه في الحالة المصطنعة ليست صيغة بالمر بالضبط فرضا تعسفيا مخالفا أمدليلاً لم الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين القيمة . إنه بالأحرى فرض ذات بساطة صورية مدهشة ، والحقيقة أنه يضع تلك الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين صيغة رياضية بسيطة تمنحه ثقة أكبر مما يمكن أن تمنحه إياه صيغة ملائمة لنفس المعطيات وشديدة التعقيد .

واقترع الفكر بلمة هندسية إذا كانت مجموعة من النقط ممثلة لنتائج القياسات من الممكن أن ترتبط بمنحنى بسيط لسكان لدينا ثمة أكبر في اكتشافنا قانونا عاما كامنا تحته مما لو كان المنحنى معقدا ولا يبدى انسانا ملموسا .

(هذه الفكرة البسيطة سنتناولها بمزيد فحص مؤخرا في هذا الفصل) وبالإضافة إلى ذلك فمن وجهة النظر المنطقية تمتد قوة التأييد التي يلقاها فرض من الفروض من معطياته على ما يقرره الفرض وما تكونه المعطيات

والسؤال عما إذا كان الفرض أو المعطيات يأتي أولاً لا ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار إذ هي مسألة تاريخية قد تؤثر على تأييد الفروض . هذا التصور الأخير متضمن بالتأكيد في النظريات الاحصائية للاختبار تلك النظريات المتطورة أخيراً . وكذلك بعض التحليلات المنطقية المعاصرة للتأييد والاستقراء وستشير إليها إشارة موجزة في نهاية هذا الفصل .

٤ - ٣ التأييد النظري

التأييد الذي يمكن ادعاءه لفرض من الفروض ليس بحاجة إلى أن يكون كله من نوع البينة الاستقرائية التي اختبرناها للقوة ، فلاحاجة به لأن يقال كلياً أو جزئياً من معطيات تؤيد التزامات الاختبارية المستخلصة منها . فالتأييد قد يأتي من أعلا أي من فروض ونظريات أكثر فهو لا تتضمن الفرض أو النظرية المقروء ولها تأييد بالبينة مستقل . ولزبد من الايضاح نقولنا قبلاً قانوناً فرضياً للسقوط الحر على سطح القمر $r = ٢٧$ قدما مربعا وعلى الرغم من أنه لم يختبر على الإطلاق واحدة من القضايا الترومية الاختبارية بتجارب فوق سطح القمر إلا أن لهذا القانون تأييداً نظرياً لأنه ينتج استنتاجاً من نظرية نيوتن عن الجاذبية وعن الحركة (تأيد بقوة بتنوع شديد في البينة) في اتصال مع المعلومات القائلة بأن نصف قطر وكتلة القمر $٢٧٢/١٢٣٠$ من نصف قطر وكثافة الأرض وأن المعجلة الجاذبية قطر سطح الأرض ٣٤٢٢ قدما في الثانية الواحدة كل ثانية واحدة وبالمثل فإن تأييد فرض من الفروض التي لها دعم استقرائي عن طريق البينة يقوى إذا تطلب بالإضافة إلى ذلك دعماً من فوق . وعلى سبيل المثال حدث هذا الصيغة بالمر قدم بالمر إمكانية أن طيف الايدروجين قد يحتوي سلسلة من الخطوط

زائدة وأن الأطوال الموجية لكل الخطوط قد تتطابق تسميات صيغته الأولى :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} + \dots$$

وهنا λ_0 م ، عدد موجب ، أي عدد صحيح أكبر من m لأن $m = 2$.
 يتضح لنا هذا التصميم صيغة بالمر حيث $m = 1, 3, 4, 5$ من محدد سلسلة جديدة من الخطوط . وفي واقع الأمر وجود السلسلة المتعاقبة لـ $m = 1, 3, 4, 5, 6$ نشأ أخيراً بالكتشاف تجريبي لأجزاء غير مرئية تحت الحمراء وفوق البنفسجية لعطوف الايدروجين ومن ثم كان ثمة تأييد لفرض أشمل يتضمن صيغة بالمر الأصلية كحالة خاصة يزودها بتأييد استقرائي عن طريق البينة وثمة تأييد استقرائي أثبت به نظرية من النظريات في سنة ١٩١٣ عندما أوضح بوهر أن الصيغة العامة ثم الصيغة الأصلية يمكن استخلاصها من نظريته عن فرة الايدروجين . هذا الاستخلاص (الاشتقاق) رفع من درجة التأييد المتنوع لصيغة بالمر بسلكها في سلك التصورات النظرية الكمية التي طورها بلانك ، اينشتاين ، بوهر ، والتي أبدتها بينات مخالفة بخلاف القياسات المطابقة التي منعت صيغة بالمر تأييداً استقرائياً^(١) ولزومياً . تتأثر الثقة بالمنوحة لفرض من الفروض بالعكس إذا تعارض مع فروض أو نظريات مقبولة في ذات الوقت باعتبارها مؤيدة تأييداً حسناً في سجل نهوورك الطبي بقرار دكتور كافويل من إيوا في تقريره عن نبش للقبور يدعي أنه شاهده . بقرار أن شعور أس

(١) تفاصيل انظر هولتون وروزلر أسس العلم الفيزيائي الحديث الفصل ٣٤ خامس القسم السابع .

ودفن الانسان الذي دفن حليقا أحدث صدعا في الكفن ونحبا من خلال الشقوق^(١)

وعلى الرغم من أن هذا الادعاء قدم شهادة عيان مفترضة إلا أن هذه القضية تدحض دون كثير تردد لأنها تعارض نتائج البحث القائمة عن مدى استمرار شعر الانسان في النمو بعد الموت .

مناقشتنا السابقة لادعاء اهرنهافث لاقامة شحنات الكترونية فرعية تجريبية توضح القول القائل بأن التعارض مع النظريات القائمة للمزيد على نطاق أوسع يعمل ضد الفرض . إن البدا المشار إليه هنا يجب تطبيقه بإحكام وإلا أمكن استخدامه في صون النظريات المقبولة من المدم .

إن نتائج البحث المخالفة يمكن أن تطرح دائما باعتبار أنها تتعارض مع نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا . لا يتبع العلم بالطبع هذا الاجراء لأنه ليس لمعينا بالدفاع عن تصورات أثرية معينة ضد البيانات المخالفة المنكفة .

أقبالأحرى يهدف العلم إلى قدر شامل من المعرفة الامبريقية المتعمقة ممثلة في نسق للقضايا الامبريقية مدعم تدعيا جيدا ومعدل طرح أو تعديل أية فروض كانت مقبولة قبلا ، ولكن نتائج البحث التي يراد بها طرح نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا لا بد وأن يكون لها وزنها ولا بد لنتائج التجريبية المخالفة بوجه خاص من أن تكون قابلة للتكرار . وعندما توجد نظرية قوية ونافعة تتعارض مع نتائج مكررة تجريبيا فقط قد تستمر مستخدمة في السياقات حيث لا ينتظر أن تؤدي إلى صعوبات وعلى سبيل المثال حين عرض اينشتين نظرية كاث الضوء لتفسير مثل هذه الظواهر باعتبارها تنهجة

(١) ب ماغازن التاريخ الطبي للهواء نيويورك الفريد كوف سنة ١٩٤٦ ص ١٣٣

ضوئية كهربية (أثر ضوئي كهربي) لاحظ أنه في تناول لانكاس وانكاسام
واقشار الضوء قد لا يكون ممكناً أبداً استبدال النظرية الموجية
الكهرومغناطيسية . وفي واقع الأمر لا تزال تلك النظرية مستعمدة في
ذلك السياق .

إن النظرية الواسعة النطاق التي كانت ناجحة في مجالات كثيرة عادة
ما تطرح عندما ماتوا فـر لدينا نظرية بديلة أكثر إشباعاً بما . فالنظريات
المجيدة صعبة المثال^(١) عموماً .

١ - : التبساطة

ثمة وجه آخر يؤثر على قبول الفرض هو بساطته مقارنة ببساطة الفروض
البديلة التي تفسر نفس الظواهر . لنفحص مثلاً تعظيماً موضعاً . لنفرض أن
إختبار أناس فيزيقية من خط معين .

(حسابات مغايرة ، زيركات معدنية مكافئة ، عوامل زوجة أو
أيا كانت) .

يؤمى لنا بأن خاصية كمية معينة « ط » لكل هذه الأناس قد تكون
دالة الخاصة أخرى .

(وعلى هذا النحو تتحدد س بالطريقة التي تكون فيها فترة البندول دالة
لطوله) .

(١) هذه النقطه من الاقتراح تقديمها وتوضيحها بالإشارة إلى نظرية أبحاث الفيزيقيين في
الفصل السابع من كتاب كوفات « العلم والحس المشترك » . وقد تم تصور عام مثير من لقاء
وسقوط النظريات العلمية في كتاب كوفات « نبية الثورات العلمية » شيكاغو — مطبعة جامعة
شيكاغو سنة ١٩٦٢ .

وقد كان باسقاطنا أن تختبر شواهد كثيرة لحالات فيها ط إحدى القيم صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، وقد وجد أن قيم « ط » المرتبطة معها باطراد هي ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، على التوالي وأكثر من هذا نفرض أنه فيما يتعلق بهذه الأنفاق ليست لدينا معرفة خلفية أساسية يمكن أن تكون لها علاقة بالصورة المحتملة للترابط الوطئى . ولأن الفروض الثلاثة الآتية قد قدمت على أساس معطياتنا .

$$\begin{aligned} \text{ف ١ : } \text{ط} &= \text{س}^1 - \text{س}^2 + ١١ \text{ س}^3 - ٥ \text{ س}^4 + ٢ \\ \text{ف ٢ : } \text{ط} &= \text{س}^0 - \text{س}^1 + ١٢ \text{ س}^2 - ١١ \text{ س}^3 + ٢ \\ \text{ف ٣ : } \text{ط} &= \text{س} + ٢ \end{aligned}$$

كل فرض من هذه الفروض يوافق المعطيات لكل واحدة من قيم س الأربعة المختبرة بتحدد بالضبط قيمة « ط » المرتبطة معها . وبطريقة هندسية إذا عبرنا عن الفروض الثلاثة في نسق بأحدائى مستو كان المنحى من المعطيات الناتجة يتضمن النقط الأربع (٢٠) ، (١٣) ، (٢٤) ، (٣٦) ومع ذلك لم تمكن لدينا معلومات خلفية أساسية مناسبة كما كان مفترضاً تشير إلى إختبار مختلف . لم يكن ثمة شك في ترجيح ف ١ على ف ٢ ، ف ٣ على أساس أنه فرض أبسط من منافسيه . يوحى هذا الاعتبار بأنه إذا كان فرضان متعقبن مع نفس المعطيات ولا يختلفان في أية ناحية موافقة لتأبيدهما كان الفرض الأبسط أكثر قبولاً . إن اتفاق الفكرة الأساسية للنظريات الكوكبية غالباً ما يهتج بالرجوع إلى التصور الكوبرنيكى المجموعة الشمسية على أساس مركزية الشمس . هذا التصور الذى كان معتبراً أبسط من تصور مركزية الأرض والذي آتى ليخلفه ألا وهو النظام البطلى الباربع الدقيق إلا أنه

نظام متقد جدا يتألف من دوائر أصلية ودوائر فرعية بأنصاف أقطار،
سرعات انحرافات ومقادير واتجاهات مختلفة للطرز المركزي^(١).

ومع أنه لا ينكر أن البساطة مطلب عزيز في العلم إلا أنه من غير اليسور
أن يحرر محكمات واضحة للبساطة بالمعنى الدقيق ولا أن ينبر الأولوية الممنوحة
لفروض والنظريات الأكثر بساطة وبالطبع لا بد لأي محك للبساطة من أن
يكون موضوعيا . إنها ليست مجرد حدس أو سهولة حفظ وتذكر الفرض
أو النظرية . ولذا تبين من شخص لآخر . وفي حالة الفروض الكمية مثل
ف_١ ، ف_٢ ، ف_٣ ، ف_٤ قد يظن المرء أن الحكم على البساطة يكون بالرجوع إلى
الأشكال المقابلة . ففى الأحداثيات المتعامدة الرسم البياني للفرض ف_٣ خط
مستقيم بينما الرسم البياني للفرضين ف_١ ، ف_٢ متعنيان أكثر تعقيدا عبر
نقاط من المعطيات الأربع . ولكن هذا المحك يبدو متعسفا لأنه إذا كانت
الفروض ممثلة فى إحداثيات متقاطعة مع « س » باعتبارها زاوية الاتجاه ،
« ط » باعتبارها الكمية الموجهة كان ف_٣ يحدد شكلا لوليا في حين أن
الدالة من الدوال التي تحدد خطا مستقيما بسيطا تكون معقدة تماما . وإذا
كانت الدوال كلها مبرأ عنها — كما في مثالنا — بمسميات شتى فإن
نظام تعدد المسميات قد يستخدم كدليل للتعقيد ومن ثم يكون ف_١ أكثر

(١) روجرز القيزياء للفعل الباحث — برنتون — مطبعة برنتون سنة ١٩٦٠

من ٢٤٠ الفصول ١٤ ، ١٦ من هذا العمل تقدم وصفا رائعا وهندسا للتقنين وما يطيات
مادة أكثر العموى الثالثة بأن الشكل الكورينثى أكثر بساطة ولكنها يبين أن
المقدور تصوير وقائم متباينة مروفة في وقت كورينثوس تلك الزاوية التي لم يعظم اليقين
البنطلى تفسرها

تعقيدا من فـم الذى بدوره أكثر تعقيدا من فـم . ومن ثم تنشأ الحاجة إلى المزيد من المحركات عندما يتمين فـم دوال حساب المثلثات وغيرها من الدوال أيضاً . فى حالة النظريات تقترح الافتراضات الأساسية المستقلة . على أساس أنها تشير إلى التعقيد . ومن الممكن أن تنضم وأن تنشط الافتراضات بطرق كثيرة . فليس ثمة طريق جلى لاحتسابها وعلى سبيل المثال إن القضية القائلة بأنه بالنسبة لأى نقطتين يوجد بالضبط خط مستقيم يحتويهما يمكن النظر إليها باعتبارها معبرة عن افتراضين أخرى من افتراض واحد . وأن هناك على الأقل خطأ واحداً على هذا النحو وأنه يوجد فى أغلب الأحوال خط واحد وإذا أمكن أن نوافق على الحساب فإن الافتراضات الأساسية المختلفة تختلف بدورها فى درجة التعقيد . ومن ثم يتمين أن توزن أخرى من أن تد . وثمة ملاحظات مماثلة تصدق على الاقتراح القائل بأن عدد الافتراضات الأساسية المستخدمة فى نظرية من النظريات قد تستخدم كؤشر يشير إلى تعقيدها . وقد لقيت مسألة محركات البساطة قدراً طيباً من اهتمام المناطقة والفلاسفة . وقد تم الحصول على بعض النتائج الهامة ومع ذلك لم يتوافر لدينا تصور عام للخصائص يبعث على الرضا . إلا أن أمثلتنا توحى بأنه توجد بالتأكيد حالات يكون الباحثون بمددها على اتفاق بخصوص الترويض والنظريات الأكثر بساطة حتى فى غياب محركات البساطة وثمة مشكلة أخرى تتعلق بالبساطة تلك هى مشكلة التبرير . ما الذى يدعونا إلى إتباع مبدأ البساطة كما قد نسميه ؟ أين هى القاعدة التى تقول بتفضيل الأيسر من الترضين أو النظريتين والمتنافستين والمتساويتين فى درجة التأييد ؟

لقد عبر الكثيرون من العلماء عن إقتناعهم بأن القوانين الطبيعية قوانين

بسيطة. إذا كان هذا معروفاً كان هناك بالضرورة افتراض سابق بأن الفرض
الأبسط من الفرضين المتنافسين هو الأكثر احتمالاً لأن يكون صادقاً.
ولكن افتراض أن القوانين الأساسية للطبيعة قوانين بسيطة هو بالطبع من
المسائل المشككة بشأنها في ذلك شأن مبدأ البساطة ومن ثم لا يمكن أن
تزودنا بتبرير لها. بعض العلماء الفلاسفة ومن بينهم ماع، أفيناريوس،
أوستفالد، ويرسون تمسكوا بأن العلم يشهد تزويدنا بوصف إقتصادى مقتر
لعالم وأن الفروض العامة التي تقصد إلى التعبير عن قوانين الطبيعة هي سبل
إقتصادية للفكر تستخدم لحصر عدد غير محدود من الحالات الخاصة (على
سبيل المثال حالات كثيرة للسقوط الحر) في صيغة واحدة بسيطة (على سبيل
المثال قانون جاليليو). من وجهة النظر هذه يبدو مقولاً تماماً أن نختار
الأكثر بساطة من بين فروض عديدة متنافسة. هذه الحجة قد تقنع إذا كان
علينا أن نختار من بين الأوصاف المختلفة لمجموعة واحدة لنفس المجموعة
من الوقائع ولكننا في اختيارنا فرضاً واحداً من بين فروض عديدة متنافسة
وذلك مثل F ، F_1 ، F_2 ، F_3 نختار أيضاً التنبؤات التي يتضمنها والخاصة
بمحالات لم تختبر بعد. وفي هذا الصدد تختلف الفروض اختلافاً واسعاً. ولذا
فبالنسبة لمقيس $E = F_1$ ، F_2 ، F_3 ، F_4 تنبأ بقيمة ٦، ٣٠، ٩٥٠، ٦ على
التوالي والآن قد يكون F_1 الأبسط من منافسيه من الناحية الرياضية
ولكن ما الذي يدعو لاختياره أكثر احتمالاً لأن يكون صادقاً؟
تأسيس توقعاتنا بهذه الحالة التي لم تختبر بعد وهي $E = F_1$ على الفرض «فهم»
أخرى وإقامتها على أحد الفرضين المتنافسين الذين يتناسبان معطيات
بمنهج الدرجة.

أخرج ريشناخ إجابة مفيدة ^(١) كما يجاز يشته على النحو التالي :

لنفرض في مثالنا أن « ط » في واقسم الأمر دالة لـ « س » ، من
 = (س) ولتكن « ز » رسمها البياني في نسق من الإحداثيات . الاختيار
 غير أساسي .

الدالة الصحيحة د ورسمها البياني هما بالطبع غير معروفين . للعالم الذي
 يقيس القيم الترابطة (المتحدة) للتفكيرين وبافتراض أن مقاييسه مضبوطة
 لأجل البرهان فسيجد على هذا النحو عددا من قطع المعطيات التي تقع على
 المعنى الصحيح « د » . ولنفرض الآن إتفاقا مع مبدأ البساطة يرسم العالم
 للنحنات أى للنحن الأشد بساطة من الناحية الحدسية منحى عبر تلك النقاط .
 قد يتعرف رسمه البياني ولنقل « ز » انحرافا ذا بال عن للنحن الحقيقي إلا
 أنه على الأقل يشترك قطع المعطيات القيسية مع هذا للنحن الأخير (الحقيقي) .
 ولكن كما يحدد العالم نقط للمعطيات أكثر فأكثر ويرسم فيما بعد الرسوم
 البيانية الأبسط زه ، زه ، زه . فإن هذه الرسوم البيانية تغطى أكثر فأكثر
 مع للنحن الحقيقي « ز » والدوال المتحدة لـ د ، د ، د تدنو أكثر فأكثر
 من الترابط الوظيفي الحقيقي « د » . وهكذا لا يمكن ضمان مبدأ البساطة
 لإنتاج الدالة « د » في خطوة واحدة أو حتى في خطوات كثيرة . ولكن إذا
 كان الإرتباط الوظيفي بين س ، ط فان الإجراء سيؤدى تدريجيا إلى دالة
 تقترب من الدالة الصحيحة إلى أية درجة مرغوبة .

برهان ريشناخ المقرر . هنا في صورة مبسطة بعض الشيء . برهان بارع

(١) ريشناخ : الجدة والتنبؤ - شيكاغو - مطبعة جامعة شيكاغو - القسم ٤٢
 (س . - ط .) - طيفعة الموهب .

ولكن قوته محدودة لأنه لا يهيم إلى أى مدى يمكن أن تذهب إقامة الرسوم البيانية والدوال للتوالي .

لا يقدم الاجراء بياناً على الإطلاق عن مدى ما بلغه الاقتراب من الدالة الحقيقية إذا كان هناك فى واقع الأمر دالة حقيقية على الإطلاق . (وكما لاحظنا قبلاً وعلى سبيل المثال إن حجم مقدار من الغاز قد يبدو أن يكون دالة لدرجة حرارته وحدها وليس فى واقع الأمر كذلك) وعلاوة على ذلك إن البرهان على أساس الاتجاه نحو المنحنى الحقيقى يمكن أن يستغنى أيضاً لتبرير مناهج أخرى لتخطيط الرسوم الهندسية معقدة من الناحية الهندسية وغير معقولة . وعلى سبيل المثال لقد رأينا لتونا أنه إذا كان لنا أن نصل دائماً أى تقطى معطيات متجاورتين بشبه دائرة قطرها المسافة بين التقطعتين فإن المنحنيات الناتجة ستتحقق فى نهاية الأمر نحو المنحنى الحقيقى إذا كان دالة منحنى حقيقى واحد . ومع ذلك فرغاً عن هذا التبرير لا يعتبر هذا الاجراء طريقاً صحيحاً لإقامة الفروض الكمية فهناك اجراءات أخرى غير بسيطة وذلك كوصل نقط المعطيات المتجاورة بمرى دبوس الشعر تلك التى لا يتجاوز طولها دائماً أدنى قيمة معينة لا تقبل التبرير على هذه الصورة . ويمكن أن يتضح ببرهان ريشناخ أنها تهدم نفسها بنفسها . ومن ثم فإن فكرته تحظى باهتمام واضح . لقد قدم كارل بورر رأياً مغالفاً تماماً . فهو يفسر الأبسط من الفرضين بأنه ذو المحتوى الامبريوى الأكبر . ويحتاج لذلك بأن الفرض الأبسط هو الأكثر قبولاً للتكذيب (يكثف كونه كاذباً) إذا كان كاذباً بالضرورة فى الواقع . إن هذا الرأى من الأهمية بمكان فى العلم . فهو يحمل فروضه عرضة للاختبار الدقيق والتكذيب المحتمل . يوجز بورر حجته على النحو التالى :

إن القضايا البسيطة إذا كانت المعرفة الموضوع الذى نشغل به يتبين أن قدر أكثر من القضايا الأقل بساطة وذلك لأن محتواها الامبريى أكبر وقابليتها للاختبار أحسن. (١)

يحمل بوبر فكرته من درجة البساطة كدرجة من درجات القابلية للتكذيب أكثر صراحة بمقيارين مختلفين وفقا لأحدهما الفرض القائل بأن مدار النلك دائرة أبسط من الفرض القائل بأنه اهلياج (قطع ناقص) لأن الفرض السابق يمكن أن يكذب بتحديد الواضع الأربعة التى وجد أنها لا تقع على الدائرة. (يمكن دائما ثلاثة مواضع وصلها بدائرة). بينما يتطلب تكذيب الفرض الثانى تحديد ستة مواضع للنلك على الأقل. وبهذا المعنى يكون الفرض الأبسط هنا هو الأكثر قابلية للتكذيب وهو الأقوى أيضا لأنه منطقيا يتضمن الفرض الأقل بساطة. بهم هذا المعيار بالتأكيد تحديد نوع البساطة التى بهم بها العلم. ولكن بوبر يدعو أحد القرضين أكثر قابلية للتكذيب ومن ثم أبسط من الآخر إذا كان الفرض الأول يتضمن الفرض الثانى ، وله محتوى امبريى أكبر بالمعنى الاستنباطى الدقيق إلا أن المحتوى الأكبر ليس بالضرورة مرتبطا بالبساطة الأكثر. فأحيانا ما تعتبر نظرية من النظريات قوية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة لكونها أبسط من الكثير من النظريات التى لا علاقة لها بالنطاق المحدود الذى تتضمنه النظرية. على أن النوع الرغوب فيه من التبسيط الذى

(١) كارل بوبر منطق الكشف العلمى لندن هانتينغتون سنة ١٩٥٩ ص ١٤٢
 إن الفصلين السادس والسابع من هذا الكتاب يقدمان الكثير من الملاحظات عن دور البساطة فى العلم متضمنة الأفكار المشار إليها هنا.

تبطلت نظرية من النظريات ليس على هذا النحو مجرد محتوى زائد لأنه إذا كان ثمة فرضين لا علاقة بينهما (على سبيل المثال قوانين هوك وستيل) مرتبطا فإن الارتباط الناتج عنهما يغيرنا بما هو أكثر وإن لم يكن أبسط من مكونات أيهما. لا يغيرنا أى من الفروض الثلاثة: ف، فم، فم، فم المختصرة قليلا بأكثر من أى من الفروض الأخرى. ومع ذلك لا تمد بسيطة على حد سواء. وهذه الفروض لا تختلف في درجة القابلية للتكذيب. فإذا كذبت. أمكن بيان كذب الواحد منها بسهولة أعنى يشاهد واحد مخالف. وعلى سبيل زوج: المطلقة ٤، ١٠ يكذبها جميعا. وبما أقت الأفكار المتعلقة التي تمسح ويجزها هنا ضوئيا على مغنولية مبدأ البساطة فما زالت مشكلات إيجاد صيغة حقيقة وتبرز موجزا لها. ينظر. حسلى حتى الآن (١١).

٤ - ٥ : احتمالية الفروض

إن استقصاءنا للعوامل المحددة للثقة في القروض العلمية تكشف لنا عن أن الثقة في القرض «ف» في وقت معين تعتمد إن شئنا الدقة — على المعرفة العلمية الكلية في ذلك الوقت . بما فيها البيانات وثيقة الصلة بالقرض وكل القروض والنظريات العلمية المقبولة في ذلك الوقت . لذلك تتكلم عن الثقة في

(١) سيجد القارئ الذي يرغب في متابعة هذه القضايا بتفصيل أكثر قائمة في المناقشات التالية :

بار کر : الاستبراء والفرض ایٹا کا مطبوعہ جامعہ کورنیل سنہ ۱۹۷۰ء .

مناقشة إيجابية لبساطة النظريات العلمية — فلسفة العلم، المجلد ٢٨ سنة ١٩٦٦

فرض من الفروض يتقدر . معين من المعرفة . ويمكن التمثيل لهذا الأمر
بمجموعة كبيرة من القضايا ويمكن «ك» تمثل كل القضايا المقبولة في العلم
في ذلك الوقت . والسؤال الذي يطرح نفسه بطبيعة الحال هل يمكن أن نبر
عن الثقة بلكة دقيقة بصيغة تعريف . محدود . عدد لم (ف ، ك) لفرض ف
ولمجموعة القضايا ك معبرا عن : درجة الثقة المنسوبة للفرض «ف» بالنسبة
لمجموعة القضايا «ك»

لما كنا لا نتكلم غالبا عن الفروض باعتبارها أكثر أو أقل احتمالا
فقد نجيب أكثر : إذ لما كان هذا للصور الممكنة لا يمكن تعريفه بالتقدير
الذي يستوفي كل لليلدى . الأساسية لنظرية الاحتمالات . وفي هذه الحالة
تكون الثقة في فرض له علاقة بمجموعة من القضايا «ك» . عدد حقيقيا ليس
أقل من الصفر ، وليس أكثر من الواحد . للفرض الصادق على أساس منطقي
سرف (وذلك مثل سطر نغدا في سترال ، أوك أولن ، سطر) تكون له
دائما درجة الثقة (١) . وبالنسبة لأي قضيتين غير متفتتين منطقيا مثل ف ،
فم ، ك = م (ف ، ك) + م (ف ، ك) وقد قدمت في واقع الأمر
نظريات عديدة تمثل هذه الاحتمالات . وتصدر هذه النظريات عن بديهيات
معينة . كذلك التي ذكرناها نوا إلى مبرهنات شتى أكثر أو أقل تنقيدا
تجمل من الممكن أن نحدد احتمالات معينة بشرط أن تكون الاحتمالات
الأخرى معروفة . بل الفعل إلا أنها لا تنظم . تعريفيا . عاما . لاحتمالية فرض من

(١) . كوين : في النظريات البسيطة . العالم . محمد . المجلد ١٥ سنة ١٩٦٣ . من
١٩٦٣ - ١٩٦٤ . منشورا على يد الأستاذ جون رينولد . كينز في كتابه «رسالة في
الاحتمالات» . لندن - شركة - ماكيلان وشركاه المحدودة سنة ١٩٢١

الفروض بالنسبة للمعطيات المتاحة . وإذا كان تعريف التصور (ف ، ك) يأخذ في الاعتبار كل العوامل المختلفة المستقصاة كانت المهمة عندئذ شاقة تماما لأنه لم يضح حتى الآن كيف لمثل هذه العوامل كساسة الفروض أو تنوع البيئة المؤيدة أن تعين خصائصها بدقة معبر عنها بلفظ كمية . إلا أن ثمة نتائج معينة مشرقة وبعيدة المدى تماما أخيرا حصل عليها أخيرا كارتاناب الذي درس المسألة بالرجوع إلى نموذج اللغات الشديدة الصورية التي يعتبر بناؤها المنطقي أبسط بقدر . مقول من المطلوب لأغراض العلم .

لقد طور كارتاناب منهجا عاما لتعريف ما يسميه درجة التأييد لأي فرض معبر عنه بمثل هذه اللغة بالنسبة لقدر معين من المعلومات معبر عنه بنفس اللغة . ومن ثم فإن التصور المعرف يستوفي كل المبادئ لنظرية الاحتمال . ووفقا لذلك يشير كارتاناب إلى المفهوم المعرف باعتباره الاحتمالية المنطقية أو الاستقرائية للفرض بالنسبة للمعلومات المتاحة (١) .

٥ - التوائين ودورها في التفسير العلمي :

٥ - ١ مطلبان أساسيان للتفسير العلمي :

إن تفسير ظواهر العالم الفيزيقي هو أحد الأهداف الأساسية للعلوم الطبيعية

(١) قدم كارتاناب تهيؤا أوليا وجيزا للأفكار الأساسية في مقاله :

• الاحتمال الاحصائي والاستقرائي • أميد طبعه في طبعة • « مانت » • بنية الفكر العلمي •
يوسطن شركة هوتن ميلان سنة ١٩٦٠ ص ٢٦٩ - ٢٧٩ • وثمة قضية أكثر حداثة
واضراها وردت في مقال كارتاناب • هدف المنطق الاستقرائي في طبقات نابل ديوي ، تاريخي
منطقي ومنابع بحث ولفظه العلوم أعمال المؤتمر الدولي سنة ١٩٩٦ (طبعة جامعة ستانفورد
سنة ١٩٩٢) ص ٣١٢ - ٣١٨

وفي الواقع تقر بأننا لم تكن تهدف الأبحاث العلمية إلى إستخدامت كإتفسيرات في الفصول السابقة إلى تأكيد بعض الوقائـم الخاصة ولكن لتحقيق بعض الاستبصاراـت التفسيرية . كانت هذه الأبحاث مهمة بمسائل مثل كيف تنقل حمى التيفاس ، لماذا تكون لقدرة الضفـة على رفع المياه حدود مميزة ، لماذا يتفق مسار الضوء مع قوانين البصريات الهندسية وهلم جرا . وفي هذا الفصل والذي يليه فنناول بشيء من التفصيل طابع التفسيرات العلمية ونوع الاستبصاراـت التي تقدمها . لقد كان الإنسان معنيا دائما ولفترة طويلة بأجراء بعض الفهم لما يقع في العالم حوله من حادثاـت بالغة التنوع ومغيرة في أغلب الأحوال وأحيانا تهده في حياته . تجلى هذا الاهتمام في الأساطير المديدة والمعجزاـت التي تخيلها في سعيه لتفسير حقيقة وجود العالم ووجوده هو نفسه . الحياة والموت وحركات الأجرام السماوية وتعاقب الليل والنهار وتغير الفصول والزلزال والبرق وطلوع الشمس وهطول المطر . وبعض هذه الأفكار التفسيرية مبنية على تصوراـت تشبه الإنسان بقوى الطبيعة . وأخرى تستعين بقوى خفية وأخرى غيرها تشير إلى تديرات للاله مستحيل إدراكها أو تشير إلى القدر .

لا ينبغي أن التفسيرات من هذا النوع تغطي الإنسان إحساسا بأنه حصل بعض الفهم . إنها قد تحمل حيرته وهي بهذا المعنى تجيب عن أسئلته . ولكن مهما تكن الإجاباـت مرضية من الناحية النفسية إلا أنها ليست وأنها بأغراض العلم الذي يهتم بعد كل شيء ببنية تصور واضح عن العالم له علاقة منطقية بغيرتنا . وكذلك هو قابل للاختبار الموضوعي . ولهذا السبب يجب أن تقابل التفسيرات العلمية مطلبيـن أساسيين يطلق عليهما مطلب

الاتفاق التفسيرى ومطلب قابلية الاختبار . فقد قدم الفيلسوف فرانسيكو
ميرو البرهان الثانى مناقضا به معنى معارضة غاليليو بأنه رأى من خلال
مناظرة الفيلسوف . إنه لا يمكن أن تكون هناك تواجعية سيارة تدور حول كوكب
المشتري . هناك سبع مناقضة فى الرأس فحشا الألف ، الألمان ، اليونان ، الفم .
كذلك فى السموات يوجد نجمان متوازيان ونجمان غير متوازيين ونجمان مضيقان
وعطارد . وحده لم يقرر أمره ولا أهمية له . من تلك الظواهر الطبيعية
كثير غيرها يشبهها كالمادن السبعة مثلا . . . ٢٤ .

الظواهر التى يتناول حيرها . نستطيع أن نعدد للتكواكب هبوطا لظاهرة
سبعة ، أضرب على ذلك التوليع الحياة غير موقوفة بالعين المجرى (١) . المقصود
الناضج لهذا البرهان . فاضح . فالواقع الذى يؤمنه ، إذ أنه قبلت من غير
سؤال لتضح أنها لا تتفق تماما . وموضوع البحث . إذ لا تختم السيلبا
ولوداهية للاختراش أن المشتري ليس له توليع . فنفسه بالتليل للتفسير
الفيزيقي قوس قزح . . . إنه يبين أن الظاهرة تنأى ككتيحية لا تتطابق
وإنكسار ضوء الشمس الأبيض فى قطرات الماء الجارية كذلك التى تحدث
سحابة من السحب . وبالإشارة إلى القوانين البصرية المناسبة بوضع هذا
التفسير أن ظهور قوس قزح يكون متوقفا إذا ما أعطاه ضوء أبيض قوى
وخلف الملاحظ وقاد من الماء أو طل (تدى) . ومن ثم إذا حدث أن العالم
ترأبدا قوس قزح فإن المعلومات التفسيرية التى يمدنا بها البيان الفيزيقي تقيم
أساسا جيدة لتوقع أو اعتقاد أن قوس قزح سيظهر فى ظل ظروف معينة .

نقير إلى هذه السمة . بقولنا إن التفسير الفيزيائي يقابل متطلبات الاتحاق
التفسيرية بخالفات التفسيرية . الواردة تقدم أساسا جيدا للاعتقاد بأن
الظاهرة المراد تفسيرها حدثت أو هي خاتمة ضل . بهذا الشرط لا بد من
مناقضته إذا جاز لنا القول إنه يفسر الظاهرة . إن الظاهرة موضع البحث
كلفت متوقفة على ظل الظروف المحيطة .

يمثل المطلب شرطا ضروريا لكفاءة التفسير ولكنه ليس شرطا وافيًا .
وعلى سبيل المثال إن القدر الكبير من المطبات لأي كشف من تحول إلى
الأحر في طووف للجرات الفاصية يزودنا بأساس جيد للاعتقاد بأن تلك
المجرات ترتد عن مجرتنا بسرعة هائلة إلا أنه لا يفسر لماذا ؟

ولكن تقدم المطلب الثاني الأساسي لتفسيراتنا العلمية لتعتبر مرة أخرى
تصور الجذب الجاذبي باعتباره كاشفا عن ميل طبيعي شبيه بالجذب . كما
لاحظنا قبلا ليس لهذا التصور قضايا لزومية إختبارية من أي نوع ومن ثم
لن يمكن ممكننا لأية نتائج امبريقية أن تؤيده أو لا تؤيده . وكونه على
هذا النحو خاليا من المحتوى الامبريقى يحمله لا يقدم أساسا لتوقع الظواهر
الميزة للجذب الجاذبي . فهو يفترض إلى القوة للتفسيرية الموضوعية وتتصدق
تعليمات مماثلة على التفسير بلغة القدر الذى يستحيل فهمه .

الليوء لفكرة القدر ليس المراد به تحقيق رؤية عميقة بصفة خاصة ولكن
التغلب عن محاولة التفسير كلية . وخلافًا لذلك للتضاي التي يقوم عليها
التفسير الفيزيائي لقوس قزح . إذ هي ذات لزومات إختبارية عديدة وعلى
سبيل المثال تهتم هذه التضاي بالظروف التي في ظلها يرى قوس قزح في السماء
وترتيب الألوان فيه . ظهور ظاهرة قوس قزح في الرذاذ الناشئ عن الموجة

المنكسرة على الصخور وفي الضباب الناشئ عن رش مرج أخضر — وهم
جرا . تصور هذه الأمثلة شرطا ثانيا للتفسيرات العلمية نطلق عليه مطلب
القابلية للاختبار . القضايا المؤسسة لتفسير علمي ينبغي أن تكون قابلة
للاختبار الامبريقي . لقد كان مقترحا قبل الآن أنه لما كان تصور الجاذبية
بلغة الانجذاب العام الكامن ليس يذى لزميات اختبارية فيالتالى لن تكون
له قوة تفسيرية ولن يزودنا بأساس لتوقع حدوث الجاذبية . أو أن الجذب
الجاذبي سيبدى كذا وكذا من الملامح المميزة . لأنه إذا تضمن هذه النتائج
سواء بطريقة إستنباطية أو حتى بمعنى احتمالى استقرائى لكان قابلا للاختبار
بالرجوع إلى تلك النتائج اللاحقة . وكما يبين هذا المثال إن المطلبين اللذين
تناولناهما اتوا مرتبطان فيما بينهما . إن التفسير المقترح الذى يقابل مطلب
الاتفاق يقابل أيضا مطلب القابلية للاختبار (ومن الواضح أن العكس
غير صحيح)

والآن دعنا نرى الصور التى تأخذها التفسيرات العلمية وكيف تقابل
هذين المطلبين الأساسيين .

٢-٥ التفسير الاستنباطى وفق النواميس :

لنفحص مرة أخرى شهجة بحث بيريه في تجربة باي دى دوم من أن
طول عمود الزئبق في بارومتر تورشيللى يتناقص مع تزايد الارتفاع : أمدتنا
أفكار تورشيللى وبأسكال من الضغط الجوى بتفسير لهذه الظاهرة يمكن
ترجمته على النحو التالى :

(١) إن الضغط الذى يمارسه عمود الزئبق في الجانب العلوى من جهاز

تورشيلي في أى موضع على الزئبق تحته يساوى الضغط الواقع على سطح الزئبق في الإناء المفتوح بواسطة عمود الهواء فوقه .

(ب) الضغوط التي تمارسها أعمدة الزئبق والهواء مناسبة لأوزانها . وكلا كانت الأعمدة أقصر كلما كانت أوزانها أصغر .

(ج) بما أن يربيه حمل الجهاز إلى قمة الجبل أصبح عمود الهواء فوق الإناء المفتوح أقصر بانتظام (بشكل منتظم) .

(د) لذا فإن عمود الزئبق في الإناء المغلق أخذ في القصر بإطراد أثناء الصعود .

التفسير مصاغاً على هذا النحو هو برهان خاص بالظاهرة المراد تفسيرها وكانت تصنفها القضية « د » هو المتوقع بالضغط بالنظر إلى الوقائع التفسيرية المروية في ا، ب، ج، إذ تصدر « د » استنتاجياً عن القضايا التفسيرية . وهذه الأخيرة من النوعين ا، ب لما خاصية القوانين العامة المعبرة عن إرتباطات امبريقية مطردة في حين أن « د » تصف وقائع خاصة معينة . ومن ثم يفسر قصر عمود الزئبق هنا ببيان أنه حدث متفقاً مع قوانين معينة للطبيعة أو كنتيجة لظروف خاصة . التفسير يناسب الظاهرة المراد تفسيرها في غط من الإطرادات ويبين أن حدوثها كان متوقفاً إذا أعطيت القوانين المعنية وتوفرت الظروف الخاصة المواتية . والظاهرة المراد تفسيرها يشار إليها من الآن فصاعداً باعتبارها الظاهرة المفسرة والقضية التي تصنفها بالقضية المفسرة . وعندما بين السياق أيها المقصود فإن أي منهما يطلق عليه ييسأطة المفسر . القضايا التي تعين المعلومات التفسيرية ا، ب، ج، وتسمى القضايا المفسرة . إنها تقال إجمالاً لتكوين المفسرات .

وكتال ثانٍ لنفس المضمير الخاص بتكوين الصورة بالانعكاس في مرآة كرية أعني أنه بوجه عام $\frac{1}{m} = \frac{1}{l} + \frac{1}{r}$ حيث m ، l هما بعدا نقطة الموضوع ونقطة الصورة من المرآة و r هو نصف قطر انحناء المرآة. في البصريات الهندسية يفسر هذا الاطراد بمعاونة القانون الأساسي للإنعكاس في مرآة مستوية بقناول إنعكاس شعاع من الضوء على أية نقطة من المرآة الكرية كعائلة من حالات الانعكاس في سطح مستو عام للسطح الكروي. ويمكن أن يصلح للتفسير الناتج باعتباره جماعات استقطابيا نتيجة القضية المفسرة ومقدماته تتضمن القوانين الأساسية للإنعكاس والانتشار في خطوط مستقيمة فضلا عن القضية القائلة بأن سطح المرآة يشكل قطعاً من دائرة ^(١).

فإنه برهان مماثل تتضمن مقدماته قانون الانعكاس عن المرآة المستوية يقدم تفسيراً للسبب في أن ضوء مصدر ضوئي صغير موضوع في بؤرة المرآة على هيئة قطع مكافئ يتمكس في شعاع مواز لمحور القطع المكافئ (يطبق هذا المبدأ من الناحية التكنولوجية في صنع مصابيح السيارات الأمامية والمصابيح الكاشفة وغيرها من الحيل الأخرى).

التفسيرات التي تناولناها توا يمكن النظر إليها على أنها براهين استنباطية نتيجة القضية المفسرة « هـ » ومقدماتها القضايا المفسرة المؤلفة من القوانين

(١) لمحقق مقرئين الانعكاس السطحي المجيدة للشاراليه في هذا المثال ولعلنا نلاحظ ان
براعة وجلاء في الفصل ١٧ من كتاب موريس كلاين: الرياضيات والعالم الفيزيقي
نيويورك — شركة توماس كراول سنة ١٩٥٩

تتضمن القضية المفسرة من الناحية الاستنباطية . ومن ثم تقدم من الناحية
 المنطقية أساساً طيبة للاعتقاد بأن الظاهرة المفسرة متوقعة (سقابل) وتؤكيدات
 عملية أخرى تسترقى المطلب بمعنى استقرائي أضعف فحسب) . ويقابل أيضا
 مطلب القابلية للاختبار حيث تتضمن القضايا المفسرة من بين ما تتضمنه من
 أشياء أخرى حدوث الظاهرة في ظل ظروف معينة تتفق مع بعض التفسيرات
 العلمية مع نمط (الاستنباط وفق نوايس) تمام الاتفاق ويكون هذا
 الاتفاق بوجه خاص عندما تكون سمات كمية معينة لظاهرة من الظواهر
 مفسرة بالاشتقاق الرياضى من القوانين العامة المفسرة كما في حالة الانكسار
 في المرايا الكرية والتي على هيئة قطع مكافئ . خذ التفسير المشهور الذى
 قدمه ليفرييه (وفى استقلال عنه قدمه آدمز) عن ظواهر عدم الاطراد المعينة
 في حركة الكوكب أورانوس والتي وفقا لنظرية نيوتن السائدة يستحيل
 تفسيرها بالجاذب الجاذبى للكواكب الأخرى المروقة آنذاك . لقد تصور
 ليفرييه أنها نتجت عن الدفع الجاذبى لكوكب خارجى لم يكتشف بعد
 بحسب الموقع والكتلة والخصائص الأخرى التى للكواكب ليمتل في تفصيل
 كى ظواهر عدم الاطراد الملاحظة . لقد تأيد تفسيره بقوة عندما اكتشف
 كوكب جديد في الموضع المتنبأ به وهو « نبتون » الذى اتخذ الخصائص
 الكمية التى عزاها إليه ليفرييه . ومرة أخرى اتخذ لتفسير خاصية البرهان
 الاستنباطى الذى تتضمن مقدماته القوانين العامة وخاصة قوانين نيوتن عن
 الجاذبية والحركة وأيضا القضايا التى تخص التفصيلات الكمية المتعددة عن
 الكوكب المزعج . إلا أنه ليس من النادر أن تقرر التفسيرات وفق نوايس
 في صورة تقديرية تسقط هذه التفسيرات ذكر الافتراضات التى تفترضها

التفسيرات قبلاً وإن كانت تسلم بها ضمن السياق المقرر . ومثل هذه التفسيرات يعبر عنها أحياناً في الصورة « س لأن ص » حيث « س » هي الحادثة المراد تفسيرها ، ص حادثة سابقة أو مصاحبة أو حالة سيئة . وعلى سبيل المثال القضية القائلة بأن « الوحل على المشى الجانبي ظل سائلاً أثناء الصقيع لأنه رش بالملح » لا يذكر هذا التفسير صراحة أية قوانين ولكنه على الأقل يفترض ضمناً واحداً منها هو أن نقطة تجمد الماء تنخفض إذا أذيب فيه الملح . وفي الواقع أنه بفضل هذا القانون على وجه الدقة يحصل رش الملح على الدور التفسيري التعليلي بصفة خاصة . ذلك الدور الذي تزوّه إليه قضية العملية في صورتها التقريرية . هذه القضية ناقصة عرضاً في نواحي أخرى ، فعلى سبيل المثال تسلم ضمناً وتزعم ذكر افتراضات معينة عن الظروف الفزيائية السائدة . وذلك كدرجة الحرارة التي لا تهبط إلى درجة شديدة الانخفاض . وإذا كانت الافتراضات الاعتبارية وغيرها من الافتراضات التي حذفت على هذا النحو تضاف إلى القضية القائلة بأن الملح رش على الوحل فإننا نحصل على مقدمات للتفسير الاستنباطي وفق نواميس لواقعة أن الوحل ظل سائلاً وتصدق تعليقات مماثلة على تفسير سيملويز أن حمى النفاس سببها مادة حيوانية متحللة دخلت إلى مجرى الدم من خلال الجروح المفتوحة . وعلى هذا النحو لم يقم التفسير ذكراً لقوانين عامة . لأن هذا يتضمنه تقرير أن التلوث يسبب حمى النفاس . فالتصميم لا شك كان مسلماً به إذن من قبل سيملويز الذي لم تقدم إليه مشكلة مرض كولتشكا الميت على أنها مشكلة علمية لم تحقق شرط إدخال المادة السامة في مجرى الدم لكأن الديدجة تسبب الدم (كان كولتشكا بأية وسيلة أول من يموت بسبب تسبب الدم الناتج

عن جرح بمضغ ملوث وبتهكم مأسوي كان على سيلورز أن يمانى نفس
الصير (٠ ولكن بمجرد أن جعلت المقدمة الضمنية صريحة ظهر أن التفسير
يتضمن الإشارة إلى قوانين عامة .

كما توضح الأمثلة السابقة غالباً ما نفترض سبقاً للقوانين العامة المتناظرة
قضية تفسيرية بحيث أن حادثة معينة من نوع معين « ز » (وعلى سبيل المثال
تمدد غاز من الغازات تحت ضغط ثابت ، سريان تيار في لفة سلك) سببها
حادثة من نوع آخر (وعلى سبيل المثال تسخين الغاز ، حركة اللفة في مجال
مغناطيسي) ولكي نفهم هذا لن نحتاج للدخول في التماثلات المتقدمة لفكرة
العالية . يكفي أن نلاحظ القاعدة العامة : « نفس للطة نفس المثلول » عند
تطبيقها على مثل هذه القضايا التفسيرية نتج لنا الدعوى المتضمنة أنه إذا
ما حدثت حادثة من النوع « و » فإنها تكون مصحوبة بحادثة من النوع
« ز » وقولنا إن تفسيراً من التفسيرات يعتقد على قوانين عامة لا يعنى أن
إكشافه يتطلب إكشاف القوانين العامة . فالاستبصار الجديد الضنى
الذى يصل إليه تفسير من التفسيرات يمكن أحياناً في الكشف عن واقعة
معينة (وعلى سبيل المثال وجود السكر كالبخر غير المكتشف المادة
السامية الطلقة بأبدى الأطباء القائلين بالفنفس) تفسر الظاهرة المفسرة بفضل
القوانين العامة المقبولة سابقاً . وفي حالات أخرى وذلك كذلك انطوط
في طيف الايدروجين يمكن الانجلاز التفسيرى فدالكشف عن قانون
تفسيرى (قانون بالز) وقد نهاية الأمر عن نظرية تفسيرية (كنظرية يوهر)
ومع ذلك في حالات أخرى يمكن الانجلاز الأمثل لتفسير من التفسيرات
فديوان كيف يمكن تفسير الظاهرة المفسرة بالرجوع لقوانين والمعطيات

بصدد الوقائع الجزئية التي في متناول أيدينا فعلا .

يتضح هذا بالإستخلاص التفسيري لقوانين الانعكاس بالنسبة للرأيا الكرية التي على هيئة القطع المكافئ من القانون الأساسي للبصريات الهندسية في إرتباطه بقضايا الخصائص الهندسية للرأيا .

لا تعدد المشكلة التفسيرية بذاتها أى نوع من الاكتشاف مطلوب حلها. ولهذا أكتشف ليفرييه الإنحراف عن المسار المتوهم نظريا أيضا في حركة الكوكب « عطارد » وكافي حالة « أورانوس » محاول أن يفسر هذه الإنحرافات بإعتبارها ناتجة عن الدفع الجاذبي لكوكب لم يكتشف بعد « فولكان » الذي تمين أن يكون شيئا شديدا الكثافة، شديد الضآلة بين الشمس وعطارد ولكن لم يوجد مثل هذا الكوكب . والتفسير المقنع قدمته . وخرأ نظرية النسبية العامة التي عللت عدم الاطراء لا بالرجوع لواقعة معينة مرعجة ولكن بواسطة نسق جديد من القوانين .

٥ - ٣ القوانين الكلية والتعميمات العرضية :

إن القوانين تلمب دورا أساسيا في التفسير الاستنباطي وفق نواميس فهي توفر الأداة التي بسببها يمكن أن تستخدم الظروف المعينة (التي تصنعها القضايا ص، صم، ص — ص) لتفسير حدوث حادثة معينة .

وعندما لا تكون الظاهرة المفردة حادثة معينة بل إطرادا كتلك الاطرادات التي تمثلها الخصائص المذكورة قبلأ الرأيا الكرية والتي هي على هيئة القطع المكافئ تقدم القوانين التفسيرية نسقا من الاطرادات الأكثر شمولاً والتي لا يكون الاطراد المعين إلا حالة خاصة منها. تشارك القوانين المطلوبة للتفسيرات الاستنباطية وفق نواميس في خاصية أساسية . فهي قضايا ذات صورة كلية . وتفصيلا إن القضية من هذا النوع تقرر إرتباطا مطردا (م ٦ — فلسفة العلوم)

بين ظواهر إمبيريقية مختلفة . أو بين أوجه مختلفة لظواهر إمبيريقية . إنها قضية بحيث أنه عندما تتوفر ظروف من نوع معين وليكن « و » تحدث دائما بغير إستثناء ظروف من نوع آخر « ز » (ليست كل القوانين العلمية من هذا النمط في الأقسام التالية نصادف قوانين ذات صورة احتمالية وتفسيرات مبنية عليها) . وههنا بعض الأمثلة لقضايا ذات صورة كلية . فعندما تزايد درجة حرارة الغاز و يظل ضغطه ثابتا يزداد حجمه . وعندما يذاب جسم صلب في سائل من السوائل ترتفع درجة غليان السائل وعندما ينمكس شعاع ضوئي على سطح مستو فإن زاوية الإنعكاس تساوي زاوية السقوط . وعندما ينكسر قضيب حديد ممغنط إلى إثنين فإن الجزئين يكونان ممغنطين أيضا . وعندما يسقط جسم من الأجسام سقوطا حرا من السكون في الخلاء بالقرب من سطح الأرض فإن للمسافة التي يقطعها في « ه » من الثواني هي ١٦ قدما مربعا . إن معظم قوانين العلوم الطبيعية قوانين كمية . إذ تقرر إرتباطا رياضيا معينيا بين مختلف الخصائص الكمية للأنساق الفيزيائية (وعلى سبيل المثال حجم ودرجة حرارة وضغط غاز من الغازات) أو الإجراءات (وعلى سبيل المثال بين الزمن والمسافة في السقوط الحر في قانون جاليليو بين فترة دوران كوكب من الكواكب وبعده الحقيقي عن الشمس في القانون الثالث من قوانين كبلر . بين زوايا السقوط والإنكسار في قانون سنيل) وإن شئنا الحقيقة نقول إن القضية التي تقرر إرتباطا مطردا بتغير قانونا إذا كانت هناك أسباب لافتراض أنها صادقة . فحين لا نتكلم عادة عن قوانين زائفة للطبيعة . ولكن إذا كان هذا المطلب يلاحظ بشدة فإن القضايا للشار إليها باعتبارها قوانين جاليليو وكبلر لن توصف باعتبارها قوانين لأنها بحسب المعارف الفيزيائية الجارية تصدق فقط على وجه التقريب .

وكما نرى فيما بعد نفس النظرية الفيزيائية السبب في كونها كذلك . وتصدق ملاحظات مماثلة على قوانين البصريات الهندسية وعلى سبيل المثال لا يسير الشعاع الضوئي في الوسط المتجانس في خطوط مستقيمة . بل يتحرف حول الأركان . ولذلك فستستخدم لفظة « قانون » حرفيا بمعنى الشيء . في تطبيق اللفظة على قضايا معينة من النوع المشار إليه هنا . المعروف أنها تصدق فحسب على وجه التقريب بناء على أسس نظرية وبمواصفات معينة . سنعود إلى هذه النقطة في الفصل القادم عندما نتناول تفسير القوانين بالنظريات رأينا أن القوانين المستعان بها في تفسيرات استنباطية وفق نوااميس لها صورة أساسية (في كل الحالات عندما تتحقق الشروط من النوع « و ») تتحقق الشروط من النوع « ز » كذلك ولكن من المثير حقا أنه ليست كل القضايا [من هذه القضايا] من هذه الصورة السككية . إذا كانت صادقة أمكن أن تتسم بوصفها قوانين لالتابع . وعلى سبيل المثال القضية الثالثة « كل الصخور في هذا الصندوق تحتوي على الحديد » هي من الصورة السككية لـ « و » شرط كون الصخر في الصندوق ، « ز » شرط الاحتواء على الحديد ، ومع ذلك إذا كانت القضية صادقة لا يمكن اعتبارها كقانون . ولكن كتقرير لشيء من الأشياء يتصادف أن تكون الحالة « تعنيا عرضيا » لنفحص القضية الثالثة كل الأجسام المصنوعة من ذهب خالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام . لا شك أن الأجسام الذهبية التي اختبرت تتفق معها . ومن ثم توجد بيئة مؤيدة لها لإعتبارها . وليس ثمة مشواهد غير مؤيدة . وفي واقع الأمر من المحتمل أنه لم يحدث أبدا في تاريخ العالم أن كان هناك أو سوف يكون جسم من الذهب الخالص كتلته مائة ألف كيلو جرام أو أكثر . وفي هذه الحالة إن

التعميم المقترح بتقديمه لن يكون مؤيدا تأييدا قويا. ولكن يكون صادقا. ومع ذلك نحن نعتبر صدقه عرضا على أساس أنه لا شيء في القوانين الأساسية للطبيعة كما هو مفهومها في العلم المعاصر يحول دون إمكانية تواجدها أو حتى إمكانية إنتاجها لشيء صلب من الذهب كتلته تزيد عن مائة ألف كيلو جرام ومن ثم إن القانون العلمي لا يمكن تعريفه بكفاءة كقضية صادقة ذات صورة كلية يعبر هذا التوصيف عن شرط ضروري وإن كان غير كاف لقوانين من النوع موضع الدراسة.

ما الذي يميز القوانين الأصلية من التعميمات العرضية.

نوقشت هذه المشكلة الخادعة نقاشا مستفيضاً في السنوات الأخيرة. لننظر بإيجاز إلى بعض الأفكار الأساسية التي نجمت عن الحوار المستمر حتى الآن: إن farka مؤثرا وموحيا لاحظة نيلسون جودمان^(١) هو هذا إن القانون يمكن أن يستخدم في تأييد القضايا الشرطية المخالفة للواقع في أي القضايا ذات الصورة.

« إذا كانت *a* هي الحالة ، إذن لمكانت *b* هي الحالة وفي الواقع ليست *a* هي الحالة ومن ثم إن القضية التقديرية القائلة :

« إذا كانت شمعة البرافين قد وضعت في غلاية بها ماء يغلي لمكانت قد انصهرت يمكن أن تعأيد بواسطة القانون القائل إن البرافين يكون سائلا

(١) في مقاله « مشكلة القضايا الشرطية المخالفة للواقع » أعيد طبعه باعتباره الفصل الأول من كتابه « الحقيقة والخيال والتبؤ » الطبعة الثانية لراندياقبولس - حركة بويز - ميريل (انيلان) سنة ١٩٧٥ يتناول هذا المؤلف المشكلات الأساسية المتعلقة بصحة القوانين والقضايا المخالفة للواقع والاستدلال الاستقرائي وقصصها من وجهة نظر تحليلية متقدمة.

في درجة حرارة فوق الستين درجة مئوية (والحقيقة أن درجة غليان الماء هي ١٠٠ درجة مئوية) ولكن القضية القائلة بأن « كل الصخور في هذا الصندوق تحوى حديدا » لا يمكن أن تستخدم على نحو مماثل لتأييد قضية مخالفة للواقع .

« إذا كانت هذه الحصة قد وضعت في هذا الصندوق لكان قد احتوى على الحديد » وبالمثل إن القانون على النقيض من التعميم العرضي الصادق يمكن أن يؤيد القضايا الشرطية الجازمة أى القضايا ذات الصورة « إذا كان لابد أن يحدث فإن « ب » كذلك » حيث يترك جانباً مسألة كانت تحدث أو لا تحدث في واقع الأمر فالقضية القائلة .

« إذا كانت شحنة البرافين هذه لا بد وأن توضع في الماء إذن ستصهر » مثال لذلك . ويرتبط وثيقاً بهذا الفارق فارق آخر له أهمية خاصة لنا . فالقانون من القوانين يمكن أن يستخدم كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم تعميم من التعميمات العرضية . ومن ثم إن إذابة شحنة البرافين الخاصة الموضوع في ماء مغلي يمكن أن تفسر بالتطابق مع الشكل البرهاني ($D \cdot N$) الاستنباط وفق نوايس . وذلك بالرجوع إلى الوقائع الجزئية المذكورة . وإلى القانون القائل بأن البرافين يذوب عندما ترتفع درجة حرارته فوق الستين درجة مئوية ولكن الحقيقة القائلة بأن صخرة خاصة في صندوق تحوى حديداً لا بد وأن تفسر على نحو مماثل بالرجوع إلى القضية المطعنة القائلة بأن كل الصخور في الصندوق تحوى حديداً .

وقد يبدو من المستحسن أن نقول خلافاً لمزيد من التمييز أن القضية الأخيرة تستخدم ببساطة كصفة مختصرة متصلة نهائية من هذا النوع « الصخرة هـ ، تحوى حديداً والصخرة هـ تحوى حديداً والصخرة هـ تحوى حديداً في حين

أن التعميم يحدد البراهين بشرط إلى مجموعة حالات خاصة لا متناهية بالقوة .
ولذلك لا يمكن تفسيره بقضايا متصلة متناهية تعرف شواهد فردية .

هذا التمييز مقترح وإن كان فيه غلو . لأننا إذا بدأنا به كان التعميم
القائل بأن كل الصخور في هذا الصندوق تحوى حديدا لا يخبرنا في الواقع
بكم صخرة في الصندوق ولا بكم أيا من الصخور المعينة هي ، هي —
الخ . ومن ثم فإن القضية العامة لا تنكفي من الناحية المنطقية قضية متصلة
متناهية من النوع المذكور توا . ولكن نصوص قضية متصلة مناسبة محتاج
إلى ملاحظات إضافية قد نحمل عليها بعد ، وضع بطاقات على الصخور
في الصندوق . وإلى جانب ذلك تعميمنا القائل « كل الأجسام من الذهب
اخالص ككتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام إن يعتبر قانونا حتى إذا
كانت هناك أجسام من الذهب كثيرة لا متناهية العدد في العالم .
ومن ثم فإن الحكم الذي وضعناه موضع الاعتبار يحقق لأسباب كثيرة
متعددة .

ونلاحظ أخيرا أن القضية ذات الصورة السكلية قد توصف باعتبارها
قانونا حتى وإن لم يكن لها بالفعل شواهد أيا كانت وكمثال فنحصر القضية
القائلة « بالنسبة لأي جرم من الأجرام السماوية له نصف قطر الأرض ونصف
كتلتها يتطابق السقوط الحر من السكون مع الصيغة القائلة بأن العجلة = ٣٢
قدما مربعا في الثانية وقد لا يكون ثم جرم سماوي في في السكون أجمع له الحجم
والكتلة المعنيين ومع ذلك إن للقضية صفة لقانون لأنها (أو بالأحرى
بالقريب منها كافي حالة قانون جاليليو) تنتج من نظرية نيوتن عن الجاذبية
والحركة في اتصالها بالقضية القائلة أن عجلة السقوط الحر على الأرض هي ٣٢ قدما

في الثانية الواحدة كل ثانية واحدة .

ومن ثم إنها ذات تأييد قوى تماما كالقانون الذى أوردناه قبلا للسقوط الحر على سطح القمر .

لاحظنا أن القانون يمكن أن يؤيد قضايا شرطيه جازمة ومخالفة للواقع عن الشواهد بالقوة .

أى عن الحالات الخاصة التى يمكن أن تحدث أو التى كان ممكنا أن تحدث ولكنها لا تحدث .

وعلى نحو مماثل تؤيد نظرية نيوتن قضيتنا العامة في الصيغة الشرطية المختصرة والتي توحى بما يشبه القانون أعنى (بالنسبة لأى جرم سماوى قد يكون موجودا وبحيث يكون له نفس حجم الأرض وضمف كتلتها يتطابق السقوط الحر مع الصيغة القائلة بأن عجلة السقوط ٣٢ قدما مربعا في الثانية الواحدة . وخلافا لذلك القميم الخاص بالصخور لا يمكن أن يفسر باعتباره يقرر أن أية صخرة من الصخور التى تسكون في الصندوق تحوى حديدا وليس لهذه الدعوى الأخيرة بطبيعة الحال تأييد نظرى . وبالمثل ليس لنا أن نستخدم تميمنا عن كتلة الأجسام المصنوعة من الذهب ولنسمها « ح » لتأييد قضايا مثل « جسمان » من الذهب الخالص كتلتهم منفردين تبلغ أكثر من مائة ألف كيلو جرام لا يمكن صهرها ليكونا جسما واحدا . وإذا كان الصهر ممكنا كانت كتلة الجسم الناتج حينئذ أقل من مائة ألف كيلو جرام لأن النظريات الفيزيائية والكيميائية الأساسية عن المادة . تلك النظريات المقبولة والتداولية لا تحول دون نوع الصهر الذى تناولناه هنا ولا يتضمن أن هناك كتلة فاقدة من النوع المشار إليه هذا .

ومن ثم إذا كان التعميم « ه » صادقا أى إذا لم تكن ثمة استثناءات لا بد وأن تحدث دوما فإن هذا يؤسس عرضا أو إنفاقا وفق حكم النظرية الجارية التى تسمح بحدوث استثناءات للتعميم « ه » .

ومن ثم إذا اعتبرت القضية ذات الصورة الكلية قانونا إمتدت فى جزء منها على النظريات العلمية المقبولة فى ذلك الوقت .

ولا يخفى هذا القول بأن التعميمات الأمبريقية بدأت بالتضاييا ذات الصورة الكلية ، تلك التى تأيدت جيدا من الناحية الأمبريقية ولكن دون أساس نظرى إنها لن تنقسم بوصفها قوانين فتوانين جاليليو وكيلرويول على سبيل المثال قبلت على هذا النحو قبل أن تجد تأييدا نظريا . وموافقة النظرية هى هذا بالأحرى قضية ذات صورة كلية سواء تأيدت إمبريقيا أم لم تختبر بعد . تنقسم بوصفها قانونا إذا تضمنتها نظرية مقبولة .

(التضاييا من هذا النوع يشار إليها غالبا باعتبار أنها قوانين نظرية)
وإذا تأيدت من الناحية الامبريقية وافترض صدقها مسبقا فى الواقع فلن تنقسم بوصفها قانونا إذا كانت تحكم حدوث افتراض معين (وذلك مثل صهر جسيمين من الذهب وكتلة ناتجة تزيد عن مائة ألف كيلو جرام فى حالة التعميم ه) تسمه النظرية المقبولة بوصفها ممكنة^(١) .

(١) من أجل تحليل أولى لمفهوم القانون ولأجل مزيد من قوائم المصادر أنظر ارنست نايجل
بنية العلم، فيزيودوك . هار كوت بريس وارلد سنة ١٩٦١ الفصل الرابع .

٥-٤ اصول التفسير الاحتمالى :

ليست كل التفسيرات العلمية قائمة على قوانين ذات صورة كلية ومن ثم جيم الصغير مصاب بالحصبة تفسر بقولنا أنه أخذ المرض من أخيه الذى كان مصابا بحالة سيئة من الحصبة منذ بضعة أيام مضت . هذا التفسير يربط الواقعة المفسرة بواقعة حدث قبلا وهى تعرض جيم للحصبة . يقال أن الواقعة الأخيرة تزودنا بتفسير لأن هناك ارتباطا بين التعرض للحصبة والإصابة بالمرض . لا يمكن التعبير عن ذلك الارتباط بقانون ذى صورة كلية إلا أن كل حالة تعرض للحصبة لا تنتج العدوى . ما يمكن ادعاؤه هو فحسب الأشخاص المعرضون للحصبة يصابون المرض لإحتمالية عالية أى بنسبة مئوية عالية فى كل الحالات . القضايا العامة من هذا النمط والتي نختبرها نوا نسي قوانين ذات صورة إحتالية أو قوانين إحتالية باختصار . نقي تصويرنا تتألف المفسرات من القانون الاحتمالى المذكور نوا والتضية القائلة بأن جيم كان معرضا للحصبة . وخلافنا لحالة التفسير وفق نواميس لا تتضمن هذه القضايا المفسرة القضية المفسرة القائلة بأن جيم أصيب بالحصبة لأن النتيجة فى صادقة دائما فى الاستدلالات الاستنباطية بينما فى مثالنا من الواضح أنه من الممكن أن تكون القضايا المفسرة صادقة ومع ذلك القضية المفسرة كاذبة وبإيجاز نقول إن القضايا المفسرة (المفسرات) تتضمن المفسرات ليس يقيين استنباطى ولكن فحسب يتعين تقريبى أو باحتمالية عالية والبرهان التفسيرى الناتج يرسم على النحو الآتى الوارد فى أعلى الصفحة .

الاحتمالية بالنسبة للأشخاص المعرضين للحصبة .

الإصابة بالمرض عالية :

[تضع احتمالات عالية] جيم كان معرضاً للأصابة الحصية :

أصيب جيم بالحصية .

في التمثيل المتعدد للبرهان الاستنباطي الذي استخدم على سبيل المثال في الشكل البرهاني (الاستنباط وفق نواميس) السابق تفصل النتيجة عن المقدمات بخط مفرد يستخدم لبيان أن المقدمات تتضمن النتيجة من الناحية المنطقية .

النقط المزدوج المستخدم في الشكل البرهاني الذي أوردناه أخيراً مقصود به الإشارة بالمائلة إلى أن المقدمات (الفسرات) تحمل النتيجة (القضية المفردة) أكثر أو أقل احتمالاً . ودرجة الاحتمال يوحى بها التدوين بين قوسين وتسمى البراهين من هذا النوع بالتفسيرات الاحتمالية . وكما تبين من مناقشنا لمن التفسير الاحتمالي لحادثة مفردة يشترك مع نمط التفسير الاستنباطي وفق نواميس والنمط المناظر له في خصائص أساسية معينة .

في كلا الحالتين تفسر الحادثة المعينة الرجوع إلى الحوادث الأخرى التي ترتبط معها الحادثة المفردة بقوانين .

ولكن في إحدى الحالتين تكون القوانين ذات صورة كلية وفي الأخرى ذات صورة احتمالية . وبينما يوضح التفسير الاستنباطي أنه على أساس المعلومات المختواة في الفسرات المفسر بتعيين استنباطي خلافاً للتفسير الاستقرائي على أساس المعلومات المختواة في الفسرات بتوقع حدوث المفسر باحتمالية عالية فحسب أو « يتيقن على » . وعلى هذا النحو يقابل البرهان الأخير مطلب الموافقة التفسيرية .

٥- الاحتمالات الاحتمالية والقوانين الاحتمالية :

لا بد لنا أن نفحص صفتين مميزتين للتفسير الاحتمالي لإحفظناهما توا

بأحكام أكثرهما القوانين الاحتمالية التي يستعين بها والنوع الخاص من اللزومات الاحتمالية التي تربط بين المفسر والمفسر .

لفرض أنه من وعاء يحوى كرات كثيرة من نفس الحجم والكتلة ولكن ليس بالضرورة من نفس اللون جرى سحب متعاقب وفي كل سحب تستبدل إحدى الكرات ويلاحظ لونها ثم أعيد الكرة إلى الوعاء الذي اختلطت محتوياته تماماً قبل أن يحل السحب التالى هكذا مثال يسمى لما بالعملية أو التجربة العشوائية . تصور تقوم بتحديد خصائصه بتفصيل أكبر نشير إلى الإجراء الذى وصفناه توا باعتبار التجربة « هـ » وإلى كل سحب باعتباره أداء للتجربة « هـ » وإلى لون الكرة الناتجة عن السحب باعتباره النتيجة أو حاصل الأداء .

إذا كانت كل الكرات فى الوعاء بيضاء اللون فإن قضية من القضايا ذات الصورة الكلية الدقيقة تصدق على النتائج المتولدة عن أداء التجربة « هـ » وكل سحب من الوعاء ينتج عن كرة بيضاء أو تنتج عنه النتيجة « ص » . إذا كان فقط بعض الكرات وليكن ٦٠٠ كرة بيضاء اللون بينما البعض الآخر وليكن ٤٠٠ كرة حمراء اللون فإنه تصدق على التجربة قضية عامة ذات صورة احتمالية وإحتمالية أداء التجربة « هـ » لتنتج كرة بيضاء أو حاصل ص هو ٦٠٠ وبالرموز .

$$١٥ ح (ص ٦ هـ) = ٦٠$$

وبالمثل احتمالية الحصول على الوجوه كنتيجة للتجربة العشوائية « هـ » لنقف قطعة نقود معدنية هي .

$$٥٠ ح (ر ٦ ع) = ٥٠$$

احتماليه الحصول على آس كنتيجة لتجربة عشوائية ز لدرجة الزهر
المرتب هي .

$$٥ ح ع (١٦ ز) = \frac{1}{4}$$

ماذا تعني مثل هذه القضايا الاحتمالية وفقا لوجهة نظر مألوفة تسمى التصور
الكلاسيكي للاحتمال تفسر القضية ٥ م كالآتي كل إجراء للتجربة « م »
ينتج اختبارا لواحد من بين ألف احتمال أساس أو بدائل أساسية يمثل كل
منها كرة واحدة في الوعاء ٠ من هذه الاختيارات المحتملة ٦٠٠ اختيار موافقة
للحاصل « ص » واحتمالية سحب كرة بيضاء هي يساوية نسبة عدد الاختيارات
الموافقة المتداولة بالنسبة لعدد الاختيارات المحتملة أي $\frac{١}{٦٠٠}$ والتفسير الكلاسيكي
للقضايا الاحتمالية ٥ م ٥ ح ع يتبع نفس الخطوط ٠ ومع ذلك هذه السمة
ليست كافية لأنه إذا كانت الكرات الحمراء الأربعمائة توضع قبل كل سحب
أعلى الكرات البيضاء في هذا النوع الجديد من تجربة الوعاء ٠ وليكن « ق »
نسبة الموافق للبدائل الرئيسية الممكنة بظل ناهو ٠ ولكن احتمال سحب
الكرة البيضاء ، أقل في التجربة « د » التي اختلطت فيها الكرات تماما
قبل كل سحب ٠ والتفسير الكلاسيكي يأخذ الاعتبار هذه الصعوبة فيطلب
أن تكون البدائل الرئيسية المشار إليها في تعريفه للاحتمال متكافئة الاحتمال
أو متكافئة الامكان ، مطلب يحتمل الاخلال به في حالة التجربة « د » ٠
يشير هذا الشرط الزائد تساؤلا عن كيفية تحديد تكافؤ الاحتمال وتكافؤ
الامكان ٠ نمر على هذه القضية المتبعة نوعا والمثيرة للجدل لأنه يفترض أن تكافؤ
الاحتمال أمكن تحديد خصائصه بوجه يعمد على الرضا بظل التفسير الكلاسيكي
لا يفي بالفرض إذ تخصص الاحتمالات لنتائج التجارب العشوائية التي لا تعرف
لها طريقا مقبولا لتمييز البدائل الأساسية المتكافئة الاحتمال ٠ ومن ثم بالنسبة

للتجربة العشوائية «ز» لدرجة الزهر المرتب يمكن أن تعتبر الأوجه الستة ممثلة لمثل هذه البدائل المتكافئة الاحتمال. ولكننا نعزو هذه الاحتمالات إلى مثل هذه النتائج كدرجة آس أو عدد فردى من النقط. الخ وأيضاً في حالة الزهر المحتمل وإن لم يكن نمطاً حواصل أساسية متكافئة الاحتمال يمكن تمييزها هنا. وبالمثل — وهذا هام بوجه خاص — يحدد العلم احتمالات النتائج لتجارب عشوائية معينة أو إجراءات عشوائية تصادفنا في الطبيعة وذلك كالتحلل خطوة فخطوة لذرات المواد المشعة أو إستحالة الذرات من حالة طاقة إلى أخرى. ومرة أخرى نجد بدائل رئيسية متكافئة الاحتمال قد تعرف ونحسب بها كلاسيكياً مثل هذه الاحتمالات.

ولكى نصل إلى تفسير مقنع للقضايا الاحتمالية بدرجة أكبر نضع كيف تتأكد احتمالية درجة الآس من الآسات يزهر معين غير معروف ترتيبه من الواضح أن هذا يتم بإجراء الكثير من الرميات بالزهر والتأكد من التكرار النسبى أى التناسب لتلك الحالات التى يظهر فيها الآس. وعلى سبيل المثال إذا أجريت التجربة «ز» لدرجة الزهر ٣٠٠ مرة وظهر الآس في ٦٢ حالة كان التكرار النسبى $\frac{62}{300}$ معتبر القيمة تقريبية للاحتمال $\frac{1}{5}$ (١، ز) لدرجة آس من الآسات بالزهر المعين. ونستخدم إجراءات مماثلة لتقييم الاحتمالات المرتبطة بنقف قطعة نقود معينة، تدوير عجلة الروليت. الخ وبالمثل الاحتمالات المرتبطة بالتحلل الأشعاعى النشط والانتقالات بين مختلف حالات الطاقة الذرية والعمليات التخلفية ٠٠٠ الخ تصعد بالتأكد من التكرارات النسبية المناظرة إلا أن هذا غالباً ما يجرى بطرق غير مباشرة بدرجة عالية أكثر منه بالنمذ البسيط للحالات الذرية المفردة أو غيرها من الحالات في الأنواع الموافقة.

ويصدق التفسير بلغة التكرارات النسبية أيضا على التضايا الاحتمالية وذلك مثل « ب » ، « ٥ » ، « ج » اللتان تعنيان بنتائج ثقف قطعة معدنية نقيصة (أى متجانسة وأسطوانية تماما) أو رمى زهر مرتب (متجانس ومكعب تماما) .

أيهتم به العالم أو المقامر بالنسبة لهذه المسألة في عمل قضية احتمالية هو التكرار النسبي الذى عن طريقة تتوقع النتيجة « ل » في سلسلة طويلة من التكرارات لتجربة عشوائية « ع » حساب البدائل الرئيسية المتكافئة الاحتمال وبينها البدائل الموافقة للنتيجة « ل » والى قد تعتبر حيلة استكشافية لتخصين التكرار النسبي لـ « ل » وفي الواقع حينرمى الزهر المرتب أو القطة المعدنية الجيدة عددا كبيرا من المرات تنجبه الأوجه المختلفة للظهور بتكرار متساوى . وقد يكون ممكنا للمرء أن يتوقع هذا على أحاس الاعتبار المتعائلة للنوع الذى يكثر إستخدامه في تكوين الفروض الفرضائية لأن معرفته الامبريقية لا تقدم أساسا لتوقع أى من الوجوه أكثر من غيره . ولكن حيث تكون هذه الاعتبار نافذة من الناحية الاستكشافية لا يجب اعتبارها حقائق يقينية أو بنية بذاتها . فبعض الافتراضات بصدد الاحتمالات المتكافئة عرضة دائما للتصحیح في ضوء المعطيات الامبريقية المتعلقة بالتكرارات النسبية الفعلية للظواهر موضع الدراسة . وتوضح هذه النقطة أيضا بالنظريات الاحصائية للنازات . تلك النظريات التى طورها نور واينشتين وفرما وديراك على القوالى . تلك التى تقوم على فروض ثققة بأى التوزيعات المعزليات على وجه المكان متكافئة الاحتمال ومن ثم إن الاحتمالات المعينة في القوانين الاحتمالية تمثل التكرارات النسبية . إلا أنها

تستطيع تعريفها بدقة باعتبارها تكرارات نسبية في سلسلة طويلة من التكرارات للتجربة العشوائية الموافقة . لأن التناسب للآسات التي نحصل عليها في رمي زهر معين يتغير تغيرا طفيفا كلما امتدت سلسلة الرميات . وفي سلسلتين لهما نفس الطول يختلف عدد الأساسات عادة إلا أننا نجد أنه كلما تزايد عدد الرميات كأن التكرار النسبي للمحوصل المختلفة أميل إلى التغير أدنى فأدنى وإن تباينه نتائج الرميات المتعاقبة بكيفية غير مطردة لا يمكن التنبؤ بها عمليا . هذا هو ما يسمى التجربة العشوائية « ع » ذات المحوصل ل_١ ، ل_٢ ، ل_٣ — له بوجه عام الإجراءات المتعاقبة للتجربة « ع » تنتج لنا واحدة أو الأخرى من تلك النتائج على هيئة غير مطردة . ولكن التكرارات النسبية للنتائج تميل لأن تصبح ثابتة كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة واحتمالات النتائج الحاصلة .

ع (ل_١ ، ع) ، ع (ل_٢ ، ع) ، ع (ل_٣ ، ع) قد تعتبر القيم المثلث التي تميل التكرارات الفعلية إلى إقترانها كلها أصبحت ثابتة باطراد متزايد . . ولأجل الاتفاق الرياض تعرف الاحتمالات أحيانا باعتبار أنها حدود رياضية تتجه نحو التكرارات النسبية كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة تزايداً غير محدود . ولكن هذا التعريف قاصراً قاصوراً معيناً من ناحية المفهوم . وفي بعض الدراسات الرياضية المعاصرة عن الموضوع تتحدد خصائص المعنى الأميريقي المقصود لمفهوم الاحتمال عمداً ولأسباب طليعية بطريقة أكثر غموضاً بواسطة ما يسمى التفسير الاحصائي للاحتتمال^(١) .

(١) لريد من التفصيل عن مفهوم الاحتمال الاحصائي وعن التعريف الحديث وأوجه التقص فيه يوجد في مقالة أرنست نايجل « مبادئ نظرية الاحتمال » مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩٣٩
نعم قلنا للتفسير الاحصائي ذلك للتفسير الاحصائي الذي قدمه كرامر في ص ١٤٨ ، ١٤٩
من كتاب « المناهج الرياضية للاحصاء » برنتون مطبعة جامعة برنتون سنة ١٩٤٦

التسمية ح (ل و ع) = -

تعنى أنه في سلسلة طويلة من إجراء التجربة العشوائية ع يكون إنساق الحالات مع النتيجة ل شديد الاقتراب من « ر ». لابد من تمييز مفهوم الاحتمال الاحصائي الذي تحدت خصائصه على هذا النحو من مفهوم الاحتمال الاستقرائي أو المنطقي الذي تناولناه في القسم ٤ - ٥ . فالاحتمال المنطقي هو علاقة كمية بين قضايًا محدودة . فالتفضية ح (ف ، ك) = - تقرر أن الفرض « ف » يؤديه أو نجمله محتملا إلى الدرجة « ر » البيئة المصاغة في التفضية ك . الاحتمال الاحصائي علاقة كمية بين أنواع من الحوادث تقبل التكرار . ثمة نوع معين من الحاصل الناتج « ل » ونوع معين من التجربة العشوائية « ع » يمثل التكرار النسبي الذي به تميل النتيجة « ل » إلى الحدوث في سلسلة طويلة من إجراء التجربة « ع » . ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصها الرياضية فكلاهما يستوفى المبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية .

(١) القيم العددية الممكنة لكل الاحتمالين مداها من صفر إلى واحد .

صفر > ح (ل و ع) > ١

صفر > ر (ف ، ل) > ١

(ب) احتمال حدوث واحد من اثنين من الحواصل الناتجة عن التجربة ع والمستبعدة بالتبادل هو مجموع الاحتمالات للنتائج مأخوذة منفصلة . احتمال الصدق القائم على أية بيئة « ل » بالنسبة لواحد أو آخر من الفرضين المستبعدين بالتبادل هو مجموع احتمالاتهما على التوالي .

إذا كان ل ، ل مستبعدين بالتبادل فإن

$$ح (ل، أول، ع) = ح (ل، ع) + ح (ل، هـ، ع)$$

إذا كان ف، هـ، ف، فرضين مستبعدين من الناحية المنطقية فإن

$$ح (ف، أول، ف، ل) = ح (ف، ل) + ح (ف، هـ، ل)$$

(ح) احتمال أن تحدث بالضرورة نتيجة من النتائج في كل الحالات

مثل ل أول ل هو واحد. فالاحتمال القائم على أية بيئة لفرض من الفروض

يكون صادقا من الناحية المنطقية (وبهذا المعنى ضرورة) وذلك مثل ف

أول ف هو واحد.

$$ح (ل أول ل، ع) = ١$$

$$ح (ف أول ف، ل) = ١$$

يمكن إختبار الفروض العلمية في صورة القضايا الاحتمالية بنحوص التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج موضع الاهتمام وتأيد مثل هذه الفروض الواردة بحكم عليه بلغة التقارب في الاتفاق بين الاحتمالات الفرضية والتكرارات موضع للملاحظة.

إلا أن منطق مثل هذه الإختبارات يمثل بعض المشكلات العويصة التي تستدعى على الأقل فحصا بإيجاز. لنفحص الفرض «ف» القائل بأن احتمال دحرجة الآس بزهر معين هو ١/٥ أو بإيجاز ح (٢، ز) = ١/٥ ر حيث «ز» هي التجربة العشوائية لدحرجة الزهر. فالفرض «ف» لا يتضمن من الناحية الاستنباطية أية لزومات إختبارية لتمييز كم من الآسات يقع في سلسلة متناهية من الرميات للزهر. فعلى سبيل المثال لا يتضمن أن ٧٥ رمية بالفضبط من بين ٥٠٠ رمية تنتج لنا آسا ولا أن عدد الآسات يقع فيما بين ١٥٠، ١٠٠ ومن ثم إذا كانت نسبة الآسات التي نحصل عليها بالفعل في عدد كبير من (٧٢ - غلفه المأموم)

الرميات يختلف بقدر معقول عن ١٥ فإن هذا لا يبطل « ف » بالمعنى الذى يمكن أن يبطل فيه فيه فرض من الفروض ذات الصورة السلكية الدقيقة . وذلك مثل « كل البجع أبيض » يمكن إبطالها بفضل برهان الرفع وذلك بالاشارة إلى شاهد واحد يخالف ذلك مثل جمعة سوداء وبالمثل إذا كان الشوط من الرميات للزهر ينتج لنا نسبة من الآسات قريبة من ١٥ فهذا لا يؤيد الفرض « ف » بالمعنى الذى يتأيد فيه فرض من الفروض بإيجاد أن القضية الإختبارية « ت » التى يتضمنها من الناحية المنطقية صادقا حقا لأنه فى هذه الحالة الأخيرة يقرر الفرض القضية « ت » بالازوم المنطقى ونتيجة الإختبار هى لذلك مؤيدة بمعنى أنها تبين أن جزءا معينا مما يقرره الفرض صادق فى واقع الأمر . ولكن ليس ثمة شئ مماثل مماثلة دقيقة يبينه تكرار المعطيات المؤيدة للفرض « ف » لأن « ف » لا يقرر عن طريق الازوم أن تكرار الآسات فى شوط طويل يكون بالتحديد قريبا من ١٥ .

ولكن حيث لا يحول « ف » من الناحية المنطقية دون احتمال إبتعاد نسبة الآسات التى نحصل عليها فى سلسلة طويلة من الرميات للزهر من ١٥ . يتضمن أن مثل هذه الابعادات غير محتملة بدرجة عالية فى المعنى الإحصائى أى أنه إذا كانت تجربة الأداء لسلسلة طويلة من الرميات (قل ١٠٠٠ منها فى السلسلة) تتكرر عددا من المرات فإن نسبة ضئيلة فحسب من تلك السلسلة الطويلة هى التى تنتج نسبة من الآسات تبعد بقدر معقول عن ١٥ فإن نسبة الدرجة الزهر من المفترض عادة أن نتائج الرميات المتوالية مستقلة من الناحية الإحصائية . ويعنى هذا إجمالا أن احتمال الحصول على آس فى رمى الزهر لا يعتمد على نتيجة الرمية السابقة . وبين التحليل الرياضى أنه فى إتصال مع

إفترض الإستقلال يحدد الفرض «ف» من الناحية الاستنباطية . الاحتمال
الاحصائي لنسبة الآسات التي نحصل عليها في h من الرميات . إنها تمتد
عن ١٥ر بما لا يزيد عن قدر معين . وعلى سبيل المثال يتضمن الفرض «ف»
أنه بالنسبة لسلسلة طويلة من الرميات لازهر ١٠٠٠ رمية الاحتمال حوالى
٩٧ر بحيث أن نسبة الآسات تقع بين ١٢٥ر ، ١٧٥ر وبالمثل بالنسبة لشوط
من ١٠٠٠٠ رمية . يكون الإجمالى حوالى ٩٩٥ر بحيث تقع نسبة الآسات
بين ١٦١٤ر . ومن ثم يمكن أن نقول إنه إذا كان الفرض «ف» صادقا
فمن المؤكد من الناحية العلمية أنه في محاولة من المحاولات ذات الشوط
الطويل تختلف النسبة للملاحظة من الآسات بقدر ضئيل عن قيمة الاحتمال
الافتراضى ١٥ر . ومن ثم إذا كان التكرار للملاحظ لنتيجة من النتائج
ليس قريبا من الاحتمال المعين لها بواسطة فرض احتمالى طويل المدى فمن
المحتمل أن يكون ذلك الفرض كاذبا .

وفي هذه الحالة يعد تكرار المعطيات غير مؤيد للفرض وأخذاً من الثقة
فيه وإذا وجدت بيئة من البيانات غير مؤيدة للفرض بدرجة كافية أعتبر
الفرض مرفوضاً من الناحية العلمية إن لم يكن من الناحية المنطقية وبناء على
ذلك يطرح الفرض . وبالمثل الإتفاق الشديد بين الاحتمالات الافتراضية
والتكرارات للملاحظة يميل إلى تأييد الفرض الاحتمالى ويؤدى إلى قبوله .

إذا كانت الفروض الاحتمالية تقبل أو ترفض على أساس البيئة الإحصائية
المتعلقة بالتكرارات للملاحظة استدعى الأمر معايير مناسبة . هذه المعايير
يتعين عليها أن تحدد (١) ما عى إنحرافات التكرارات للملاحظة عن
الاحتمال الذى يقرره فرض من الفروض تلك الانحرافات التى تعد أساسا لرفض

الفرض (ب) كم يتطلب الأمر من شدة الاتفاق بين التكرارات للملاحظة والاحتمال الافتراضى كشروط قبول الفرض . هذان المطلبان موضع البحث من الممكن أن يكونا أكثر أو أقل دقة وتمييزهما مسألة من مسائل الاختيار تتميز شدة المعايير المختارة تبعاً لتغير السياق والأهداف المنشودة من البحث موضع الدراسة .

إنها تعتمد على الأهمية المضافة في السياق المعطى لتجنب نوعين من الخطأ قد يرتكبا . اطراح الفرض موضع الاختبار رغم صدقه وقبوله رغم كذبه . تتضح أهمية هذه النقطة بصفة خاصة عندما يستخدم قبول الفرض أو رفضه كأساس للتصرف العملى . ومن ثم إذا كان الفرض مهماً بالفاعلية والأمان المحتملين للفصل الجديد فإن القرار بصدد قبوله يأخذ في الاعتبار كيف تتفق نتائج الاختبار الاحصائية مع الاحتمالات التى يعينها الفرض . ليس ذلك فحسب ولكن أيضاً كم الخطورة للنتائج المترتبة على قبول الفرض والتصرف بحسبها (وعلى سبيل المثال تطعيم الأطفال بلقاح الجدري) عندما يكون الفرض فى واقع الأمر كاذباً . والنتائج المترتبة على إطراح الفرض والتصرف بحسبها (مثال ذلك أنلاف المصل والتمديد والموقف عن الاستمرار فى تصنيعه) عندما يكون الفرض فى واقع الأمر صادقاً . المشكلات المعقدة التى تنشأ فى هذا السياق تشكل موضوع نظرية الاختبارات والقرارات الاحصائية . تلك النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات^(١) .

إن الكثير من القوانين العامة والمبادئ النظرية للعلوم الطبيعية ذات طابع احتمالى ولو أنها غالباً ذات صورة أكثر تعقيداً من القضايا الاحتمالية البسيطة التى ناقشناها . وعلى سبيل المثال وفقاً لنظرية فزيائية جارية إن

(١) عن هذا الموضوع أنظر لوس وارثا ألباب وقرارات نيوبورك مؤسسة جون ويل وأولاده سنة ١٩٥٧ .

التحلل الاشعاعى النشط ظاهرة عشوائية حيث تكون ذرات كل عنصر إشعاعى نشط. حائزة لاحتمال متميز للانحلال خلال فترة معينة من الزمان وتصاغ القوانين الاحتمالية المناظرة عادة كقضايا تعطى «نصف عمر» للعنصر المعنى . ومن ثم إن القضايا التي تقرر أن نصف عمر الراديوم ^{226}Ra هو ١٦٢٠ عاما وأن نصف عمر البولونيوم ^{218}Po هو ٣ر٠٥ دقيقة هي قوانين يراد بها أن احتمال الانحلال لذرة من ذرات الراديوم ^{226}Ra في مدى ١٦٢٠ عاما ولذرة من ذرات البولونيوم ^{218}Po في ٣ر٠٥ دقيقة كلاهما ٠ر٥. ووفقا للتفسير الاحصائى الذى أردناه قبلا تتضمن هذه القوانين أنه من مجموعة كبيرة من ذرات الراديوم ^{226}Ra أو ذرات البولونيوم ^{218}Po المعطاة في زمن معين وبالاتقارب الشديد من نصف واحد ٥ر يظل يوجد ١٦٢٠ عاما أو ٣ر٠٥ دقيقة عقب ذلك والنصفان الآخران انحلا بالانحلال الاشعاعى النشط .

وفي نظرية الحركة تفسر الاطارات المختلفة في سلوك الغازات بما في ذلك قوانين الديناميكا الحرارية الكلاسيكية بواسطة اقتراضات معينة عن الجزئيات المكونة لها وبعض هذه القوانين قوانين احتمالية تتعلق بالاطارات الاحصائية في حركات واصطدامات تلك الجزئيات .

ونمة ملاحظات إضافية قليلة خاصة بفكرة القوانين الاحتمالية يشار إليها: قد يبدو أن كل القوانين العلمية لا بد من توصيفها باعتبارها قوانين احتمالية من حيث أن البيئة المؤيدة التي في متناول أيدينا هي دائما عدد من النتائج المحددة وغير الشاملة من الناحية المنطقية . هذا المدد يضمن عليها احتمالية

عالية بدرجة أقل أو أكبر . ولكن هذه الحجة تفقد النقطة القائلة بأن التمييز بين القوانين السككية والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لا يشير إلى قوة التأييد عن طريق البينة بالنسبة للنوعين من القضايا . ولكن صورتها التي تمكس الطابع المنطقي للدعوى التي يقبلها . فالقانون ذو الصورة السككية أساساً قضية يراد بها أنه في كل الحالات حيث تتحقق شروط من النوع «و» تتحقق كذلك شروط من النوع «ز» . بقر القانون ذو الصورة المنطقية أساساً أنه في ظل ظروف معينة تشكل إجراء التجربة العشوائية «ع» يحدث نوع معين من النتائج في نسبة مئوية معينة من الحالات . لا أهمية لمسألة ما إذا كانا صادقين أو كاذبين مؤيدين حيداً أو غير مؤيدين . فهذان النقطتان من الدعاوى هما من طابع مختلف منطقياً وعلى هذا الاختلاف يتوقف تمييزنا . وكأرينا قبلاً القانون ذو الصورة السككية «حيث وإذن ز» هو بالقطع معادل مختصر منطوق من بعد لتقرير يوضع لكل حدث لـ «و» التي اختبرت في إرتباطها مع حدث «ز» . وبالأخرى إنه يتضمن أيضاً تقارير لكل حالات «و» التي لم تختبر في الماضي فضلاً عن الحاضر والمستقبل . ويتضمن أيضاً قضايا شرطية إفتراضية مخالفة للواقع تمنى بالحدث المحتمل لـ «و» .

إنها بالضبط هذه الخاصية التي تمنع مثل هذه القوانين قوتها التفسيرية . والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لها موقف مماثل فالقانون الذي يقرر أن التحلل الاشعاعي النشط للراديوم ٢٢٦ هو عملية عشوائية ذات نصف لـ ١٦٢٠ عاماً ليس معادلاً لتقرير يصدد معدلات التحلل التي لوحظت في عينات معينة من الراديوم ٢٢٦ . فهو معنى بعملية التحلل لأي مقدار من الراديوم ٢٢٦ في الماضي أو الحاضر أو المستقبل . ويتضمن قضايا شرطية جازمة ومخالفة للواقع .

وذلك مثل إذا أدمجت قطعتان من الراديوم في واحدة فإن معدلات التفاعل تظل كما لو كانت القطعتان ظلت منفصلتين ومرة أخرى إنها هذه الخاصية التي تمنح القوانين الاحتمالية قوتها التفسيرية والتنبؤية .

٥ - ٦ الطابع الاستقرائي للتفسير الاحتمالي .

يوضح مثالنا السابق عن إعابة بالحصى واحدا من أبسط أنواع التفسير الاحتمالي والصورة العامة لذلك البرهان التفسيري يمكن أن تنقرر على النحو التالي .

ح (ل ، ع) قريب من الواحد

ت حالة من حالات ع

[يضع احتمالا عاليا]

ت حالة من حالات ل

إن الاحتمالية العالية المشار إليها بين الأقواس والتي تضاف على القضايا المفسرة ليست بالتأكيد احتمالية إحصائية لأنها تسم العلاقة بين القضايا وليست بين أنواع من الحوادث . وباستخدام مصطلح قدمناه في الفصل الرابع نقول إن الاحتمالية موضع التساؤل تمثل الثقة المعقولة في القضايا المفسرة بشرط تقديم المعلومات التي تزودنا بها القضايا المفسرة . وكما لاحظنا قبل لا يقدر ما يمكن تفسير هذه الفكرة باعتبارها احتمالا منطقيا أو استقرائيا .

وفي بعض الحالات البسيطة توجد طريقة طبيعية وواضحة لتفسير عن ذلك الاحتمال بلغة عددية . ففي برهان من النوع الذي تناولناه توا إذا كانت القيمة العددية ح (ل ، ع) محددة فمن المعقول أن نقول إن الاحتمال الاستقرائي الذي تصفيه القضايا المفسرة على القضايا المفسرة له نفس القيمة

المعددية. والتفسير الاحتمالى الناتج له الصورة.

$$C(L, E) = \frac{\text{ت حالة من حالات ع}}{\text{ت حالة من حالات ل} [ظ]}$$

إذا كانت القضايا المفسرة أكثر تعقيداً فإن تحديد الاحتمالات الاستقرائية المناظرة لها بالنسبة للقضايا المفسرة يثير مشكلات صعبة لم تزل جزئياً بغير استقرار. ولكن سواء أكان من الممكن أو غير الممكن أن نحدد احتمالات معددية معينة لمثل هذه التفسيرات فإن الاعتبارات السابقة تبين أنه كلما فسر حادث من الحوادث بالرجوع إلى القوانين الاحتمالية فإن القضايا المفسرة تضيق على القضايا المفسرة وحدها تأييداً استقرائياً قوياً بدرجة أكثر أو أقل. ومن ثم قد نميز التفسيرات الاحتمالية بقولنا إن الأولى تقوم بعمل تصنيف إستنباطى تحت قوانين ذات صورة كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة احتمالية.

وأحياناً ما يقال إنه بسبب طابعه الاستقرائى لا يفسر التفسير الاحتمالى حدوث حادثة حيث القضايا المفسرة لا تحول منطقياً دون عدم حدوثها. ولكن الدور الهام الذى يتسم باطراد والذى تلعبه القوانين والنظريات الاحتمالية فى العلم وتطبيقاته يجعل من الأفضل النظر إلى التفسيرات المبينة على مثل هذه المبادئ باعتبار أنها تفسيرات منتجة كذلك ولو أنها أقل عتفاً من تلك التفسيرات ذات الصورة الاستنباطية وفق نوااميس. لتأخذ على سبيل المثال الانحلال الاشعاعى النشط لعينة مقدارها ملليجرام واحد من البلوتونيوم ٢١٨ لتفرض أن ما تخلف عن هذا المقدار الأولى بعد ٣٠٥

دقيقة وجد ذا كتلة تفقد من وقت لآخر ما بين ٤٩٩ - ٥٠١ ملليجرام .
يمكن أن تفسر هذه النتيجة بقانون احتمالي لانحلال البلونيوم ٢١٨ . لأن
ذلك القانون في إرتباطه بمبادئ الاحتمال الرياضى يتضمن من الناحية
الاستنباطية أنه لو أعطى العدد المائل من الذرات في ملليجرام من البلونيوم ٢١٨
فإن احتمالية النتيجة المينة تكون عالية لدرجة أنه في حالة خاصة قد يتوقع
حدوثه بيقين على . لفحص التفسير الذى قدمته حركة الغازات لتعميم من
التعميمات للؤسسة إمبريقيا والذى يطلق عليه قانون جراهام للإنتشار . يقرر
القانون أنه عند درجة حرارة وضغط ثابتين . فإن معدلات تسرب أو إنتشار
مختلف الغازات في إناء يحتملها عبر حائط مسامى رقيق تتناسب عكسيا مع
الجذور التربيعية لأوزانها الجزيئية بحيث أن مقدار الغاز الذى ينتشر عبر
الحائط في الثانية يكون أكبر كلما كانت جزيئاته أرق . يقوم التفسير على
اعتبار أن كتلة الغاز المعطى والذى ينتشر عبر الحائط في الثانية الواحدة
يتناسب مع متوسط السرعة لجزيئاته . ولذلك يكون قانون جراهام قد تم
تفسيره إذا أمكن بيان أن متوسط السرعة لجزيئات مختلف الغازات النقية
يتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لأوزانها . وليبيان هذا تقوم النظرية
بعمل الافتراضات الموسعة بحيث يتألف الغاز من عدد كبير من الجزيئات
تتحرك بطريقة عشوائية وبسرعات مختلفة تتغير كثيرا نتيجة للاصدامات . إن
هذا السلوك العشوائى بين اطرادات إحصائية معينة وعلى وجه الخصوص بين
جزيئات الغاز عند درجة حرارة وضغط معينين تحدث السرعات المختلفة
باحتمالات محدودة ومتفاوتة . هذه الافتراضات تجعل من الممكن حساب
القيم المتوقعة من الناحية الاحتمالية للسرعات المتوسطة للغازات المختلفة عند

درجات حرارة وضغط متساويين . تبين النظرية أن هذه القيمة المتوسطة المحتملة تتناسب عكسيا في الواقع مع الجذور التربيعية للأوزان الجزئية للغازات . ولكن معدلات الانتشار الحقيقي التي تم قياسها تجريبيا وهي موضوع قانون جراهام للانتشار تتوقف على القيم الفعلية للسرعات المتوسطة في الأوزان الكبيرة والحدودة للجزئيات لإعطاء المقادير من الغاز .

وترتبط متوسطات القيم الفعلية بالقيم الناطرة للقدرة تقديرا احتماليا بكيفية مماثلة أساسا للعلاقة بين تناسب الآسات التي تقع في عدد كبير متناه لسلسلة من الرميات بالزهر والاحتمال الناطر لدرجة آسة من الآسات بذلك الزهر . وينتج فحسب عن النتيجة المستخلصة نظريا والمتعلقة بالتقديرات الاحتمالية أنه بالنظر إلى العدد الكبير من الجزئيات التي تحتويها من المحتمل تماما أنه في أى وقت معين تأخذ متوسطات السرعة قيا قريبة من تقديراتها الاحتمالية . ولذلك من المؤكد عمليا أنها تتناسب عكسيا مثل الأخيرة مع الجذور التربيعية لأوزانها الجزئية ولذلك تستوفى قانون جراهام^(١) . يبدو مقبولا القول بأن هذا البيان يقدم تفسيراً «لأن يكن باحتمالية إرتباطية عالية للسبب في أن الغازات تبتدى الاطراد الذي عبر عنه قانون إجرهام . وفي سياق المؤلفات والرسائل الفزيائية يشار على نطاق واسع في الواقع إلى البيانات النظرية لهذا النوع الاحتمالي على أنها تفسيرات .

(١) لأن متوسط السرعات المشار إليه هنا معرفة تعريفاً كسرعات متوسط الجذور التربيعي لا تختلف قيمة كثيراً عن تلك القيم التي يأخذها متوسط السرعة في الواقع الاتحاد للوسط الحسابي . وثمة جمل تفسير النظرى لقانون جراهام يوجد في الفصل ٢٠ من كتاب هولتون ورولر «أسس العلم الفزيائى الحديث» التمييز غير المذكور صراحة في ذلك التمثيل بين متوسط القيمة لكية من الكميات بالنسبة لعدد متناه من الحالات والقيمة للقدرة احتمالا والفرقة لتلك القيمة توقفت بإيجاز في الفصل السادس (وخامسة القسم الرابع) من كتاب فيثان ، ليتون وساندرز (معاصرات فيثان عن الفزياء) شركة أديسون ويزلى للنشر سنة ١٩٦٤ .

٦ — النظريات والتفسير النظرى :

٦-١ السمات العامة للنظريات :

وانتنا الفرصة مرارا فى الفصول السابقة لذكر أهمية الدور الذى تلعبه النظريات فى التفسير العلمى . ونفحص الآن طبيعة ووظيفة النظريات فحفا منهجيا مفصلا . تقدم النظريات عادة عندما تكشف دراسة فئة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنه فى صورة قوانين أمبريقية . تسمى النظريات إذن إلى تفسير تلك الاطرادات وإلى تقديم فهم أعمق وأكثر دقة للظواهر موضع البحث . ولتحقيق هذه الغاية تفسر النظرية من النظريات تلك الظواهر باعتبار أنها تجليات للكائنات والعمليات التى تكمن وراءها أو تحتها . وهذه الظواهر من المفترض أن تحكمها قوانين نظرية متميزة أو مبادئ نظرية بواسطتها تفسر النظرية الاطرادات الأمبريقية التى اكتشفت قبلا وعادة ماتقبا باطرادات جديدة من أنواع مماثلة . ولنتناول بعض الأمثلة . سعى النسقان البطلى والكورنيقى لتفسير الحركات الظاهرية للشاهدة للأجرام السماوية بواسطة افتراضات مناسبة خاصة بينية الكون الفلكى والحركات الفعلية للأجرام السماوية . قدمت النظريتان الجسيمية والموجية للضوء بيانات عن طبيعة الضوء بلغة إجراءات معينة كامنة خلفه وفسرت الاطرادات المؤسسة قبلها والمعبر عنها بقوانين إنتشار الضوء فى خطوط مستقيمة وقوانين الإنعكاس والآنكسار والتشتت باعتبارها قوانين ناتجة عن القوانين الأساسية التى كان من المفترض تطابقها مع العمليات الكامنة تحتها . ولذا فإن إنكسار أشعة الضوء المار من الهواء إلى الزجاج كانت تفسر فى نظرية هاينجز الموجية باعتبارها ناتجة عن تباطؤ الموجات الضوئية فى الوسط

الأغلف . وخلافا لذلك عزت نظرية نيوتن الجسيمية الإنكار الضوئي إلى جذب أشد قوة يمارسه الوسط الأغلف على الجسيمات الضوئية .

وبطريقة عارضة لا يتضمن هذا التفسير الانحراف المشاهد لأشعة الضوء في إرتباطه مع غيره من الافتراضات التى تفترضها نظرية نيوتن ويتضمن أن الجسيمات الضوئية تسرع عند إنتقالها إلى الوسط الأغلف أخرى من أن تتباطأ حسما تنبأت النظرية الموجية . هذه القضايا الزومية المتعارضة أخبرت بعد ذلك بمائتى عام بواسطة فوكيه فى التجربة التى تناولناها بإيجاز فى الفصل الثالث وأكدت نتيجتها الزوم الموافق للنظرية الموجية .

ولذكر أحد الأمثلة الأخرى . تقدم نظرية حركة الغازات تفسيراً للثباين الواسع للامطادات المؤسسة تأسيساً أمبريقياً على أنها تجليات ميكروسكوبية للإطارات الاحصائية فى الظواهر الجسيمية والذرية الكامنة تحتها . إن الكيانات والاعراض الأساسية التى طرحها نظرية من النظريات والقوانين التى يفترض أن تتحكم فيها يجب تحديدها بإيضاح ودقة وإلا ما أمكن أن نخدم النظرية أغراضها العلمية . تصور هذه النقطة الهامة بالتصور الحيوى الجديد للظواهر البيولوجية فالكائنات الحية ، كما هو معروف ، تبدى تنوعاً من الملامح المثيرة التى تبدو غائية متميزة فى طابعها ومن بين هذه الملامح تحدد الأطراف المفقودة فى بعض الأنواع ونمو مركبات عضوية سوية فى أنواع أخرى من الأجنة التى أنفقت أو تقطعت قطاماً عديدة فى مرحلة مبكرة من نموها . التوافق الملاحظ للكثير من العمليات فى كائن من الكائنات العضوية النامية كما لو كان متبعاً خطة مشتركة تؤدى إلى تكوين فرد ناضج . ووفقاً للتصور الحيوى الجديد لا تحدث هذه الظواهر فى المركبات غير الحية ولا يمكن تفسيرها

بواسطة قوانين الكيمياء والفيزياء وحدها . إنها بالأحرى تجليات لأفعال غائية من نوع غير فزيائى كاملة تحتها يشار إليها باعتبار أنها قوى أنطليخية أو قسوى حيوية . وعادة ما يفترض أن كيميائها النوعية

لا تخالف مبادئ الفزيائى والكيمياء وإن كانت توجه العمليات العضوية فى حدود الامكانيات التى تتيحها القوانين الفزيائية الكيميائية بطريقة من الطرق بحيث أنه فى وجود العوامل المعوقة تتقدم الأجنة فى نموها لتصبح أفراداً أسوياء . وقد يبد أن هذا التصور يقدم لنا فيها أعمق للظواهر البيولوجية موضع البحث . فقد بمنحنا إحساساً بأننا أكثر ألفة معها . ولكن الفهم بهذا المعنى ليس مطلوباً فى العلم . والنسق الذى يحمل نفاذ البصيرة الى الظواهر بهذا المعنى الحدسى لا يوصف بأنه نظرية علمية لهذا السبب . فالافتراضات التى تضعها النظرية العلمية بصدد العمليات الكاملة تحتها لابد وأن تكون محدودة بالقدر الذى يسمح باستخلاص اللزومات المتعلقة بالظواهر التى يتعين على النظرية أن تفسرها . يحقق المذهب الحيوى الجديد فى هذا الصدد . إذ لا يبين الظروف التى تشرع فى ظلها القوى الانطليخية فى العمل وبوجه خاص فى أى صدد تتوجه القوى البيولوجية المباشرة . وعلى سبيل المثال ليس ثمة مظهر خاص من مظاهر نمو الأجنة يمكن أن يستنتج من المذاهب وليس بمقدور المذهب التنبؤ بالاستجابات البيولوجية فى كل شروط تجريبية معينة .

ومن ثم عندما تصادف نمطاً جديداً مثيراً من التوجية العضوى لن نتسكن فى كل المذهب الحيوى الجديد إلا من التفوه بالمنطوق بعد الواقعة « هناك تجلى آخر من تجليات القوى الحيوية » فهو لا يقدم لنا أسباباً لقولنا « على أساس الافتراضات النظرية هذا ما كان متوقفاً بالضبط للنظرية أن تفسره » .

لا ينشأ هذا التصور في المذهب الحيوى عن أن القوى الانتليخية مفهومه باعتبار أنها أفعال لا مادية لا ترى ولا يحس بها . يتضح هذا عندما نقابله بتفسير أطراد حركات الكواكب والحركات القمرية بواسطة نظرية نيوتن . كلا من التفسيرين يستعين بأفعال لا مادية أحدها قوى حيوية والآخر قوى جاذبة . ولكن نظرية نيوتن تحتوى على إقتراضات معينة معبر عنها في قانون الجاذبية وقوانين الحركة التى تحدد :

(١) القوى الجاذبة لكل الأجسام الفيزيكية ذات الأوزان والمواضع المعينة التى تمارس ضغطا على المجموعات الأخرى .

(ب) التغير فى سرعاتها ومواضعها تكشف عنه تلك القوى .

إن هذه السمة هى التى تمنح النظرية قوتها التفسيرية لتفسير الإطارات الملاحظة قبلا والتنبؤ بالمستقبل وإستقصاء الماضى . ومن ثم إن النظرية التى إستخدامها هالى للتنبؤ بأن المذنب من المذنبات الذى لاحظ فى سنة ١٦٨٢ يعود إلى الظهور فى سنة ١٧٥٩ ولتحديد موضعه استقصى المذنبات التى سجلت فى مناسبات سفة سابقة رجوعا إلى سنة ١٠٦٦ أدت النظرية دورا تفسيريا إستعراضيا وتنبؤيا فى إكتشاف النجم نيوتن على أساس عدم الاطراد فى مدار الكوكب أورانوس وبعد ذلك فى إكتشاف الكوكب بلوتو على أساس عدم الاطراد فى مدار الكوكب نبتون .

٦-٢ المبادئ السكائنة والمبادئ الحدودية

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب نوعين من المبادئ . نطلق عليها إسم المبادئ السكائنة والمبادئ الحدودية على سبيل الإيجاز . يتميز النوع الأول بالكليات والعمليات الأساسية التى تستعيد بها النظرية والقوانين

التي من المفترض تطابقها معها . وبيين النوع الأخير كيف تصور النظرية العمليات المرتبطة بالظواهر الامبريقية التي تعرفنا عليها بالفعل والتي قد تفسرها النظرية أو تتنبأ بمستقبلها وتستقضى ماضيها . لنتناول بعض الأمثلة : في نظرية حركة الغازات تكون المبادئ الكامنة هي تلك التي تسم الظواهر الدقيقة على المستوى الجسيمي في حين تربط المبادئ الحدودية بين الأوجه المعينة للظواهر الدقيقة وبين والملاحح المنظورة بالهين المجردة لغاز من الغازات . لنتناول تفسير قانون جراهام للإنتشار في القسم ٥-٦ . تتضمن المبادئ الكامنة التي يستعين بها إقراضات عن السمة العشوائية للحركات الجسيمية والقوانين الاحتمالية التي تحكمها .

وتتضمن المبادئ الحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار وهو خاصية ميكروسكوبية (منظورة) للغاز يتناسب مع متوسط سرعة جزيئاته . كم يعرف بالغاز في مستوى دقيق . أولناخذ تفسير قانون بويل القائل بأن ضغط مقدار ثابت عن الغاز في درجة حرارة معينة يتناسب عكسيا مع حجمه . يستعين هذا التفسير أساسا بالفروض الكامنة كذلك التي يستعين بها قانون جراهام للإنتشار . يقدم الارتباط بالسكم المنظور للضغط بفرض حدودي بحيث أن الضغط الذي يمارسه غاز من الغازات في إناء يحتويه ينتج عن اصطدام الجزيئات بجدار الإناء الحاوي لها ويكون مساويا من حيث السكم المتوسط القيمة لقوة الدفع الكلية التي تطلقها الجزيئات في الثانية الواحدة لوحدة مربعة من مساحة الجدار . تنتج عن هذه الفروض النتيجة القائلة بأن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجمه وطرديا مع متوسط طاقة الحركة لجزيئاته . ومن ثم يستخدم التفسير فرضا حدوديا ثانيا أعنى أن متوسط طاقة

الحركة لجزيئات كمية ثابتة من الغاز يظل ثابتا طالما ظلت درجة حرارة الغاز ثابتة . ومن الواضح أن هذا المبدأ مجتمعاً مع النتيجة السابقة يفتح لنا قانون بويل . في الأمثلة التي تناولناها نواقد يقال إن المبادئ الحدودية تربط بين كيانات معينة مفترضة نظريا لا يمكن أن تلاحظ أو تقاس مباشرة (وذلك كالجزيئات في حركتها ، وكتلتها ، قوة دفعها وطاقاتها) وبين أوجه الأنساق الفيزيائية للتوسطة الحجم والتي يمكن ملاحظتها أو قياسها مباشرة بدرجة أقل أو أكثر . (مثال ذلك درجة حرارة أى ضغط غاز يقاسان بترمو متر أو جهاز لقياس الضغط) ولكن المبادئ الحدودية لا ترتبط دائماً بين أوجه نظرية لا يمكن أن تلاحظ و بين أوجه تجريبية يمكن تلاحظ .

يتضح هذا من تفسير بوهر للتعميم الأميريقي العبر عنه بصلة بالمر التي تناولناها سابقا والتي تحدد بصورة حسابية الأطوال الموجية لسلسلة لامتناهية من الخطوط المستقلة التي تظهر انبعاث طيف الإيدروجين .

يفنى تفسير بوهر على افتراض (١) أن الضوء المنبعث من بخار الإيدروجين كهربيًا أو حراريا يفتح عن الطاقة المتولدة عندما تتطير الذرات المفردة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى .

(ب) إن مجموعة معينة فحسب (لامتناهية نظريا) من مستويات الطاقة المنفصلة المحددة من الناحية الكمية تكون في متناول الإلكترون من ذرة الإيدروجين .

(ج) الطاقة ΔE الناتجة عن تطير الإلكترون ينتج عنها ضوء ذو طول موجي واحد λ . وذلك الطول الموجي الذي يبطيه القانون $\lambda = h \cdot c / \Delta E$ حيث هو ثابت بلانك ، (سرعة الضوء .

وكتيحية يرى الخلط في طيف الايدروجين منظاهرا لتطايير كمي بين مستويين معينين من مستويات الطاقة تصدر صيغة بالمر في الواقع عن إفتراضات بوهر النظرية بالتفصيل الكمي .

تتضمن المبادئ الكامنة المستعان بها هنا افتراضيات تميز نموذج بوهر لذرة الايدروجين باعتبار أنها تتألف من نواة موجية والكثرون يتحرك حولها في واحدة أو أخرى من سلسلة من المدارات الممكنة . كل مدار مقابل لأحد مستويات الطاقة وللإفراض « ب » المتقدم . ومن الناحية الأخرى تنطوي المبادئ الحدودية على فروض مثل « ا » ، « ج » المذكورة قبلا ، فهي تربط الكميات النظرية التي لا يمكن أن تلاحظ بمادة الموضوع الذي تفسره . وهو الأطوال الموجية لخطوط معينة في أنبعاث طيف الايدروجين .

هذه الأطوال الموجية ليست ملاحظة بالمعنى العادي للفظ ولا تقاس ببساطة وعلى نحو مباشر كما يقاس الطول والعرض لاطار صورة أو الوزن لشعلة البطاطس قياسها إجراء غير مباشر بدرجة عالية ويقوم على إفتراضات كثيرة بما في ذلك الافتراضات الخاصة بالنظرية الموجية في الضوء . وفي السياق الذي نتناوله نسلم بتلك الافتراضات . إذ هي لازمة حتى في مجرد تقرير الاطراد الذي ينشده التفسير النظري (الافتراضي) . ومن ثم ليست الظواهر التي تربط المبادئ الحدودية والكميات والعمليات الأساسية التي تفترضها النظرية من النظريات بحاجة إلى أن تكون مما يلاحظ أو يقاس مباشرة . فقد يتميز طابعها بلفظ النظريات القائمة قبلا . وقد تستلزم ملاحظتها وقياسها مبادئ تلك النظريات . فكما رأينا لا تكون للنظرية من النظريات قوة تفسيرية بدون المبادئ الكامنة للنظرية . ولا تكون النظرية قابلة للاختبار (م ٨ - فاسفة العلوم)

دون المبادئ الحدودية. وذلك لأن المبادئ الكامنة للنظرية تهتم بالكيانات والعمليات الخاصة التي تفترضها النظرية (كما في تطاير الإلكترون من مستوى طاقة ذرية إلى مستوى آخر في نظرية بوهر) ولذلك يمر عنها بلغة التصورات النظرية التي تشير إلى تلك الكيانات والعمليات .

ولكن للقضايا اللزومية التي تسمح باختيار تلك المبادئ النظرية التي تعرف بالفعل كيف تلاحظ وتُقاس وتوصف يمر عنها بلغة الأشياء والحوادث التي كانت معروفة قبلا . وبعبارة أخرى حيث تصوغ المبادئ الكامنة للنظرية مصطلحاتها الافتراضية المميزة في ألفاظ مثل :

(نواة ، إلكترون مداري ، مستوى طاقة ، تطاير الإلكترون) تصاغ اللزومات الاختيارية في ألفاظ مثل (بخار الأيدروجين ، انبعاث الطيف ، طول موجي مرتبط بخط طيفي) مفهومه قبلا .

كما عسانا أن نقول إن الألفاظ (المعطيات) قدمت إلى النظرية قبلا وأمكن استخدامها مستقلة عنها . نشير إلى هذه المصطلحات باعتبار أنها في متناول أيدينا قبلا أو باعتبار أنها المصطلحات المفترضة قبلا .

من الجلي أن اشتقاق مثل هذه اللزومات الاختيارية من المبادئ الكامنة للنظرية يتطلب المزيد من المقدمات التي نقيم الارتباط بين مجموعتين من المفاهيم . وهذا — كما تبين الأمثلة السابقة — يتم إنجازه بواسطة مبادئ حدودية مناسبة (تربط على سبيل المثال الطاقة المتحققة في تطاير الإلكترون بالطول الموجي لضوء المنبعث كنتيجة لذلك) . وبدون المبادئ الحدودية لا تنتج المبادئ الكامنة للنظرية لزومات إختبارية وذلك يخالف مطلب القابلية للاختبار .

٦ - ٣ الفهم النظرى :

إن القابلية للاختبار من حيث المبدأ والاحتوى التفسيرى ليست على الرغم من أهميتها النصوى إلا الشرط الضرورى الأدنى الذى لابد وأن تعنى به النظرية من النظريات . إن النسق الذى يقابل هذين المطالبين بلقى الضوء القليل وينتقل إلى الاهتمام العلمى . لا يمكن أن تقرر السمات المميزة لنظرية علمية جيدة فى أفاظ جد دقيقة . فالعديد من خصائص النظريات كان مقترحاً فى الفصل الرابع عند مناقشة الاعتبارات المتصلة بتأييد وقبول الفروض العلمية ولكن الأمر يحتاج إلى بعض الملاحظات الإضافية . فى المجال من مجالات البحث حيث يتحقق قدر من الفهم بإقامة القوانين الامبريقية توسع النظرية الجيدة هذا الفهم وتمثله . أولاً تقدم مثل هذه النظرية تفسيراً موحداً بطريقة منهجية منسقة لظواهر متباينة تماماً . فهى تعود بها جميعاً إلى نفس العمليات الكامنة تحتها وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية .

لاحظنا قبلاً أن التباين المائل للاطرادات الامبريقية (كذلك التى يبينها السقوط الحر البندول البسيط ، حركات القمر والكواكب والمذنبات ، النجوم المزدوجة ، الأقمار الصناعية المد والجزر ... الخ) التى تفسرها المبادئ الأساسية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة وعلى نحو مماثل تدرج نظرية حركة الغازات تبايناً واسماً للاطرادات الامبريقية كتجليات لاطرادات احتمالية معينة فى الحركات العشوائية للجزئيات وتفسر نظرية بوهر للذرة الأيدروجين الاطراد الذى تعبر عنه صيغة بالمر فحسب تلك الصيغة التى تشير إلى سلسلة واحدة من الخطوط طيف الأيدروجين وتحتوى على سلاسل متعددة

لخطوط مشتركة تقع في الأجزاء غير المرئية من ألوان الطيف تحت الحمراء أو فوق البنفسجية . وعادة ما تعمق النظرية فهمنا بطريقة مختلفة أى بيان أن القوانين الامبريقية المصانة قبلا والتي قصد بها التفسير لا تصدق بدقة وبلا استثناء بل بطريقة تقريبية وفي مدى محدود من التطبيق . ومن ثم إن تفسير نيوتن النظرى لحركة الكواكب يبين أن قوانين كبلر تصدق على نحو تقريبي فحسب وهى تنسر لماذا كان ذلك كذلك . تتضمن مبادئ نيوتن أن مدار الكواكب المتحرك حول الشمس تحت تأثيرها الجاذبى وحده يكون بالضرورة مداراً اهليلجياً . ولكن القوة الجاذبة التى تمارسها الكواكب الأخرى تؤدى إلى إنحرافات عن المدار الاهليلجى الدقيق .

تعمق النظرية تفسيراً كيميا للاضطرابات الناجمة بلغة كتل الأجرام السببية للاضطراب وتوزيعها المكاني . وبالمثل تفسر نظرية نيوتن قانون جاليليو عن السقوط الحر على أنه أحد الأوجه الخاصة التى تتجلى فيها القوانين الأساسية للحركة فى ظل الجاذبية الجاذبة . ولكنها بهذا الفصل تبين أن القانون (حتى فى حالة تطبيقه على السقوط الحر فى الخلاء) يصدق فحسب وعلى نحو تقريبي . وأحد الأسباب لذلك أنه فى صيغة جاليليو تظهر عجلة السقوط الحر كثابت (ضعف العامل ١٦ فى الصيغة القائلة بأن المسافة التى يقطعها جسم فى ثانية واحدة $= ١٦$ قدما مربعا) فى حين أنه وفقا لقانون مربع العكس الخاص بالجذب الجاذبى عند نيوتن تتزايد القوة المؤثرة على الجسم الساقط كلما تناقص بعده عن مركز الأرض ومن ثم بفضل القانون الثانى من قوانين الحركة عند نيوتن تتزايد عجلة الجسم أثناء السقوط وتصدق ملاحظات عمالة على قوانين البصريات الهندسية . منظور إليها من النقطة المتميزة للنظرية الموجية فى

البصريات . وعلى سبيل المثال في وسط متجانس لا يسير الضوء في خطوط مستقيمة إذ ينحرف جانبا . وقوانين البصريات الهندسية الخاصة بالانعكاس في المرايا المقعرة وتكوين الصورة بواسطة العدسات تصدق على نحو تقريبي فحسب وفي حدود معينة . ولذلك قد يكون مفريا أن نقول إن النظريات لا تفسر القوانين القائمة قبلا . بل ترفضها ولكن هذا يقدم صورة مشوهة عن الزوية التي تمنحها النظرية . إن النظرية لا ترفض ببساطة التعميمات الامبريقية السابقة في ميدانها . ولكنها بالأحرى تبين أنه في المدى الممين الذي تحدده الشروط الواصفة تصدق التعميمات عن نحو شديد الاقتراب . فالمدى الحدودي لقوانين كبلر يشتمل على تلك الحالات التي تكون فيها كتل الكواكب المسببة للاضطرابات صغيرة بالمقارنة بكتلة الشمس وبعدها عن الكوكب الممين كبير بالمقارنة ببعدها عن الشمس . وبالمثل تكشف النظرية عن أن قانون جاليليو يصدق على نحو تقريبي بالنسبة للسقوط الحر عبر مسافات قصيرة . وأخيرا توسع النظرية الجيدة نطاق معرفتنا وفهمنا لتفسير والتنبؤ بالظواهر المعروفة عند صياغة النظرية . ومن ثم إن تصور تودشيللي لبحر الهواء أدى إلى تنبؤ بأشكال بقصر عمود البارومتر الزئبقي مع تزايد الارتفاع فوق سطح البحر . لا تفسر نظرية النسبية العامة لا ينشتين الدوران البطيء المعروف لمدار الكوكب عطارد فحسب . بل تنبأ أيضا بانحراف الضوء في المجال الجاذبي تنبؤا أثبتت صحته القياسات الفلكية فيما بعد . تضمنت نظرية ماكسويل الكهرومغناطيسية وجود موجات كهرومغناطيسية وتنبأت بمخاض هام لإقشارها . وقد تأيدت هذه القضايا اللزومية فيما بعد بعبارة هنريش هرتز . وقد زدودتنا هذه القضايا اللزومية بأسس تكنولوجية الارسال بالراديو من بين غيرها من التطبيقات .

٦ - وضع الكميات النظرية :

على أية حال بلغت العلوم الطبيعية أعمق الروى وأبعد المدى بالنزول تحت مستوى الظواهر الامبريقية المألوفة . ولذلك ليس من المدهش أن يذهب بعض المفكرين إلى إعتبار البناءات والقوى والعمليات الكامنة التى تفترضها النظريات المؤسسة تأسيسا جيدا على المكونات الحقيقية للعالم . فهذه النظرة هى التى عبر عنها ادجنجتون فى المدخل الاستقرازى لكتابه طبيعة العالم الفيزيائى : « يبدأ فيخبر قراءه بأنه عند جلوسه لكتابة كتابه صف كرسيه إلى منضدته ومضى يستعرض الفروق بين المنضدتين . كانت إحداها مأوفة لى منذ وقت مبكر . إن لها إمتدادا وهى طويلة العمر إذاقورنت بالأخرى وملونة وعامرة . المنضدة الثانية هى منضدتى العلمية . إنها خالية فى الأغلب . يقتاتر فى ذلك انخلاء العديد من الشحنات الكهربائية المندفعة بسرعة هائلة . ولكن جسيمها المتضام يبلغ أقل من جزء من البليون من حجم المنضدة نفسها ومع ذلك تساند الورقة التى أكتبها فوقها على نحو مقنع شأنها فى ذلك شأن المنضدة الأولى . لأننى عندما أضع الورق فوقها تستمر الجزيئات الكهربائية الصغيرة بسرعتها الهائلة فى خيط الجانب الأسفل بحيث أن الورق يسان على هيئة المكوك فى مستوى ثابت تقريبا . إن ثمة إختلافا سواء إلتزنت الورقة التى أمامى كما لو كانت سريا من الباب أو كانت مسندة لأن هناك مادة تحتها . فهى لكونها الطبيعة الجوهرية للمادة تشغل مكانا بحيث تستبعد مادة أخرى . ولست بحاجة لإخبارك أن الفزياء الحديثة أكدت بالإختبار الدقيق والمنطق الصارم أن منضدتى العلمية الثانية هى الوجود حقيقة . ومن ناحية أخرى لست بحاجة لإخبارك أن الفزياء الحديثة لن تنجح فى التخلص من تلك المنضدة الأولى

للمركبة تركيباً غريباً من طبيعة خارجة وخيال ذهن وتغصب موروث — التي تقع مرئية لعيني وملوسة بقبضتي^(١).

هذا التصور لا يمكن تأييده وإن كان مقدماً بصورة مقنعة لأن تفسير أية ظاهرة من الظواهر لا يكون بتعريفها . فليس الهدف أو الأثر للتفسيرات النظرية بيان أن الأشياء للألوة ظهرتنا اليومية ليت موجودة حقيقة . فمن الواضح أن نظرية حركة الغازات لا تبين أن هناك أشياء كالأجسام الميكروسكوبية للغازات المختلفة تتغير أحجامها في ظل الضغط المتغير وتنشر عبر الجدران المسامية بمعدلات متميزة . . ألع إن هناك فحسب أسراباً من الجزئيات تعوم بطريقة عشوائية . وعلى النقيض من ذلك تسل النظرية بوجود تلك الحادئات والاطرادات الميكروسكوبية . وتسمى النظرية لتفسيرها بلغة البنية للميكروسكوبية للغازات والعمليات الميكروسكوبية للتضخنة في تغيراتها المتعددة . وكون النظرية تفترض تلك الظواهر الميكروسكوبية قبلاً بين بوضوح من الحقيقة القائلة بأن مبادئها الحدودية تشير بوضوح إلى سمات ميكروسكوبية — كالضغط والحجم ودرجة الحرارة ومعدل الانتشار — مرتبطة بأشياء وعمليات ميكروسكوبية . وبمثل لا تبين النظرية الذرية للعادة أن اللضدة ليست شيئاً مادياً صلباً . أنها تسل بهذه الأشياء وتسعى لبيان أن النظرية تفترض تلك الخصائص الميكروسكوبية في ضوء الميليات الميكروسكوبية الكامنة . وبالطبع نكشف النظرية في هذا الصنع مما قبلناه عن طبيعة مقدار من الغاز أو جسم صلب باعتباره أفكاراً جزئية خاطئة . وذلك كالفكرة القائلة بأن هذه الأجسام الفزيائية متجانسة تماماً لا يهم كم هي

(١) ادعيتون طبيعة العالم الفزيائي نيويورك مطبعة جامعة كبرج سنة ١٩٢٩ ص ٩ — ١٢ .

صغيرة أجزاؤها التي قد تناوها . ولكن تصحيح التصورات الخاطئة من هذا النوع صرخة في واد أبعد من بيان أن أشياء الحياة اليومية وسماتها المألوفة ليس لها وجود وحقيقي .

أخذ بمض العلماء وفلاسفة العلم بوجهة النظر المضادة لتلك التي تناولناها توا على خط مستقيم . أنكروا وجود الكيانات النظرية واعتبروها خيالات مخترعة ببراعة بحيث تقدم تفسيراً وصفياً وتنبؤياً للأشياء والحادثات للملاحظة مريباً وبسيطاً من الناحية الصورية . ولقد جرى التمسك بهذه النظرة العامة في صور شتى عديدة وعلى أسس مختلفة .

وأحد الأنماط ذات التأثير في الدراسات الفلسفية الحديثة للقضية يمكن تقريره بإيجاز على النحو التالي :

إذا كان لنظريتين النظريات المقترحة أن تتخذ معنى واضحاً فمن المؤكد أن التصورات النظرية الجديدة التي تستخدم في صياغها ينبغي أن تعرف تعريفاً واضحاً وموضوعياً بلغة التصورات المفهومة والمشاورة فعلاً . ولكن كقاعدة .

ليست مثل هذه التعريفات التامة في الصياغة المعتادة للنظرية . ويوحى الفحص المنطقي الدقيق للطريقة التي ترتبط بها التصورات النظرية الجديدة بالتصورات المتوفرة قبلاً بأن مثل هذه التعريفات قد لا يستطيع الوصول إليها في واقع الأمر . ولكن النظرية المعبر عنها بلغة التصورات التي تعدد خصائصها بطريقة غير كافية لا بد وأن تقتصر بدورها إلى المعنى المحدود تحديداً تاماً . وذلك لأن مبادئها التي تتحدث عن كيانات نظرية وحدوث معين ليست قضايا محدودة بدقة على الأقل . فهي ليست صادقة أو كاذبة .

وعلى أحسن الفروض تشكل جهازاً رمزياً مناسباً وفعالاً لإستفنتاج ظاهرة أمبريقية معينة (وذلك كظهور خطوط متميزة في مطياف موضوع وضفا ملائماً) من غيرها من الظواهر (وذلك كتمرير سيال كهربائي عبر غاز الأيدروجين) سنتناول بدقة أكثر الطرق التي بها تتمين معاني المصطلحات العلمية في الفصل الثاني) . وحالياً نلاحظ أن مطلب التعريف التام الذي على أساسه يقوم هذا البرهان مطلب ملح . فمن الممكن القيام بإستخدام واضح ودقيق لتصور من التصورات لم يتوفر له تعريف تام بل تعريف جزئي لمعناه . وعلى سبيل المثال إن تحديد خصائص التصور « حرارة » بالرجوع إلى قراءات الترمومتر الزئبقي لا يقدم تعريفاً تاماً لدرجة الحرارة ولا يبين درجة الحرارة تحت درجة التجمد أو فوق درجة الغليان للزئبق . ومع ذلك في نطاق هذه الحدود يمكن أن إستخدم التصور بشكل دقيق وموضوعي .

وفضلاً عن ذلك يمكن أن يتسع نطاق تطبيقه بتحديد طرق بديلة لقياس درجة الحرارة . المبدأ القائل بأن الكتلة القصورية للأجسام الفيزيائية تتناسب عكسياً مع عجالات السرعة التي تمنحها إياها قوى مساوية لها ، ومرة أخرى لا تعرف هذه الصياغة المراد بكتلة الجسم ومع ذلك تقدم تعريفاً جزئياً يسمح بإختبار قضيا معينة وضعت بلفظ تصور الكتلة . وبالمثل إن المبادئ الحدودية للنظرية تزودنا بمعايير جزئية لإستخدام المصطلحات النظرية معبراً عنها بلفظ التصورات المفهومة قبلاً . ومن ثم إن الافتقار إلى التعريفات التامة لا يمكن أن يبرر تصور المصطلحات النظرية والمبادئ النظرية التي تحتوى عليها باعتبارها أداة رمزية للحساب .

ثمة برهان آخر يعارض وجود الكيانات النظرية يقدم على النحو التالي .

إن القدر من نتائج البحث الامبريقية مها كانت وافرا ومتنوعا يمكن أن يندرج من حيث المبدأ تحت القوانين والنظريات المختلفة . ومن ثم إذا كانت القيم الزوجية للربطة والمحددة تحديدا تجريبيا للتغير من المتغيرات المستقلة والتابعة تمثلها النقط في رسم بياني كان ممكنا كما رأينا قبلا أن ترتبط النقط بمنحنيات كثيرة مختلفة . وكل من هذه المنحنيات يمثل قانونا تجريبيا واحدا يفسر القيم الزوجية للربطة والقيسة . وتصدق ملاحظة مماثلة على النظريات ولكن حيث تقوم نظريتا بديلتان كنظريتي الضوء الجسيمية والوجية قبل التجارب الحاسمة في القرن التاسع عشر بتفسير مجموعة من الظواهر الامبريقية . إذا سلمنا بالوجود الحقيقي للكيانات النظرية التي تفترضها إحدى النظريتين وجب أن نسلّم بالكيانات المخالفة التي تفترضها النظرية الأخرى ومن ثم إن الكيانات التي تفترضها إحدى النظريتين البديلتين يمكن التمسك بوجودها بالفعل . إلا أن البرهان قد يضطرنا إلى القول بأنه كلما بدا أننا نسلم طائرا يعني خارج النافذة المفتوحة فلا يجب أن نفترض أن هناك طائرا حقيقيا حيث يمكن أن يفسر الصوت بفرض بديل يقول إن شخصا ما يتفخ صفارة طائر . ولكن من الواضح أن هناك طرفا لاكتشاف ما إذا كان أي من هذين الفرضين صحيحا . لأنه بخلاف تفسير الصوت الذي نسلمه نجد للتفسيرين لزومات إضافية مختلفة تقبل الإختبار إذا ما أردنا أن نكتشف ما إذا كان هناك طائر حقيقي أو صفارة أو شيء ما آخر تنبع عنه الصوت . وكما رأينا قبلا إن للنظريتين البصريتين المزيد من التضاي الزومية المتفاضلة التي تختبر النظريات بواسطتها . وقد أختبرتا فعلا . إن الاستبعاد التدريجي لبعض الفروض والنظريات البديلة التي يمكن إدراكها لا يضيق من مجال الفروض والنظريات

المنافسة إلى الحد الذى معه يستبعد الواحد منها . ومن ثم لا يمكن أبدا أن
قرر بالتأكد أن واحدة من النظريات صادقة وأن الكيانات التى تفترضها
لها وجود حقيقى . وليس قولنا هذا إكتشافا لميب فى دعوانا بصدد الكيانات
النظرية . بل ملاحظ خاصة شاملة لكل المعارف الامبريقية . والبرهان
الثالث الوارد ضمن إفتراض وجود الكيانات النظرية يراد به تحقيق هذا
الأثر يهدف البحث العلمى فى التحليل الأخير إلى تحقيق التفسير المنهجي للتسق
للقائم والظواهر التى تصادفنا فى خبرتنا الحسية وتشير فروضها التفسيرية إلى
الكيانات والعمليات التى لها على الأقل وقائع بالقوة مقبولة لحواسنا بالقوة.
فالفروض والنظريات التى تذهب بالضرورة إلى ما وراء الظواهر فى خبرتنا
الحسوسة يمكن أن تكون على أحسن الفروض أدوات صورية نافعة .
ولكنها لا تدعى تمثيل أوجه العالم الفيزيقي . وعلى أساس هذا النوع تمسك
الفيلسوف الفزيائى الشهير إرنست ماخ من بين آخرين بأن النظرية
الذرية للسادة وفرت نموذجا رياضيا لتمثيل وقائع معينة ولكن ليس
ثمة حتمية فزيائية تدعى للذرات أو الجزيئات . وقد لاحظنا أنه إذا كان العلم
على هذا النحو يحصر نفسه فى دراسة الظواهر التى يمكن أن تلاحظ فلن يكون
فى الاستطاعة صياغة القوانين التفسيرية العامة الدقيقة . على وجه الإطلاق
فى حين أن المبادئ التفسيرية الشاملة والدقيقة من الناحية الكمية يمكن أن
تصاغ بلغة الكيانات الضمنية وذلك كالجسيمات والذرات والجزيئات الذرية .
ولما كانت هذه النظريات تختبر وتتأيد أساسا بنفس الطريقة كفروض
وضمت بلغة الأشياء والحوادث الملاحظة والمقيسة بطريقة مباشرة وبدرجة
أقل أو أكثر يبدو تمسها برفض الكيانات الموضوعية نظريا باعتبارها

خيالية . ولكن أليس ثمة فارق بين هذين المستويين . لنفرض أننا نرغب في تفسير أداء الصندوق الأسود الذى يستجيب لأنواع مختلفة من المدخلات بمخرجات معينة ومعقدة . قد نجترى . فنقدم فرضاً عن البنية الداخلية للصندوق فى أنماط مثل العجلات والتروس ومحاور العجلات والتروس أو بالفاظ الأسلاك والأنابيب الفارغة والتيارات . وقد يجتبر هذا الفرض تنويم المدخلات وضبط المخرجات المقابلة بالانصات إلى الأصوات الآتية من الصندوق وما أشبه ومع ذلك تظل إمكانية فتح الصندوق واختبار الفرض بالملاحظات المباشرة قائمة . لأن المكونات الفروضة فى الفرض جميعها ميكوسكوبية ومن حيث المبدأ يمكن أن تتناول بالملاحظة . ومن ناحية أخرى يفسر ارتباط الداخل بالخارج بين تغيرات الضغط وتغيرات الحجم لنفاذ من الغازات عند درجة حرارة ثابتة بلغة الميكانيكا الميكروسكوبية الجزئية . ومثل هذا الاختبار لن يكون ممكناً بالملاحظة . إن التمييز المقترح هنا ليس من الواضح كما قد يبدو . لأن فئة الأشياء والخواص والعمليات التى تشير إليها ليست محددة تحديداً دقيقاً .

وحدساً لا بد وأن تتضمن كل تلك الأشياء والخواص والعمليات التى يؤكد حدوثها الملاحظ العادى مباشرة ودون توسط ذرائع خاصة أو فروض تفسيرية أو نظريات . تنتمى العجلات والتروس والمحاور فى مثالنا إلى هذه الفئة وكذلك حركاتها المتشابكة . وبالمثل قد تعتبر الأسلاك ومفاتيح التحويل أشياء يمكن أن تلاحظ . ولكن الشكوك تثار بخصوص أوضاع أشياء مثل الأنابيب الفارغة . فما لا يتكسر الأنابيب الفارغة شئاً فيزيقياً يرى وبمحس مباشرة . ولكن عندما نشير إليه بإعتباره أنبوبة فارغة (كما فى

تفسير الخرج للصندوق الأسود) نصف ذلك الشيء باعتبار أنه يتخذ خاصية معينة معقدة (أى بنية فزيائية ذات طابع متميز) ولذلك ينبغي أن نسأل عما إذا كان الشيء من الأشياء تمكن أن تلاحظ في ظل ذلك الوصف وما إذا كانت خاصية كونه أنبوبة فارغة من النوع الذى تتأكد حدوثه بالملاحظة المباشرة في حالة معينة . إننا كى نحدد ما إذا كان الشيء المعين أنبوبة فارغة نرى ما الذى يشبه الأنابيب الفارغة . ولكن الوصول إلى قرار تعتمد عليه فيما إذا كان الشيء تقوم مقام الأنبوبة الفارغة كما هو الحال في مثال الصندوق الأسود تتطلب الأمر لإختبارات شتى .

قد تستعمل هذه الاختبارات الآلات وقد تفترض تفسير قراءات الآلة مسبقا عدة قوانين ومبادئ نظرية فزائية . ولكن إذا كان تحديد طابع شيء من الأشياء باعتباره أنبوبة فارغة يتحدد بالذهاب إلى ما وراء ملكة الأشياء الملاحظة إذن لفقد مثال الصندوق الأسود قوته .

لنتابع البرهان في اتجاه مخالف نوعا ما . قلنا إن الأسلاك المشدودة في الصندوق الأسود تنظر إليها على أنها أشياء موضع ملاحظة . قد لا نرغب بالتأكد في القول بأن السلك الدقيق بعض الشيء يصبح كيانا من صنع الخيال حين يضطرنا ضعف بصرتنا إلى إستخدام نظارات لرؤيته ، وعندئذ يكون من العسيف أن نجرد الأشياء من صفاتها ، وذلك كالأسلاك الدقيقة للغاية أو الخيوط أو ذرات الفبارت التى لا يراها الانسان للملاحظ دون نظارات مكبرة ، وبالمثل يتعين علينا أن نقبل أشياء تلاحظ فنحسب بواسطة المجهر ومكبذا نزولا إلى الأشياء التى تلاحظ بواسطة حاسبات جايمر ، غرف التفاقيع المجاهر الالكترونية وغيره من مثل هذه الأدوات . إن هناك إتقالاتا بالتدريج

من الأشياء الميكروسكوبية لخبرتنا اليومية إلى البكتريا ، الفيروسات
الجزئيات ، الذرات ، الجسيمات ، الجزيئات الذرية الفرعية . وأى خط يرسم
لتقسيمها إلى أشياء فزيائية وكيانات من صنع الخيال يكون متعسفاً تماماً^(١) .

٦ - ٥ التفسير والرد إلى المؤلف :

يقال أحياناً أن التفسيرات العلمية تؤثر رد الظاهرة الحيرة غير المألوفة
إلى الوقائع المألوفة لنا . لاشك أن التعميم يناسب بعض التفسيرات تماماً .
فالتفسيرات الموجبة المفترضة للقوانين البصرية القائمة والتفسيرات التي قدمتها
نظرية حركة المازات وكذلك نماذج بومر لذرات الأبدروجين والعوامل
الأخرى كلها تستعين بأفكار معينة نحن على دارية بها من خلال إستخدامها
في وصف وتفسير الظواهر المألوفة وذلك كإنتشار موجات الماء وحركات
وتصادم كرات البليارد والحركة المدارية للكواكب حول الشمس . تمسك
بعض الكتاب مثل الفزيائي كامبل بأن النظرية العلمية التي يراد لها قيمة على
الإطلاق أن تبدى مماثلة من المماثلات . فالتقوانين الأساسية التي تحدها
مبادئ الكامنة للكيانات والعمليات النظرية يجب أن تعادل بعض القوانين
المروفة . وذلك كقوانين إنتشار الموجات الضوئية مماثلة (لها نفس الصورة
الرياضية مثل) إنتشار الموجات المائية .

إلا أن النظرة القائلة بأن التفسير العلمى الصحيح يجب بالمعنى الدقيق

(١) إنحصرت مناقشتنا لوضع الكيانات النظرية في تناول بعض القضايا الأساسية الهامة
وثمة دراسة أولى وأكثر فائدة وأمر مصدرها توجد في الفصل الخامس . والسادس من كتاب
أرلست تاجل « بنية العلم » وثمة أثر آخر من الآثار الهامة التي تحتاج هذه القضايا يوجد في
كتاب « سمات » « فلسفة الواهية العلمية » (لندن روتلج ، كيبان بول - نيويورك مطبعة
الاسانيات سنة ١٩٦٣ .

بدرجة أقل أو أكثر أن يؤثر الرد إلى المؤلف لا تقوى على الفحص الدقيق .
وقول ابتداء إن النظرة يبدو أنها تتضمن الفكرة القائلة بأن الظواهر التي
نألفها فعلا ليست بحاجة لتفسير العلمى فى حين أن العلم فى الواقع يسمى لتفسير
مثل هذه الظواهر المؤلفات كالتعاقب المنتظم لليل والنهار وفصول السنة وأوجه
القمر والبرق والرعد والأنماط اللونية لقوس قزح وزلق الزيت وملاحظ أن القهوة
واللبان أو الرمل الأبيض والأسود حين تقلب أو تهز تختلط ولكنها لا تمود
غير متميزة مرة أخرى . لاتهدف التفسيرات العلمية إلى خلق إحساس بعدم
الكلفة أو بالآلة مع الظواهر الطبيعية ينشأ ذلك النوع من الإحساس حتى
بأنفسه للتفسيرات المتألفات التي ليست لها قيمة تفسيرية على الإطلاق .
وذلك كالاتلاف الطبيعى ، تفسير الجاذبية أو تصور العمليات البيولوجية التي
توجهها قوى حيوية . ما يهدف إليه التفسير العلمى وبوجه خاص التفسير
النظري ليس ذلك النوع من الحدس الذاتى بدرجة عالية من الفهم . ولكنه
ذلك النوع الموضوعى من الرؤية التي تمكن تحقيقها بتوحيد متسق وذلك
بعرض الظواهر على أنها عمليات لأبنية وعمليات مشتركة وكامنة تتطابق
مع المبادئ الأساسية التي يمكن إختبارها . فإذا أمكن إعطاء مثل هذا
التفسير بلغة تكشف عن مماثلات معينة مع الظواهر المؤلفات كان ذلك حسنا .
وإلا فإن العلم لن يتردد فى تفسير المؤلفات بده إلى غير المؤلفات بواسطة
التصورات والمبادئ المستحدثة التي قد تكون فى البداية مخالفة لحدسنا .
وعلى سبيل المثال حدث هذا فى نظرية النسبية بلزوماتها المزججة التي تتعلق
بنسبة الطول ، الكتلة ، الديمومة الزمانية التوافق فى ميكانيكا الكوانتم
بمهدتها الخالص باللاتين وإقلاعها عن تصور من التصورات العلمية الدقيقة
المتضمنة لمزجات أولية مفردة .

٧ - تكوين المفاهيم

٧ - التعريف

نصاغ القضايا العلمية صياغةً منطقيةً بمصطلحات خاصة مثل الكتلة ، القوة ، المجال المغناطيسى ، الطاقة الناحية . شكل المكان ... الخ إذا أريد لتلك المصطلحات أن تخدم أغراضها لزم أن تتحدد معانيها لتؤكد أن القضايا الناتجة قابلة للإختيار على نحو أدق وأنها تقدم لتستخدم في التفسير والتنبؤ والارتداد . وفي هذا الفصل نفحص كيف يتم هذا . يساعدنا في تحقيق أغراضنا أن نميز بوضوح بين تلك المصطلحات كالكتلة والقوة والمجال المغناطيسى ... الخ والمصطلحات المناظرة لها والتعابير اللفظية أو الرمزية التي تقوم مقامها . ولكي نشير إلى مصطلحات خاصة تماماً كما نشير إلى أشياء خاصة من أى نوع نحن بحاجة إلى أسماء أو مسميات لها وبمقتضى مواضع معيارية من المنطق والفلسفة التحليلية نصوغ أسماء أو مسمى للمصطلح . لوضع علامة تنصيص فرديتين حوله . وعلى هذا الأساس نتكلم عن المصطلحات كتلة ، قوة ... الخ كما علمنا بالفعل في القضية الأولى من هذا القسم . إذن في هذا الفصل نهتم بمنهج تحديد معاني المصطلحات العلمية والمطالب التي يتعين أن تقابلها تلك المناهج . قد يبدو التعريف المنهج الأوضح وربما المنهج الوحيد الكفء للقيام بتحديد سمات التصور من التصورات العلمية . ولنفحص هذا الاجراء ونقدم التعريفات لفرض أو لآخر من الأغراض المختلفة تماماً أعنى :

(١) لنقرر أو نصف المعنى المقبول أو معانى المصطلح الجارى إستخلاصه .

(ب) لنحدد بالاشتراط معنى معيناً لمصطلح من المصطلحات ، ويكون

المعنى تعبيراً لفظياً أو رمزياً صيغ مؤخراً وذلك مثل الـبيميزون (كتلة أكبر من كتلة الإلكترون - ٢٧٠ مرة تقريباً) أو مصطلحاً قديماً يراد استخدامه بمعنى تسكنه كى خاص (وعلى سبيل المثال المصطلح « غرابة » كما يستخدم فى نظرية الجزيئات الأولية) .

التعريفات التى تستخدم الغرض الأول تسمى التعريفات الوصفية وتلك التى تستخدم الغرض الثانى تسمى التعريفات الاشتراطية . ويمكن تقرير التعريفات من النوع الأول فى الصورة .

. . . له نفس المعنى مثل —

المصطلح المراد تعريفه أو المعرف يمثل مكان الخط الجاسى « على اليسار بينما مكان الخط المتكسر يشغله التعبير المعروف ، وهنا بعض الأمثلة لثالث هذه التعريفات الوصفية أب له نفس المعنى كوالد ذكر .

إلتهاب الزائدة الدودية له نفس المعنى كالتهاب المصراث الأعور (الزائدة الدودية) التزامن له نفس المعنى كالحادث فى نفس الوقت .

تعريفات كهذه تقصد إلى تحليل المعنى المقبول للمصطلح أو وصفه لمعاونة المصطلحات الأخرى التى لا بد وأن يكون معناها مفهوماً قبلاً إذا أريد للتعريف أن يخدم غرضه . ولذلك تسمى هذه التعريفات بالتعريفات الوصفية ؛ ويتحدد أكثر التعريفات التحليلية . وفى الفصل القادم نتفحص القضايا التى يمكن النظر إليها باعتبارها تعريفات وصفية من النوع غير التحليلي . فهى تحدد مدى التطبيق أو المصادق للمصطلح أكثر من معناه ومضونه ، والتعريفات الوصفية من أى نوع تدعى الوصف لأوجه معينة من أوجه الاستعمال المقبول للمصطلح . ولذلك قد يقال إنها أكثر أو أقل تدقيقاً . (م ٩ — فلسفة العلوم)

وقد يقال إنها صادقة أو كاذبة . ومن ناحية أخرى تستخدم التعريفات الاشتراكية لتقديم تعبير يراد إستخدامه بمعنى محدد نوعاً ما في سياق المناقشة أو النظرية أو ما أشبه . ومثل هذه التعريفات يمكن أن تعطى الصورة .
ليتخذ نفس المعنى مثل . . .

لفهم نفس الشيء بواسطة . . .

التعريفات على العمى واليسار تسمى مرة أخرى المعرفة والمعرفة على التوالي . والتعريفات الناتجة لما طابع التعريفات الاشتراكية أو المواضع التي لا يمكن صراحة أن تنصف ككونها صادقة أو كاذبة ، وبوضع المثال التالي الطرق التي لا يمكن بها صياغة مثل هذه التعريفات في الكتابات العلمية ، وكل واحدة منها يمكن أن توضع حالاً في إحدى الصورتين المياريين المذكورتين توا .

لنستخدم مصطلح « وجع الصفراء » كاختصار لنقص إفراز الصفراء .
المصطلح « كثافة » يراد به أن يكون إختصاراً للكثلة بالجرامات في السنتيمتر المكعب .

بجامض من الأحماض نفهم الانحلال الكهربائي الذي يزود بأيونات الأيدروجين الجزيئات ذات الشحنة صفر والكثلة رقم واحد تسمى فترونات والمصطلح المعروف بتعريف تحليل أو اشتراطي يمكن أن يستبعد دائماً من الجلة باحلال المعرفة محله ، هذا الاجراء يحول الجلة إلى إحدى المعادلات التي لا تمود تحتوي على المصطلح ، فعلى سبيل المثال بقاءً على أحد التعريفات التي صيغت توا يمكن أن تترجم القضية القائلة بأن كثافة الذهب أكبر من كثافة الرصاص الى القضية القائلة بأن السنتيمتر المكعب من الذهب له كثلة بالجرامات أكبر من نفس الحجم من الرصاص . وبهذا

المعنى كما وضعه كواين فإن تعريف مصطلح من المصطلحات هو بيان كيفية تجنبه (تجاشيه) .

إن القضية القائلة « عرف مصطلحاتك » لها رنين قاعدة علمية سليمة . وفي واقع الأمر قد يبدو من الأمثلة أن كل مصطلح يستخدم في نظرية علمية أو في فرع من فروع العلم ينبغي أن يعرف تعريفاً دقيقاً . ولكن ذلك مستحيل منطقياً لأننا بعد أن ندرغ من صياغة تعريف لأحد المصطلحات بتعيين عايننا إذن أن نعرف بدورنا كل مصطلح من المصطلحات المستخدمة في المرف . ثم المصطلحات المستخدمة في تعريف أى من هذا الأخير وهلم جزاء . ولكننا في سلسلة التعريفات الناتجة ينبغي أن نتجاشى « الدور » بتعريف مصطلح من المصطلحات بمساعدة البعض من أسلافه السابقة في السلسلة . فمثل هذا الدور يتضح من السلسلة التالية من التعريفات حيث إستبدلت فيها العبارة بالرمز الاختصارى تع ليكون له نفس المعنى .

والد = تع أب أو أم

أب = تع والد الذكر

أم = تع والد ولكن ليس الأب

لتحديد معنى « أب » نستبدل اللفظ « أب » في التعريف الثانى بمعرفته كما نحدد في التعريف الأول . ولكن هذا ينتج لنا التعبير « ذكر » (أب أو أم) الذى يعرف اللفظ « أب » بواسطة نفسه (بواسطة حدود أخرى) ومن ثم ينكمس مقصرا عن الوفاء بفرضه . ولا يساعدنا على تجنب (تجاشى) اللفظة المعرفة . وتنشأ صعوبات مماثلة من التعريف الثالث . والطريقة الوحيدة للهروب من هذه الصعوبة هى فى محاولتنا تحديد كل لفظ فى نسق معين ،

وذلك بأن لا نستخدم لفظاً في المرف تم تعريفه قبلاً في السلسلة . ولكن عندئذ لن تنتهي أبداً سلسلتنا من التعريفات . لأنه مهما ذهبنا بعيداً نظل الألفاظ المستخدمة في المرفقات الأخيرة تتطلب التعريف حيث أنها بناءً على إفتراضنا لم يتم تعريفها قبلاً . ومثل هذا التراجع اللانهائي سيكون بالطبع دحفاً للذات إذ أن فهمنا لأحد المصطلحات يعتمد على فهمنا للمصطلح التالي . وهكذا إلى ما لا نهاية . والنتيجة لن يفسر جد أبداً . ولذلك لن يمكن تعريف كل حد في نسق على بواسطة الحدود الأخرى في النسق . فسوف يتعين أن تكون هناك مجموعة من الحدود الأولية التي لا تقبل التعريف داخل النسق وتستخدم كأساس لتعريف كل الحدود الأخرى ويؤخذ هذا في الاعتبار بوضوح شديد في الصيغة الأكسيوماتية للنظريات الرياضية . ففي كل واحدة من مختلف الصياغات الأكسيوماتية الحديثة للهندسة الاقليدية على سبيل المثال تعين بوضوح قائمة الحدود الأولية وتقدم كل الحدود الأخرى بسلسلة من التعريفات الاشتراطية التي ترجع إلى تعبيرات تتضمن فقط الحدود الأولية^(١) .

لننضم الآن الألفاظ المستخدمة في النظرية العلمية . فيحسب التميز المقترح في الفصل السادس تفكر في هذه الألفاظ (المصطلحات) بتقسيمها إلى فئتين : المصطلحات المفترضة الصحيحة التي هي سمة النظرية والمصطلحات المتداولة السابقة على النظرية .

كيف نحدد معاني الحدود في النظرية . لنلاحظ أولاً أنه في النظرية

(١) توجد تفصيلات أكثر عن هذه النقط في المجلد الآخر من هذه السلسلة . س. باركر :
 فلسفة الرياضيات ص ٢٢ - ٢٦ ص ٤٠ ٤١

الرياضية البحتة كما في النظرية العملية يمكن أن تحدد بعض المصطلحات المفترضة بواسطة غيرها من المصطلحات ففي الميكانيكا تعرف السرعة الآتية والمجلة لكثيرة محدودة باعتبار أنها الشق الأول والثاني لحل الكتلة المحدودة مأخوذين كدالة للزمان في النظرية الذرية .

يمكن أن يعرف الديوترون (نواة ذرة الديوتريوم المؤلفة من بروتون ونيوترون واحد) باعتبار أنه نواة ذلك النظير من نظائر الأيدروجين الذي رقم كتلته ٢ وحلم جرا . ولكن مثل هذه التعريفات من حيث أنها تستخدم غرضاً هاماً في صياغة وإستخدام النظرية لا تنكفي لأن تضع المحتوى الأمبريقي المميز في حدود معرفة وقابلة للتطبيق على موضوع البحث الأمبريقي . ولتحقيق ذلك الغرض تحتاج القضايا تعيين معاني المصطلحات المفترضة بواسطة التعبيرات التي تفهم بالفعل والتي يمكن أن تستخدم دون الإشارة إلى النظرية . ما أسميناه المصطلح السابق على النظرية يستخدم هذا الغرض على نحو دقيق . نستخدم مصطلح القضية التفسيرية للإشارة إلى القضايا التي تحدد على هذا النحو معاني المصطلحات المفترضة الموافقة أو الألفاظ المميزة للنظرية المعنية بواسطة معجم المفردات المتداولة أو المفردات السابقة على النظرية . لنفحص الآن طابع هذه القضايا بدقة أكثر .

٧-٢ التعريفات الإجرائية :

تمة تصور شديد النوعية لطابع القضايا التفسيرية قدمته المدرسة الإجرائية في الفكر . تلك المدرسة التي انبثقت عن العمل التبحري للفزيائي بردجان^(١)

(١) إن أول عرض كلاسيكي الآن لقسم بردجان في كتابه • منطق الفزياء الحديثة • نيويورك شركة ماك ميلان سنة ١٩٦٤

إن الفكرة الرئيسية للمدرسة الإجرائية هي أن معنى أى مصطلح على يجب أن يحدد بالإشارة إلى عملية إجرائية إختبارية محددة توفر محكاً لتطبيقه . ومثل هذه المحكات غالباً ما يشار إليها باعتبار أنها تعريفات إجرائية ومسألة ما إذا كانت هذه التعريفات بالمعنى الدقيق مسألة من المسائل التى نتناولها فيما بعد .

ننظر أولاً فى بعض الأمثلة :

فى مراحل متقدمة من مراحل البحث الكيميائى كان من الممكن أن يعرف اللفظ « حامض » تعريفاً إجرائياً على النحو التالى لكى تتأكد مما إذا اللفظ « حامض » ينطبق على سائل معين من السوائل أى مما إذا كان السائل حامضاً تنفس فيه شريحة زرقاء من ورق عباد الشمس . يكون السائل حامضاً إذا تحولت ورقة عباد الشمس إلى اللون الأحمر ، يشير هذا المحك إلى عملية إجرائية إختبارية محددة هي غمس ورقة عباد الشمس الزرقاء لإكتشاف ما إذا كان اللفظ يصدق على السائل المعين . وتترتب نتيجة إختبارية محددة (الورق يستحيل إلى اللون الأحمر) لتبدل على أن اللفظ يصدق على السائل المعين . وبالمثل المصطلح « أشد صلابة من » كما يصدق على المعدن قد يقسم عملياً بالآتى :

لتحديد ما إذا كان المعدن م أشد صلابة من المعدن م٢ نمد نقطة حادة من م تحت ضغط معين على سطح قطعة من م٢ (إجراء إختبار) م٢ يقال أنه أشد صلابة من م٢ تماماً إذا ما نتج خدش من الخدوش (نتيجة إختبار نوعية) بعض التعريفات التى لا تذكر الإجراءات والنتائج صراحة يمكن أن ندخلها إن شئنا فى صورة من صور التعمين الإجرائى : خذ هذه العصاة للمغناتيس . يسمى القصيب

من الصلب: أو الحديد مغناطيسا إذا إنجذبت برادة الحديد إلى نهايتيه وعلقت بها . وتقرأ الراوية الصحيحة وفقد المذهب الاجرائي هكذا : للكشف عما إذا كان اللفظ مغناطيسى يصدق على قضب حديد أو قضيب صلب معين . ضع برادة الحديد بالقرب منه . إذا إنجذبت برادة الحديد إلى نهايتى القضيب وعلقت بها كان القضيب مغناطيسا .

إن الحدود التى تناولناها فى أمثلتنا الثلاثة « حامض » و « أشد صلابة » و « مغناطيس » فسرت باعتبار أنها تقوم مقام تصورات لائية . ولذلك لم تزودنا المحركات الاجرائية بدرجات المحوطة أو الصلابة أو قوة المغناطيس . إلا أن القاعدة الاجرائية تصدق أيضا على خصائص الألفاظ مثل « الطول » و « الكمية » و « السرعة » و « درجة الحرارة » و « الشحنة الكهربائية » وما أشبه تلك التى تقوم مقام تصورات كمية تقبل قيا عديدة .

وهذا يفهم التعريف الاجرائى على أنه تعين إجراء لتحديد القيمة العددية لكمية معينة فى حالات خاصة . فالتعريفات الاجرائية تتخذ طابع قواعد القياس . وهكذا قد يعين التعريف الاجرائى للطول إجراء يتضمن إستخدام ذراع قياس صلب لتحديد طول المسافة بين نقطتين فالتعريف الاجرائى لدرجة الحرارة يحدد كيف لدرجة حرارة جسم وعلى سبيل المثال سائل أن تتمدد بواسطة ترمومتر زئبىي وهكذا . المسلك الاجرائى المستعان فى التعريف الاجرائى لا بد وأن يختار بحيث يمكن أن يقوم بتنفيذه الملاحظ الكفء هذه القياس ويمكن أن تتأكد النتيجة موضوعيا دون الاعتماد ضرورة على من يقوم بإجراء الاختبار ومن ثم فى تعريف الحد . القيمة الجالية بالاشارة إلى الرسومات لن يكون من الجائز إستخدام التعاميمات الاجرائية . تأمل

الرسم ولاحظ ذلك الموضع الذى يبدو أفضل لبيان الرسم على نقطة ميزان مدرج من ١ — ١٠ .

وأحد الأغراض التى من أجلها تصمم المدرسة الاجرائية على محركات التطبيق الاجرائية الجلية لكل المصطلحات العلمية هى تأمين قابلية الاختبار الموضوعية لكل القضايا العلمية لنفحص على سبيل المثال الغرض الآتى :
تزايد هشاشة الجليد بتناقص درجة الحرارة أو بدقة أكبر من أى قطعتين من الجليد فى درجتى حرارة مختلفتين تكون القطعة ذات درجة الحرارة الأدنى أكثر هشاشة من الأخرى ٠٠٠ . افرض أن الاحراءات العملية الكافية قد تحددت لتعيين ما إذا كانت المادة المعطاة جليداً أو لقياس درجات حرارة القطع المختلفة من الجليد فى المقارنة الأخيرة . ولذلك يظل الغرض بغير معنى واضح — فهو لا ينتج لزومات إختبارية محددة — ما لم تكن المحركات أيضاً فى متناول أيدينا لمقارنة الهشاشة . الحقيقة القائلة بأن مثل هذه العبارات كأهش من أو هشاشة زائدة والتى تبدو واضحة للعدس لا تكفى لأن تجعلها مقبولة فى الاستخدام العلمى . ولكن إذا توفرت قاعدة إجرائية دقيقة تصدق على هذه المصطلحات أصبح الغرض قابلاً حقا للإختبار بالمعنى الذى تناولناه قبلا . ومن ثم إن محركات التطبيق الاجرائية المختارة لإختباراً صحيحاً من أجل مجموعة من المصطلحات تؤمن القابلية للإختبار فى القضايا التى تتم فيها هذه الأنفاظ^(١) . يحتاج الاجرائيون أن يستخدموا المصطلحات التى تقتدر إلى التمريرات الاجرائية — لا أهمية لكيف تبدو واضحة

(١) تخضع هذه الدعوى لرواسفات تتعلق بالصورة التطبيقية للقضايا قيد البحث ولكننا قد تجاوزنا فى هذه المناقشة الغرض الاجرائى .

ومألوفة حدسيا — يؤدي إلى قضايا ومسائل لا معنى لها. ومن ثم إن الدعوى التي تناولناها قبلا والقائلة بأن الجذب الجاذبي يعزى إلى إنجذاب طبيعي كامل يصبح بلا معنى لأنه لم تتوفر محركات إجرائية لتصور الانجذاب الطبيعي وبالمثل في غياب المحركات الاجرائية للحركة المطلقة يرفض السؤال عما إذا كانت الأرض أو الشمس أو كلاهما يتحرك حقيقة بإعتباره سؤالاً بغير معنى^(١) لقد أخذت هذه الأفكار الأساسية للذهب الاجرائي تأميرا معينا في التفكير المنهجي في علم النفس والعلوم الاجتماعية حيث تأكدت الحاجة إلى توفير محركات إجرائية واضحة للمصطلحات التي يراد إستخدامها في الفروض والنظريات .

فالفرروض مثل الفرض القائل بأن الناس الأكثر ذكاءا أميل إلى أن يكونوا أقل ثباتا من الناحية الانفعالية من زملائهم الأقل ذكاءا أو أن المهارة الرياضية ترتبط ارتباطاً قويا مع المهارات الموسيقية لا يمكن أن تختبر من الناحية الموضوعية إذا لم تتوفر محركات واضحة للتطبيق بالنسبة للالفاظ المكونة لها . إن فهم حدسيا غامضاً لا يكفي للوفاء بالفرض مع أنه قد تقترح وسائل لتحديد محركات موضوعية في علم النفس . عادة ما تصلح مثل هذه المحركات بلفة الاختبارات (للذكاء - للثبات الانفعالي - القدرة الرياضية وهلم جرا) . . . تفصيلا نقول إن المسلك الاجرائي يقف على اجراء الاختبار وفقاً للتحديد . تقف نتائج الاختبار على الاستجابات التي تبديها الموضوعات التي اختبرت أو تقوم كقاعدة في شيء من الاجمال أو التقدير الكمي أو الكيفي لتلك الاستجابات التي نحصل عليها بأجراء

(١) في هذه العدد البندان ٣ ، ٤ من الفصل ١٣ في كتاب هولتون وروبر د اس السلام الفيزيائي الحديث ، يقسمان المزيد من الايضاحات والتعليقات المثيرة. وقد يجدها القارىء داعية للبحث: من النقط المميزة للذهب الاجرائي ولما طلب تألية الاخبار الدالة العلمية للسائل الموهبة التي يقدمها بردهان لدراسة قروب نهاية الفصل الاول من منطلق الفيزياء الحديثة .

من الاجراءات التي قد تكون أكثر أو أقل موضوعية وأكثر أو أقل دقة . إن تقييم الاستجابات التي يبديها موضوع من الموضوعات في اختبار وورشاخ على سبيل المثال يعتمد أكثر على الكفاءة المكتسبة بالتدريب للشخص المنسرف في الحكم بدقة على محكات واضحة دقيقة بدرجة أقل مما يفعل إختبار ستانفورد بينيه للأذكاء . ولذلك فإن اختبار رورشاخ أقل ارضاءاً من إختبار ستانفورد بينيه من وجهة نظر المدرسة الإجرائية . إن بعضاً من الاعتراضات الأساسية التي ثارت ضد نظريات التحليل النفسي تتعلق بالافتقار إلى محكات كافية للتطبيق على مصطلحات التحليل النفسي والصعاب المصاحبة لاشتقاق الزومات الإختبارية الصريحة من الفروض التي تقوم فيها بأداء وظيفتها .

إن التحذيرات التي أقامتها على هذا النحو المدرسة الاجرائية كانت مثيرة للدراسة الفلسفية والمنهجية للعلم . فقد أحدثت تأثيراً قوياً في إجراءات البحث في علم النفس والعلوم الاجتماعية ولكن كما نرى الآن إن ثمة تأويلاً إجرائياً حاصراً للطابع الأمبريقي للعلم يهول إلى أن يحجب الأوجه النظرية والمنهجية للتطورات العلمية وأن يعتمد كلية على صياغة التصور والنظرية .

٧ - ٢ المستوى الإمبريقي والمنهجى للتصورات العلمية :

تعتقد المدرسة الاجرائية أن معنى أى مصطلح من المصطلحات يتحدد تعديداً تاماً وخصوصاً بتعريفه الاجرائى . ولذا يقول بردهان إن تصور الطول يكون ثابتاً عندما تكون العمليات التي قيس بها الطول ثابتة أى أن مفهوم الطول ينطوى على قدر من العمليات التي بها يتحدد الطول وليس أكثر . وعلى وجه العموم نحن لا نمنى بأى تصور شيئاً أكثر من مجموعة العمليات الاجرائية . فيكون التصور مرادفاً لمجموعة العمليات الاجرائية

الناظرة^(١) . تتضمن وجهة النظر هذه أن المصطلح السلي له معنى فقطط دخل نطاق تلك المواقف الأميرقية التي يمكن أن يتم فيها العملية الاجرائية المعروفة له . لنفرض على سبيل المثال أننا نتقدم بتطوير علم القيزياء منذ البداية إن صح القول . ونقدم الحد « طول » بالإشارة إلى عملية قياس الطول من مسافات مستقيمة الخطوط بقصبة قياس صلب . وعندئذ ليس ثمة معنى للسؤال القائل « كم طول محيط هذه الأسطوانة » أو للقضايا التي تقدم إجابة عنه لأن عملية قياس الطول بالقصبة الصلب المستقيمة من الواضح أنها لا تقبل الانطباق على هذه الحالة .

إذا أريد لمفهوم الطول أن يكون له معنى محدد في هذا السياق فلا بد من تعيين معك إجراءات جديد ومختلف وقد يمكن القيام بهذا بالاصطلاح على أن محيط الأسطوانة يقاس بأن ثبت حوله بإحكام شريطاً قابلاً للتعاف غير قابل للإمتداد ثم نعد الشريط ونقيس طوله بقصبة القياس الصلب . وبالمثل إن منهجنا الأول لقياس الطول لا يمكن إستخدامه لتحديد المسافات للأشياء القائمة خارج الأرض ، وتجربنا للمدرسة الاجرائية أنه إذا أريد للقضايا بصدق تلك المسافات أن يكون لها معنى محدد فلا بد من تحديد إجراءات قياسية مناسبة وقد تكون إحدى هذه الاجراءات منهاجاً في البصريات يستخدم حساب المثلثات مماثل لذلك المنهج المستخدم في المسح لتحديد مسافات

(١) بردجان منطق القيزياء الحديثة ص ٥

يقدمان المزيد من الإيضاحات والتطبيقات المثيرة . وقد يجدها القاريء دانية بحيث تبحت من النقط المميزة للتعجب « الاجرائي والمطلب قابلية الاختبار الدلالة العلمية للسائل الموجبة التي يتضمنها بردجان ، للدراسة قرى نهاية الفصل الاول من منطق القيزياء الحديثة »

أرضية معينة ، وثمة منهج آخر قد ينطوى على إطلاق إشارة وإدار على الشيء .
القائم خارج الأرض والتقاطها وقياس الزمن المستغرق ، وإختبار مثل هذه
المحركات الاجرائية الاضافية سيكون بطبيعة الحال خاضعا لهذا الشرط الهام
الذى قد يسمى بـ مطلب الاتساق ، فحيث يكون هناك إجراءان مختلفان يقبلان
الانطباق فإنهما لا بد يتفجان نفس النتائج وعلى سبيل المثال إذا كانت المسافة
بين علامتين على مبنى قطعة أرض تتحدد بواسطة قصبة صلب وبحساب
المثلثات في مجال البصريات فإن القيم العددية التى نحصل عليها على هذا النحو
يجب أن تكون نفس القيم لنفرض أن ميزانا لدرجة الحرارة قد جرى تعريفه
إجرائياً بواسطة القراءات التى يعطيها الترمومتر الزئبقى ثم بعد ذلك يمتد
إلى أسفل باستخدام السحول عند نقطة التجمع الأكثر انخفاضاً كسائل
ترمومترى عندئذ لا بد من التأكد من أنها يعطيان القراءات نفسها حدود
النطاق الذى يمكن لكلا النوعين من الترمومتر أن يستخدمهما فيه ولكن
عند هذه النقطة يقدم بردهان مسألة أخرى . إن الكشف عن أن عمليتى
قياس فى حدود نطاق قابليتهما المشتركة للانطباق تتفجان نفس النتائج له
طابع التعميم الأميرى بحيث يكون كاذبا من الناحية التصورية وإن أكدته
نتائج الاختبارات الدقيقة ولهذا السبب يعتقد بردهان أنه لن يكون مأمونا
أن نعتبر الاجراءين العمليين تعريفا لتصور واحد لا غير .

فلا بد من النظر الى المحركات الاجرائية المختلفة على أنها تصورات
مختلفة ذات طابع متميز ويجب أن يشار الى هذه التصورات بألفاظ مختلفة .
ومن ثم قد يستعمل الطول الملموس والطول البصر فى الإشارة الى الكميات
المحددة بواسطة قصبات القياس واستخدام حساب المثلثات فى مجال البصريات

على التوالي . وبالمثل يعمين علينا أن نميز بين درجة الحرارة الزئبقية ودرجة الحرارة الكحولية .

كما نرى الآن هذه النتيجة المتطرفة من الصعب أن يبررها البرهان المؤيد المتألى في تأكيد الحاجة لتفسير أمبريقي واضح للمصطلحات العلمية . لا يأخذ في اعتباره ما نسميه المحتوى الامبريقي . لنفرض أننا يأتباع قاعدة برديجان نميز بين الطول الملموس والبصر وبعد اختبارات دقيقة نقيم قانونا مرهوما بحيث أنه بالنسبة لأية فترة من الفترات الزمانية التي تصدق عليها اجراءات القياس يكون لطلولين نفس القيمة العددية . فإذا كان لنا — فيما بعد — أن نكشف من الشروط التي قللها ينتج الاجراء ان النتائج المختلفة تعين علينا أن نضرب صفحا عن القانون المزعوم . ولكننا نستطيع الاستقرار في استخدام المصطلحين (الطول الملموس والطول البصر) دون تغيير لمعانيها ولكن ما الذي يؤدي اليه الكشف عن مثل هذه الحالات من عدم الاتفاق . انه على النقيض من قاعدة برديجان يفسر الاجراء ان العمليان على أنهما طريقتان مختلفتان لقياس كمية واحدة . نفس الكمية التي يشار اليها ببساطة على أنها الطول فحيث إن مطلب الاتساق بالنسبة لهذين الاجراءين يجرى الاخلال به فإن أحد المعكات يعمين التخلي عنه . ويمكن أن نستمر في استخدام مصطلح الطول ولكن مع تفسير إجرائي معدل . وهكذا يمكن تعديل النتائج الأمبريقية المتضاربة إما بالتخلي عن قانون من القوانين المقبولة تجريبيا أو بتمديد التفسير الاجرائي للمصطلح وبالإضافة الى ذلك — وهذا اعتراض أشد خطورة بكثير — أنه لمن السير وفي واقم الأمر من المستحيل الالتزام بقاعدة برديجان التزاما شديدا . اذ كلما قامت بالتدريج طائفة من التوائين

أول المبادئ النظرية في مجال البحث أصبحت تصوراتها متصلة بعضها ببعض
وبالتصورات المتداولة قبلا بطرق شتى . وغالبا ما يزودنا هذا الارتباط
بمحركات إجرائية تطبيقية جديدة تماما . ومن ثم إن القوانين التي تربط بين
مقاومة سلك معدني وبين درجة حرارته تسمح بإقامة ترمومتر مقاومة .
والقانون الذي يربط بين درجة حرارة غاز ضغط معين وحجمه هو الأساس
الذي يقوم عليه ترمومتر الغاز . والتأثير الكهربائي الحراري هو الذي يسمح
بإنشاء جهاز لقياس درجة الحرارة يطلق عليه اسم الترمومتر الكهربائي
والبارومتر البصري يحدد درجة حرارة الأجسام الساخنة بقياس سنا الإشعاع
المنبعث عنها . وبالمثل تقدم القوانين والمبادئ النظرية طرقا متباينة لقياس
المسافات ومن ثم إن التناقض للشروع للضغط للبارومترى من الارتفاع هو
الأساس الذي تقوم عليه أجهزة قياس الارتفاع البارومترى في الطائرات .
وكثيرا ما تقاس هذه المسافات تحت الماء بتحديد الزمن الذي تستغرقه الإشارات
الصوتية وتقاس المسافات الفلكية الصغيرة بحساب المثلثات البصرية أو بإشارات
الرادار وتستنتج المسافات الخاصة بمجموعات النجوم الكرية ومجموعات
الحجرات بواسطة القوانين من فترة الظهور والسنا الظاهر لنجوم معينة في
تلك المجموعات .

وقياس المسافات الصغيرة جدا قد ينطوى على إستخدام افتراض نظرية
الميكروسكوبات البصرية والميكروسكوبات الألكترونية ومناهج
الإجراءات الطيفية ومناهج أشعة إكس وغيرها كثير .

والقاعدة التي اقترحها ريدجمان قد تضطرنا إلى تمييز الضروب المتناظرة
من مفاهيم درجة الحرارة ومفاهيم الطول . والقوائم أبعد أن تكون تامة .

لأنه يستخدم بارومترين ذى تركيبين مختلفين بعض الشيء فى قياس الارتفاعات أو يستخدم مجهرين مختلفين فى تحديد طول البسكترىا ويتمون النظر إليهما على أنهما يقومان بتحديد نوعين مختلفين من الطول أو مفهومين من مفاهيمه حيث تختلف التفاصيل الاجرائية إلى حد ما . ومن ثم إن القاعدة الاجرائية موضع المناقشة قد اضطررنا إلى إقرار طائفة من مفاهيم الطول ودرجات الحرارة وغيرها من المفاهيم العلمية التى لا يمكن التحكم فيها إجرائيا ولا نهاية لها نظريا . قد يقضى هذا على أحد الأغراض الرئيسية وهو التوصل إلى تفسير موحد متسق أعنى بذلك تفسيرا بسيطا موحدا متسقا للظواهر الامبريقية . إن الاتساق العلمى يتطلب إقامة روابط شتى بواسطة القوانين أو المبادئ النظرية بين الأوجه المختلفة للعالم الامبرىقى تلك الأوجه التى تقسم بالمفاهيم العلمية . إذ المفاهيم العلمية هى — عقد العقد فى شبكة العلاقات النفسية المتداخلة — تلك التى تشكل خيوطها القوانين والمبادئ النظرية .

فالقوانين التى تشكل الأساس الذى تقوم عليه المناهج الترمومترية المختلفة تصور بعضا من الخيوط الاصطلاحية التى تربط مفهوم الحرارة بالمفاهيم الأخرى المعقودة وكما تلاقت الخيوط أكثر كلما كان دورها النسبى أقوى . وأكثر من هذا إن البساطة بمعنى الاقتصاد فى المفاهيم هى أحد الملامح الهامة للنظرية العلمية الجيدة .

وتفصيلا نقول إن محتوى المفاهيم فى النسق المتعدد نظريا أقوى من ذلك النسق من المفاهيم فى نظرية أقل إقتصادا بالنسبة لموضوع البحث نفسه ومن ثم إن الاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسبى تعارض بقوة الأكتار من المفاهيم . ذلك الذى تدعو إليه الفاهدة القائلة بأن المحركات الاجرائية المختلفة تحدد

المفاهيم المختلفة وفي واقع الأمر لا نجد في صياغة النظريات العلمية التمييز بين المفاهيم المختلفة للطول (على سبيل المثال) فكل مفهوم يتميز بـ «معريفه الإجرائي الخاص به». فضلا عن ذلك تصور النظرية الفيزيائية مفهوما أساسيا واحدا من مفاهيم الطول وطرائق شتى أكثر أو أقل دقة لقياس الأطوال في الظروف المختلفة. وغالبا ما تبين الاعتبارات النظرية نطاق تطبيق منهج القياس ودرجة دقته. فضلا عن ذلك إن تطوير نسق القوانين والنظريات غالبا ما يؤدي إلى تعديل المحكات الإجرائية التي تطبق أساسا على بعض المفاهيم الرئيسية وعلى سبيل المثال إن تحديد إجرائيا للطول يقتضي عليه أن يتخذ وحدة للقياس من بين أشياء أخرى. والطريق المعياري للقيام بهذا العمل هو أن نعين المسافة بين علامتين منقوشتين على قضيب معدني معين باعتبار أنها معرفة للوحدة. ولكن القوانين الفيزيائية والمبادئ النظرية تبين أن المسافة بين العلامتين تتغير بغير درجة حرارة القضيب في ظل أية مؤثرات قد تؤثر عليه. ولكي نضمن معيارا مطردا للطول لابد من شروط تضاف إلى التعريف المبدئي. فالمر على سبيل المثال يعرف بواسطة المسافة بين علامتين منقوشتين على المتر المعياري الدولي. قضيب مصنوع من سبيكة من البلاتين والريديوم ذات مقطع غريب متقاطع على شكل الحرف X ويقال للعلامتين بالمواضعة التمريفية أنهما تتخذان مسافة متر واحد عندما يكون القضيب في درجة حرارة لإنصهار ويكون مؤيدا بطريقة متقابلة بواسطة محورين إسطوانيين متعامدين على طوله بزوايتين قائمتين وعلى بعد جانبي يبلغ ٥٧١ ممرا في مستوى أقصى. والمقطع المتقاطع الغريب معيّن لضمان أعلى درجة من شدة صلابة القضيب. والتحديد المتعلق بطريقة تأييده مستوحى من القول القائل

بأن انحرافه لن يعدل المسافة بين العلامتين إلا تعديلا طفيفا . وبين التحليل
النظري الوضع الفترض للسحورين أى الوضع الأمثل بمعنى أن التعديلات
الطيفية في موضعها لن تؤثر على المسافة بين العلامتين حقاً^(١) .

لنتناول مثالا آخر : إن أحد المحركات الأميركية الأولية الأكثر أهمية
لقياس الزمن زودتنا به الاضطرابات البادية في الحركات الظاهرة للشمس
والنجوم الثوابت . فالزمن الذى يمضى بين ظهورين متتاليين لجرم من
الأجرام السماوية في نفس الموضع الظاهر (وعلى سبيل المثال الشمس عندما
تكون في موضع سمت الرأس) يميز وحدة زمن . لقد عرفت الوحدات
الزمنية الصغيرة إجرائياً بواسطة المزولة الشمسية، الساعات الرملية، الساعات
المائية، وأخيراً بواسطة الساعات البندولية . والملاحظ أنه في هذه المرحلة
لامعنى للسؤال عما إذا كان يومان شمسيان مختلفان أو رقاصان لبندول معين
هما في الحقيقة من ديمومة زمنية متساوية . تذكرنا المدرسة الإجرائية بأنه
في هذه المرحلة تستخدم المحركات المعينة لتعريف الديمومة المتساوية . إن
السؤال عما إذا كانت الفترات الزمانية التى تعرف بواسطة المحركات
متساوية يجد إجابة لا معنى لها بواسطة المواضعة التعريفية . ولكي نقرر
تساويهما لسنابحاجة لإقامة قضية ذات واقع أمبريقى قد نخطئ بصده، ولكن
كما تصاغ وتختبر القوانين والنظريات الفيزيائية المتضمنة مفهوم الزمان تؤدي
أيضا إلى تعديل المحركات الإجرائية الأولية . ومن ثم تنطوي الميكانيكا

(١) قمة بيان بالتفاصيل والاضطرابات النظرية الكلمة يمكن أن نجد في كتاب
نورمان فيذر - الكلمة، الطول، الزمان (بالتيور - ميلاند، كتب بنجوين سنة ١٩٦١
الفصل الثانى،

الكلاسيكية على مفهوم أن الفترة التي يستغرقها البندول تتوقف على سمته. وتتضمن نظرية مركزية الشمس التي تفسر الحركات الظاهرية للأجرام السماوية بالدوران المحوري (التعامدى) اليومي للأرض ودورانها السنوي حول الشمس مع نظرية نيوتن: أن الأيام الشمسية المختلفة ليست ذات ديمومة زمنية متساوية وإن دارت الأرض بمعدل ثابت لا يتغير. ولكن احتكاك المد والجزر والعوامل المماثلة يبرر افتراض أن الدوران اليومي للأرض تقتاقص عجلته ببطء شديد ذلك الافتراض الذى تؤيده مقارنة الزمن المقرر لحدوث كسوف شمس معين منذ القدم مع الأزمنة التى يجرى حسابها استرداديا من المعطيات الفلكية الحاضرة. ومن ثم إن الإجراءات التى نستخدم أصلا لقياس الزمن توشك أن تتناول على أساس أنها تقدم مقاييس صحيحة تقريبا. وفى نهاية الأمر تقبل على الأساس النظرى أنساقا جديدة مخالفة كالساعات الهلورية (الكوارتز) والساعات الذرية باعتبار أنها تزود بمقاييس للزمن أكثر دقة (ضبطا) ولكن كيف يمكن أن تبين القوانين والنظريات عدم الدقة فى المحركات الإجرائية التى تصاغ فيها الحدود الأساسية؟ تلك المحركات لا بد من افتراضها قبلا واستخدامها فى اختبار القوانين والنظريات موضع التساؤل. ويمكن مقارنة العملية ببناء جسر من الجسور فوق نهر من الأنهار بوضعه أولا على عوامات أو دهامات مؤقتة غائصة فى قاع النهر. وعندئذ نستخدم الجسر كرسيف أساسى لتحسين وتمديد الأساسات. وبعد ذلك لتسوية وتوسعة البناء العلوى من أجل إقامة نظام كلى سليم من الناحية البنائية يقوم على أسس جديدة بشكل مطرد. قد تؤسس القوانين العلمية والنظريات على المعطيات التى نحصل عليها بواسطة

المحكيات الإجرائية المتخذة ابتداءً. ولكنها إن توافقت تلك المعطيات (اليهانات) بالضغط. إن اعتبارات أخرى بما في ذلك الاعتبارات الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دوراً هاماً في افتراض الفروض العلمية، ولما كانت القوانين أو المبادئ النظرية المقبولة على هذا النحو مأخوذة على الأقل من الناحية التجريبية للتعبير عن العلاقات بين المفاهيم التي تشكل فيها فليس غريباً أن ينظر إلى المحكيات الإجرائية الأولية على أنها تقدم فحسب السمات التقريبية لتلك المفاهيم.

ومن ثم ليس المحتوى الأمبريقي متمكناً في محكيات التطبيق الواضحة التي تؤكد عليها المدرسة الإجرائية. هو المطلب الوحيد المنشود للمفاهيم العلمية. فالمحتوى النسقي مطلب آخر لا يمكن الاستغناء عنه لدرجة أن التفسير الأمبريقي للتطورات النظرية قد يتغير من أجل القوة النسقية للشبكة النظرية. ذلك أنه في البحث العلمي تفضي صياغة المفاهيم والنظريات معاً.

٧ - ٤ الأسئلة عديمة المعنى إجرائياً :

إن واحدة من المشكلات المثيرة التي يناقشها برديجان لإيضاح الاستخدام المخرج للمعايير الإجرائية تتعلق بإمكانية حدوث تغير غير منظور في الميزان المطلق لقياس الطول. فليس ممكناً أن تتغير المسافات تغيراً مطرداً في الكون بحيث تتضاعف كل ٣٤ ساعة^(١). هذه الظاهرة لا يمكن أن تقوم بواسطة العلم من حيث أن القياسات المستخدمة في التعديد العملي

(١) هذه الصياغة أكثر تحديداً بقليل من صياغة برديجان (في صفحة ٢٨ من كتاب منطق الفيزياء الحديثة، ولكن لا تتضمن أي تغيير في النقاط الحاسمة).

للأطوال قد تستطيل بنفس المعدل (النسبة) ولذلك يعلق برديجان على ذلك بقوله إن السؤال لا محل له . فوفقاً لحكم المعايير الإجرائية لن يكون ثمة تمدد كوني على هذا النحو . والدعوى القائلة بأنه قد يحدث رخا من ذلك — غير معروفة لنا ولن تقومها أبداً — إنها ببساطة ليست بذات مدلول إجرائي فضلاً عن أنه ليس ثمة نتائج تقبل الاختبار بواسطة إجراءات القياس .

على أن هذا التقييم يلزم تعديله إذا ما أخذنا في الاعتبار أنه في الفيزياء لا يستخدم مفهوم الطول منفرداً ولكن الدوال في القوانين والنظريات تربطه بالمفاهيم الأخرى المتباينة، وإذا كان فرض التمدد الكوني مرتبطاً بمثل هذه المبادئ الفيزيائية الأخرى التي تستخدم كفروض مساعدة (انظر الفصل الثالث) . فإن في واقع الأمر يفتج لزومات قابلة للاختبار من الناحية الإجرائية ومن ثم لا محل له . وعلى سبيل المثال إذا كان الفرض صادقاً كان الزمن الذي تستغرقه الإشارة الصوتية لعمل رحلة الذهاب والمودة بين نقطتين على الشاطئين المتقابلين لبحيرة من البحيرات يتضاعف كل ٢٤ ساعة وهذا من الممكن أن يختبر . ولكن لنفرض أننا قد عدلنا الفرض بإضافة الآخر القائل بأن سرعة الإشارات الصوتية والكهرومغناطيسية تتزايد بنفس المعدل لكل المسافات بالضغط . إذن الفرض الجديد تبقى له لزومات اختبارية .

وعلى سبيل المثال : إذا افترضنا أن التمدد الكوني لا يؤثر على ناتج الطاقة الحاصلة من نجم مثل الشمس فإن برقيها لا بد وأن يتناقص إلى مقدار الربع من قيمته الأولية خلال فترة الأربع وعشرين ساعة حيث يتضاعف

سطحها أربع مرات خلال ذلك الوقت . ومن ثم فإن الحقيقة القائلة بأن
الفرض مأخوذاً وحده لا يقدم إمكانية لاختبار إجرائي ليست سبباً كافياً
لإطراح الفرض باعتبار أنه يخلو من المحتوى الإمبريقي أو باعتبار أنه
لا معنى له من الناحية العلمية وبالأحرى يجب أن ننظر إلى أية قضية من
خلال السياق النسقي للفروض والقوانين الأخرى حيث يراد لها أن تقوم
بوظيفتها وأن تفحص اللزومات الاختبارية التي قد تنشأ عندئذ . هذا الإجراء
(المسلك) يصف كل الفروض التي قد تقترح من بين غيرها من الفروض
بأنها ليست بذات معنى . وتستبعد الفروض الخاصة بالقوى الحيوية والنزوعات
الطبيعية الكونية والتي نوقشت قبلاً .

٧ - هـ طابع القضايا التفسيرية :

إن نظرتنا للمذهب الإجرائي كان مدفوعاً بالفكرة القائلة بأن إذا أريد
لنظرية من النظريات أن تقبل الانطباق على الظواهر الأمبريقية لكان
لزاماً أن تفسر الألفاظ المميزة لطابعها تفسيراً مقبولاً بواسطة المفردات المتوفرة
قبلاً ، وقد بينت مناقشتنا أن التصور الإجرائي لمثل هذا التفسير يزودنا
بمقترحات مساعدة وإن تطلب تعديلات موضع اعتبار وبصفة خاصة يضمن
علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المفهوم العلمي مرادف لمجموعة من
العمليات لأنه أولاً قد تكون هناك - وعادة ما تكون هناك - محركات
بديلة عديدة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات . وتكون هذه
المحركات قائمة على مجموعة مختلفة من الإجراءات .

وثانياً : لكي نفهم معنى المصطلح العلمي ونستخدمه استخداماً صحيحاً
يضمن علينا أن نعرف أيضاً دوره المنهجي (النسقي) الذي تشير إليه المبادئ

النظرية التي يقوم فيها بأداء وظيفته والذي يربطه بغيره من المصطلحات النظرية. وثالثا لا يمكن اعتبار المصطلح العلمي مرادفا لمجموعة من العمليات بمعنى اتخاذ معناها الذي حددته تماما لأنه — كما رأينا — تقدم مجموعة واحدة من العمليات المختبرة محكات للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات في نطاق محدود من الشروط . ولذا فإن العمليات الإجرائية لاستخدام قسبة قياس أو ترمومتر تزودنا فقط بتفسيرات جزئية للمصطلحين : درجة الحرارة والطول لأن كلا منهما يقبل الانطباق داخل نطاق محدود من الظروف فنحسب بينما تأتي المحكات الإجرائية بأقل مما هو مطلوب في التعريف العام . إن هناك ناحية أخرى تأتي فيها المحكات الإجرائية بما هو أكثر بكثير مما يتطلبه إنشاء التعريفات في الفهم المعتاد . فعادة ما يفهم التعريف الاشتراطي على أنه قضية تقدم مصطلحا مناسباً ، أو رمزاً مختصراً وذلك بتحديد معناه ببساطة ودون إضافة أية معلومات فعلية . ولكن هذين المعيارين الإجرائيين لمصطلح واحد تترتب عليهما لزومات أمبريقية تتجاوز نطاق التطبيق الخاص بهما كما هو الحال غالباً . ينتج هذا عن ملاحظتنا السابقة حول مطلب الاتساق بالنسبة للمحكات الإجرائية البديلة .

إذا اتخذت إجراءات اختبارية مختلفة كمحكات للتطبيق بالنسبة للمصطلح الواحد فإنه ينجم عن قضايا تلك المحكات أنه في حالة ما إذا كان الإجراء الاختباري قابلاً للتطبيق أن يتخذ اللزوم الاختباري طابع التعميم الإمبريقي . القضية التي تناولناها قبلاً وللمبرة عن التساوي العدد للطول الملموس والمبصر في جميع الحالات حيث أمكن استخدام إجراءات القياس مثال على ذلك . وثالثا الآخر هو القضية القائلة بأنه في حدود اعتبار الزئبق والكحول

سائلين تتساوى من حيث العدد قراءات درجة الحرارة التي أظهرتها
الترموترات الزئبقية والكحولية . هذه القضية نتيجة اشتراط أن النوعين
من الترمومترات يمكن أن يستخدما في التعديد العملي لدرجات الحرارة .
ولذلك القضايا التفسيرية التي تزودنا بمحكات للتطبيق بالنسبة للمصطلحات
العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوصفية للتعميم
الأمبريقي . ومع ذلك هناك ناحية أخرى هامة تختلف فيها القضايا التفسيرية
عن التعريفات بالمعنى الذي تناولناه قبلاً . فغالبا ما تستخدم المصطلحات
العلمية في تعبيرات أو عبارات ذات صورة متميزة وعلى سبيل المثال مفهوم
الصلابة بوصفه متميزاً باختبار الخدش مقصود به أن يستخدم فحسب في
تعبيرات من ذات الصورة . الجسم المعدني م١ أشد صلابة من الجسم المعدني م٢
وفي عبارات أخرى معرفة بمثل هذه التعبيرات . في مثل هذه الحالات يكفي
أن يكون لدينا تفسير لتلك التعبيرات المتميزة . يزودنا اختبار الخدش بمثل
هذا التفسير الذي يحمل معنى أمبريقياً بأن م١ أكثر صلابة من م٢ وليس ذلك
للمصطلح « صلابة » بذاته أو التعبيرات من قبيل للمعدن م صلب أو صلابة
المعدن م تكون كذا وكذا . الخ . إن القضايا التي تحدد معنى سياق معين
يتضمن حداً معيناً تحديداً تاماً تسمى التعريفات السياقية (الضمنية) تمييزاً
لها عما يقابلها مما يسمى بالتعريفات الصريحة . مثال ذلك الحامض يتخذ نفس
المعنى « الكتروليت » تلزم عنه أيونات الأيدروجين . وعلى سبيل المماثلة
نقول إن القضايا التفسيرية للنظرية العلمية عادة ما تزودنا بالتفسيرات السياقية
(الضمنية) للمصطلحات النظرية . فالطرق العديدة لقياس الطول مثلاً لا تفسر
المصطلح « طول » بذاته عبارات من أمثال طول المسافة بين النقطة أ

والنقطة ب وطول الخط ط محركات لقياس الزمن لا تصرح بمفهوم الزمن بوجه عام . قد تسمح سياقات خاصة وحاضرة بتفسير من التفسيرات التي تقوم أساسا للاختبار العلمى فى حالة بعض المصطلحات الافتراضية مثل ذرة ، الكترون ، فوتون . حقا من الممكن أن نقدم تعريفا افتراضيا للمصطلح « الكترون » أعنى تعريفاً يستخدم ألفاظا افتراضية أخرى (الكترون يعنى جزئى أولى ذو كتلة سكون 9.107×10^{-31} جرام وشحنة 4.802×10^{-10} متاتكولومب) وحدة قياس الكهرباء وسرعة دوران ذات وحدة شطرية واحدة) . ولكن ماذا يمكن أن يشبه التعريف الإجرائى لهذا المصطلح ؟ إننا بالتأكيد لا نستطيع أن نتوقع إعطاء قواعد لتحديد ما إذا كانت اللفظة « الكترون » تصدق على شئ معين أى ما إذا كان ذلك الشئ . الكترونيا . غير أن ما يمكن صياغته هو تفسيرات سياقية لأنواع معينة من القضايا تتضمن المصطلح « الكترون » . وذلك مثل هذه القضايا .

توجد الالكترونات على سطح الكرة المعدنية المعزولة . الالكترونات تتطاير من هذا الالكترونود (قطب كهربي) ذا المسار للكتائف فى عرفة السحب يميز المسار الذى يتخذه الالكترون وما أشبه ذلك . وتصدق ملاحظات مماثلة على تصورات المجال الكهربى والمغناطيس يمكن أن تصاغ محركات اجرائية للتأكد من بنية مثل هذه المجالات وقوتها فى مجالات معينة . ومثل هذه المحركات تشير إلى مسار الاختبار ومسارات الجزيئات المتحركة فى المجال وسريان التيار فى الأسلاك المتحركة عبر المجال . وهكذا . ولكن مثل هذه الاختبارات تكون فى متناول أيدينا فقط بالنسبة لأنواع من الشروط خاصة معينة من الناحية التجريبية . وذلك كالمجال المتجانس فى مساحة كبيرة بدرجة

كافية أو الانحدار على مسافات معينة أو ما أشبه ذلك. فالقضية المعبرة عن شرط من شروط المجال ممكن نظريا وإن يكن على درجة من العمق (قد ينطوى على تغيرات قوية في المسافات القصيرة) قد لا يترتب عليها لزومات ممكن اختبارها إجرائيا. قد يكون واضحا الآن أن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية لا يمكن النظر إليها باعتبار الواحد منها ذو عدد محدود من المحركات الاجرائية الخاصة أو بوجه عام من القضايا التفسيرية المقرنة به لأن القضايا التفسيرية من المعتقد أنها تمهد الطرق التي يمكن بها اختبار القضايا التي تتضمن المصطلح الذي يجرى تفسيره. أي أنها عندما ترتبط بمثل هذه القضايا لا بد وأن يترتب عليها لزومات اختبارية مصاغة في الفاظ متداولة قبلا. ولذا فإن التفسير الاجرائي للصلابة بواسطة اختبار الخدش يسمح باستخلاص لزومات اختبارية من القضايا ذات الصورة م، أصلب من م. والتفسير القائم على اختبار ورقة عباد الشمس يفعل نفس الشيء. بالنسبة للقضايا ذات الصورة. السائل حامض.. الخ والآن إن الطرق المتنوعة التي يمكن بواسطتها (أو اللزومات الاختبارية) التي يمكن بواسطتها أن تختبر القضايا التي تحتوي على المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية تتحدد بواسطة المبادئ الحديثة للنظريات. هذه المبادئ - كما لاحظنا في الفصل السادس - تربط الكيانات والنظريات المتميزة الطابع بالتواهر التي يمكن أن تصنفها المصطلحات الموضوعة قبلا:

وعلى هذا النحو تقرر المصطلحات المفترضة بالمصطلحات المفهومة قبلا. ولكن تلك المبادئ لا تحدد لمصطلح من المصطلحات المفترضة عددا محددا من محركات التطبيق. لتتناول ثانية المصطلح الكثر. لاحظنا أنه ليست

كل قضية تحوى هذا المصطلح ذات لزومات اختبارية تحددها . ومع ذلك القضايا التى تتضمن المصطلح ذى اللزومات الاختبارية ذات تنوع غير محدود . والتنوع المناظر لها من الاختبارات لا يمكن - بغير تمسف - اعتباره متفقا مع مجرد اثنين أو سبعة أو عشرين محكما من محكمات التطبيق المختلفة بالنسبة للمصطلح « الكثرين » ولذلك مفهوم المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات التى يعبرى تفسيرها على انفراد وبعدد محدود من المحكمات الاجرائية لابد من اطراحه لصالح مجموعة البادىء الحدية التى لا تفسر المصطلحات المفترضة على انفراد . ولكن تزودنا بعدد غير محدود من محكمات التطبيق لعدد غير محدود من اللزومات الاختبارية للقضايا التى تحوى واحد أو أكثر من المصطلحات المفترضة :

٨ - الرد النظرى

٨ - ١ قضية المذهب الحيوى الميكانيكى :

تناولنا قبلا المذهب الحيوى الجديد القائل بأن الخصائص الميمنة للأنساق الحية ومن بينها القدرة على التكيف والتنظيم الذاتى لا يمكن أن تفسر بالبادىء الفيزيائية والكيميائية وتفسر بالرجوع إلى عوامل جديدة من نوع غير معروف فى العلوم الفيزيائية هو القوى الحيوية . ولقد بين الفحص الدقيق أن مفهوم القوى الحيوية كما يستخدمه أصحاب المذهب الحيوى لا يمكن أن يقدم تفسيراً لأية ظاهرة بيولوجية ومع ذلك لا تتخلص الأسباب التى أدت إلى هذه النتيجة آليا من الفكرة الأساسية فى المذهب الحيوى الجديد . تلك الفكرة القائلة بأن الأنساق والعمليات البيولوجية تختلف فى نواحى جوهرية عن الأنساق والعمليات الكيميائية الخالصة . تمارض هذه النظرة بما يسمى

دعوى المذهب الميكانيكي القائلة : بأن المركبات العضوية الحية ليست شيئاً سوى أنساق فيزيائية كيميائية (وإن لم تكن أنساقاً كيميائية خالصة كما قد يوحى مصطلح « المذهب الحيوى » فى نمطه القديم) . ولقد كانت هذه التصورات المتعارضة موضوع حوار محمدم ساخن لانستطيع أن نتناوله هنا بالتفصيل . ولكن من الواضح أن القضية يمكن أن تناقش نقاشاً منمراً فقط إذا استطعنا أن نجعل معانى الدعاوى المتعارضة واضحة بدرجة كافية لبيان أى أنواع البرهان والبيئة يمكن أن تكون له علاقة بالمشكلة وكيف للنقاش أن يهدأ ويستقر . إنها لمشكلة فلسفية متميزة بإيضاح معانى التصورات المتعارضة التى نتناولها الآن . فنتيجة تأملنا سيكون لها لزومات تتعلق بإمكانية استقرار القضية من الواضح أن النزاع يتعلق بمسألة ما إذا كانت المركبات العضوية الحية أنساقاً فيزيائية كيميائية فعسب أو لم تكن . ولكن ماذا يعنى القول بكونها أنساقاً ؟ توحى ملاحظتنا الأولية بأننا قد نفسر المذهب الميكانيكي على أساس أنه يقدم هذه الدعوى المزدوجة (م) :

إن كل خصائص المركبات العضوية الحية هى خصائص فيزيائية كيميائية يمكن أن توصف بلغة الطبيعة والكيمياء (م) . كل أوجه السلوك للمركبات العضوية الحية يمكن تفسيرها بواسطة القوانين والنظريات الفيزيائية الكيميائية .

أما بخصوص القضية الأولى من هاتين القضيتين التفريريتين من الواضح أنه على أية حال يتطلب وصف الظواهر البيولوجية استخدام المصطلحات البيولوجية الخاصة التى لا ترد فى قاموس المفردات الفيزيائية والكيميائية لا المصطلحات الفيزيائية الكيميائية فسحب . ففى القضية القائلة بأنه فى المرحلة الأولى من مراحل انقسام

الخلية يحدث تقلص الكروموسومات في نواة الخلية المنقسمة . وكذلك القضية القائلة بأن بيضة الأوز المنحصة عندما تنفقس قسا صحيحا تفرخ فرخ أوز . تتضمن القضية م أن الكيانات والعمليات البيولوجية المشار إليها هنا فرخ أوز ، بيض أوز ، خلايا ، نواة ، كروموسومات ، إخصاب ، انقسام خلية يمكن أن تتحدد خصائصها بمصطلحات فيزيائية كيميائية . وأكثر التفسيرات استخداما هو أن المصطلحات البيولوجية للمناظرة فرخ أوز ، خلية . الخ يمكن تعريفها بمعاونة المفردات المأخوذة من قاموس مفردات الفيزياء والكيمياء . لكن أشارتنا إلى هذه الترجمة الخاصة م_١ باعتبارها م_١ وبانتمثل إذا كانت جميع الظواهر البيولوجية هكذا وبوجه خاص كل الاطارات المعبر عنها بواسطة القوانين البيولوجية يراد لها أن تفسر بواسطة المبادئ الفيزيائية الكيميائية تعين أن تقتلص القوانين البيولوجية من القوانين والمبادئ النظرية للفيزياء والكيمياء . القضية - د هنا نسميها م_٢ - القائلة بأن هذه بالضرورة الحالة قد ينظر إليها باعتبارها المعنى الخاص لـ م_٢ . وبقتلص بذلك القول بأن القضيتين م_١ ، م_٢ تعبران عما يسمى غالبا قضية رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء . وتتملص هذه القضية بالمفاهيم والقوانين الخاصة بالمباحث موضع الاهتمام . فرد مفهوم مبحث واحد إلى تلك للمفاهيم الخاصة بآخر تفسر على أنها قابلية الأول للتعريف بلغة الآخر . فرد القوانين يفسر بالمماثلة على أنه اشتقاقها ولذلك يمكن أن يقال للذهب الميكانيكي انه تقرير رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء . وانكار هذه الدعوى يشار إليه أحيانا على أنه قضية الحكم الذاتي للبيولوجيا أو للمفاهيم والمبادئ البيولوجية . ولذلك يؤكد المذهب الحيوى الجديد السلطة الذاتية للبيولوجيا

وبكل هذه الدعوى بمذهبه في القوى الحيوية . ولنتناول الآن القضايا الميكانيكية بشيء من التفصيل .

٨ - ٢ رد المصطلحات :

لا تعنى القضية م^١ المتعلقة بتعريف المصطلحات البيولوجية بتقرير إمكانية تحديد المعانى الكيميائية للمصطلحات البيولوجية بتعريفات اصطلاحية تمسقية . فهي تسلم بأن المصطلحات في المعجم البيولوجى لها معان فنية محددة . وتدعى أن محتواها يمكن التعبير عنه بواسطة المفاهيم الفيزيائية والكيميائية . تثبت القضية إذن إمكانية تقديم ما أطلقنا عليه في الفصل السابع « التعريفات الوصفية » للمفاهيم البيولوجية بلغة فيزيائية كيميائية ولكن التعريفات قيد البحث لا تكاد تتوقع كونها تعريفات تحيلية لأنه من الواضح أن تكذيب الدعوى القائلة بأن كل مصطلح بيولوجى — على سبيل المثال — بيضة أوزة ، شبكية العين انقسام انخلية ، فيروس ، هرمون ، يوجد له تعبير باللغة الفيزيائية الكيميائية وله نفس المعنى الذى يمكن معه أن يقال لفظ « قرين » أن له معنى الزوج أو الزوجة أو المرادف له . إنه لمن العسير أن نسمى مصطلحا بيولوجيا واحدا نحدد له مرادفا فيزيائيا كيميائيا . انه من الصعب أن يحتمل المذهب الميكانيكى هذا التفسير لدعواه . ولكن التعريف الوصفى قد يفهم بمعنى أقل تمتعنا بحث لا يتطلب أن يكون للمعنى نفس المعنى أو المضمون كالمعرف . ولكن نفس الماصدق يحدد المعرف في هذه الحالة الشروط التى تكون مستوفاة كأرواق في كل تلك الحالات حيث يصدق المعرف . المثال التقليدى هو تعريف الانسان بأنه حيوان ذو ساقين لا يقرر أن لفظة « إنسان » لها نفس المعنى مثل تمييز حيوان ذو ساقين ، ولكن نفس الماصدق . فلفظة « إنسان » تصدق

على كل تلك الأشياء التي لها ساقان فحسب وكون الشيء ذا ساقين هو على السواء شرط ضروري وكاف لكونه إنسانا .

قد يشار إلى القضايا على أنها تعريفات ماصدقية يمكن التعبير عنها في الصورة .

له نفس المصدق مثل

إن التعريفات التي يحددها أصحاب المذهب الكاينكي لتوضيح وتأيد دعواه المتعلقة بالفاهيم البيولوجية هي من هذا النمط الماصدق . فهي تعبر عن الشروط الفيزيائية الكيميائية الضرورية والكافية لأن تصدق على المصطلحات البيولوجية . وذلك هي في الأغلب نتائج البحث الفيزيائي الحيوي والكيميائي الحيوي الشاق فيتضح هذا بتحديد خصائص المواد وذلك كالبنسلين التستسترون ، والكواستروول بلغة البنية الجزيئية . ذلك الانجاز الذي يسمح بتعريف المصطلحات البيولوجية بواسطة المصطلحات الكيميائية الخالصة وحدها . ولكن مثل هذه التعريفات لا تقصد التمييز عن معاني المصطلحات البيولوجية فالعنى الأصلى للفظة « بنسلين » على سبيل المثال قد يبين خصائص البنسلين بوصفه مادة مضادة للبكتريا ينتجها فطر عش الفراب (عفن الخبز) ويعرف التستسترون أصلا بأنه هرمون الجنس الذكري الذي تنتجه الغصيتان .. الخ . ونصل إلى تحديد خصائص هذه المواد ببنيتها الجزيئية لا بتحليل المعنى ولكن بالتحليل الكيميائي . وتؤسس النتيجة كشفا كيميائيا حيويا لا كشفا منطقيا أو فلسفيا ، يبرعنه بالقوانين الأمبريقية لا بقضايا الترادف . وفي واقع الأمر قبول الخصائص الكيميائية كتعريفات جديدة للمصطلحات البيولوجية

بعضن تحولاً لافى المعنى والمضمون فحسب بل أيضاً فى الماصدق لأن المحركات الكيميائية التى تصف مواد كالبنتلسين أو التستسترون بأنها مواد معينة لم تنتج بواسطة الأنساق العضوية ولكن ركبت فى العمل تركيباً.

وعلى أية حال أيا كان الأمر تتطلب إقامة مثل هذه التعريفات بحثاً امبريقياً. ولذلك يجب أن نستنتج أن مسألة ما إذا كان المصطلح البيولوجى معرفاً بواسطة المصطلحات الفيزيائية والكيميائية وحدها لا يمكن أن تستقر بمجرد تأمل معناها ولا بأى إجراء آخر غير امبريقى.

ولذا فإن الدعوى م^١ لا يمكن إقامتها أو دعمها بناء على أسس قبلية أى بالاعتبارات التى يمكن تميمتها قبلاً أو بالاستقلال عن البنية الامبريقية.

٨ — ٣ رد القوانين :

نعود الآن إلى القضية الثانية م^٢ فى تفسيرها المذهب الميكانيكى تلك الدعوى التى تقرر أن القوانين والبيادى النظرية الخاصة بعلم البيولوجيا يمكن اشتقاقها من تلك القوانين والبيادى الخاصة بالفيزياء والكيمياء. من الواضح أن الاستنباطات المنطقية من القضايا المصوغة بلغة الفيزياء والكيمياء لن تنتج قوانين بيولوجية متميزة حيث يقعون على هذه القوانين أن تحتوى على حدود بيولوجية. وللحصول على مثل هذه القوانين لن نحتاج إلى بعض المقومات الإضافية التى تعبر عن الارتباط بين السمات الكيميائية والبيولوجية. هذا الموقف المنطقى هو نفس الموقف فى استخدام التفسير لنظرية من النظريات حيث تكون للبيادى الحديثة مطلوبة بالإضافة إلى البيادى المفترضة لاستخلاص النتائج التى يمكن التمييز عنها على وجه المحصر بمصطلحات مفترضة قبلاً. ويقعون على المقدمات الإضافية المطلوبة لاستخلاص

القوانين البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميائية أن تتضمن كلا من المصطلحات البيولوجية والمصطلحات الفيزيوكيميائية وأن تكون لها صلة القوانين التي تربط مظاهر فيزيوكيميائية لظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة . والقضية الرابطة من هذا النوع قد تأخذ الصورة الخاصة للقوانين التي تناولناها هنا . تلك التي تقدم أساساً لتعريف ماصدق للمصطلحات البيولوجية . ومثل هذه القضية تقرر في الواقع أن إثبات خصائص فيزيوكيميائية معينة . وعلى سبيل المثال كون مادة من المواد من كذا أو كذا من التركيب الجزئي هو على السواء ضروري وكاف لإثبات خاصية بيولوجية معينة (على سبيل المثال تستثيرون) والقضايا الأخرى الرابطة قد تنبع عن شروط فيزيوكيميائية ضرورية ولكنها ليست شروطاً كافية أو ضرورية لخاصية بيولوجية معينة . والتعميمات القائلة بأنه حيث توجد حياة فقارية يوجد أو كسجين وأى نسيج عصبي يحمل صدمات كهربائية هي من النوع الأول . والقضية القائلة بأن الغاز العصبي تايين (المتميز بينيته الجزئية) ينحدر النشاط العصبي ومن ثم يسبب الوفاة للإنسان هي قضية من النوع الثاني . والقضايا الرابطة من الأنماط الأخرى المتنوعة يمكن إدراكها أيضاً . وإحدى الصور البسيطة التي قد يأخذها استخلاص القانون البيولوجي من القوانين الفيزيوكيميائية يمكن أن توصف على النحو الصوري الآتي : يمكن ف ، ف ، تعبيرين يتضمنان حدوداً فيزيوكيميائية ولكن القضية القائلة بأن (كل حالات ف ، هي حالات ف) (قانوناً فيزيائياً كيميائياً) . نطلق عليه ق ، ف . ولكن القوانين الرابطة .

(كل حالات ب ، هي حالات ف ، وكل حالات ف ، هي حالات ب ،) .

يقرر القانون الأول أن الشروط من النوع ف، ضرورية لحدوث الحالة البيولوجية أو الشرط البيولوجي ب^١ ويقرر القانون الثاني أن الشروط الفيزيوكيميائية ف، كافية للسمة البيولوجية ب^٢. إذن يمكن أن يستنبط القانون البيولوجي الخالص منطقيا من القانون الفيزيوكيميائي ق^١ في ارتباطه مع القوانين الرابطة. أعني كل حالات ب^٢ هي حالات ب^١ أو (حيث توجد السمات البيولوجية ب^٢ توجد السمات البيولوجية ب^١) وبوجه عام إن للذي الذي تصل إليه القوانين البيولوجية لتكون قابلة للتفسير بواسطة القوانين الفيزيوكيميائية تعتمد على مدى إقامة قوانين رابطة مناسبة. ولا يتقرر ذلك ببراهين قبلية: يمكن أن نجد الإجابة بواسطة البحث البيولوجي والبحث البيوفيزيائي. قد يبدو جليا أن النتائج التي يمكن استنباطها منطقيا من مجموعة من المقدمات لا يمكن أن تحتوى على أية مصطلحات جديدة لا تكون واردة في المقدمات. ولكن ليس الأمر كذلك فالقضية الفيزيائية القائلة بأنه «عندما يسخن الغاز تحت ضغط ثابت فإنه يتمدد» تتضمن منطقيا «عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى سرب من الناموس». وعلى هذا النحو تكون القضايا البيولوجية مستنبطة من القضايا الفيزيائية وحدها. ولكن المقدمة الفيزيائية تسمح باستنباط القضايا القائلة بأنه «عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو لا يستحيل إلى سرب من الناموس». وعند تسخين غاز من الغازات تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى أرنب وهكذا. وعامة إن أية قضية بيولوجية يمكن استنباطها من القانون الفيزيائي لها هذه الخاصية

إذا استبدلت المصطلحات البيولوجية الخاصة الواردة فيها بسالباتها أو بأية مصطلحات أخرى ، إن القضية التي نحصل عليها على هذا النحو يمكن استنباطها على السواء من القانون الفيزيائي . وبهذا المعنى يحقق القانون الفيزيائي في أن يقدم تفسيراً لأية ظاهرة بيولوجية خاصة .

٨ - المذهب الميكانيكي الجديد :

إن النظريات الفيزيائية والكيميائية والقوانين الرابطة المتداولة حالياً لا تكفي لرد المفاهيم والقوانين في علم الأحياء إلى تلك المفاهيم والقوانين الفيزيائية والكيميائية . ولكن البحث في الميدان يتقدم تقدماً سريعاً ويوسع باطراد من نطاق التفسير الفيزيوكيميائي للظواهر البيولوجية . ولذلك قد يفسر المذهب الميكانيكي على أنه النظرة القائلة بأنه من خلال البحث العلمي ترد البيولوجيا في نهاية الأمر إلى الفيزياء والكيمياء . ولكن هذه الصياغة تستطعي كلمة تحذير . ففي مناقشتنا افترضنا تمييزاً واضحاً بين حدود الفيزياء والكيمياء من ناحية والحدود البيولوجية النوعية من ناحية أخرى . وفي الواقع إذا قدم إلينا أي مصطلح علمي متداول من المحتمل أن لا نجد صعوبة في أن نقرر بصورة حدسية ما إذا كان منتزحاً أو غير منتزح إلى الواحد أو الآخر من المفردات اللغوية . ولكن من العسير وضع مقاييس عامة واضحة يمكن بواسطتها لأي من المصطلحات العلمية المتداولة الآن ومستقبلاً أن يحدد تحديداً لا التباس فيه بآثاره إلى مجموعة من المفردات الخاصة بمبحث معين وقد يستحيل تقديم مثل هذه المقاييس لأنه من خلال البحث المستقل يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطبوساً شأنه في ذلك شأن ما صار إليه في الوقت الحالي الخط الفاصل بين

الفيزياء والكيمياء . فالنظريات المستقلة قد توضع أيضاً في أنواع مستعدة من المصطلحات تقوم بوظيفتها في النظريات الشاملة التي تقدم تفسيراً لكل الظواهر المعروفة الآن بالبيولوجية ولغيرها من الظواهر المعروفة الآن بالفيزيائية والكيميائية . وقد لا يعود الانقسام إلى مصطلحات بيولوجية ومصطلحات فيزيائية كيميائية ذا دلالة في القابلية للتطبيق بالنسبة لمجموعة المفردات اللغوية لمثل هذه النظرية الشاملة . وفكرة رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء تفقد في نهاية الأمر معناها . غير أن مثل هذا التقدم النظرى لم يتم بعد . وفي نفس الوقت ربما كان أفضل تفسير للذهب الميسكانيكى هو اعتباره قاعدة موجهة أو مبدأ موجه للبحث أخرى من اعتباره قضية أو نظرية خاصة بطابع العمليات البيولوجية . وفهمه على هذا النحو يفرض على العالم الدأب في البحث عن النظريات الفيزيوكيميائية الأساسية للظواهر البيولوجية بدلا من أن يسلم نفسه للنظرة القائلة بأن التصورات والمبادئ الخاصة بالفيزياء والكيمياء لا تقوى على إعطاء تفسير كافٍ لظواهر الحياة والالتزام بهذه القاعدة ثبت نجاحه بالتأكد في البحث البيوفيزيائى والبحث البيوكيميائى . هذه القاعدة المعتمدة لا يمكن أن تجاريها نظرة الذهب الحيوى للحياة .

٨ — ٥ رد العلوم السلوكية :

لقد أثبتت مسألة القابلية للرد أيضا بالنسبة لمباحث علمية غير علم الأحياء . فهى ذات أهمية خاصة في علم النفس حيث أن لها علاقة مباشرة بالمشكلة النفسية النيزيقية الشهيرة أعنى مسألة العلاقة بين العقل والجسم . وتمسك وجهة نظر ردية فيما يتعلق بعلم النفس — إن شئت القول — بأن كل الظواهر

السيكولوجية أساسا ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية في طابعها أو بتعدد أكثر إن القوانين والمصطلحات الخاصة لعم النفس يمكن أن ترد إلى تلك المصطلحات والقوانين الخاصة بعلم الأحياء والكيمياء والفزياء . ويفهم الرد هنا بمعنى محدد قبلا وتصدق ملاحظتنا العامة على الموضوع أيضا في علم النفس . ومن ثم إن التعريف الردي للمصطلحات السيكلوجي يتطلب تعيين الشروط البيولوجية والفزيو كيميائية الضرورية والكافية لحدوث حالة خاصة أو عملية عقلية (وذلك كالتذكاء ، الجوع ، الهلوسة ، الأحلام) التي يقوم المصطلح مقامها ويتطلب رد القوانين السيكلوجية مبادئ رابطة ملائمة تتضمن مصطلحات سيكلوجية فضلا عن المصطلحات البيولوجية والفزيو كيميائية . والبعض من مثل هذه المبادئ الرابطة التي تعبر عن الشروط الكافية والضرورية لحالات سيكلوجية معينة متوافرة في الواقع . ففرمان فرد من الطعام أو الشراب أو الراحة كاف لحدوث الجوع والعطش والقمب . وتناول عقاقير معينة ربما كان كافيا لحدوث الهلوسة ووجود ارتباطات عصبية معينة ضروري لحدوث إحساسات معينة ، وبالنسبة للادراك البصري وإمداد المخ بالأوكسجين المناسب ضروري للنشاط العقلي في واقع الأمر للوعي أو الشعور . وتتجلى في السلوك المصمم الملاحظ للفرد بعض المؤشرات البيولوجية والفزيائية الهامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكلوجية . وقد ينهم مثل هذا السلوك على أنه يشتمل على المظاهر البادية التي يمكن أن تلاحظ مباشرة كحركات الجسم أو تعبيرات الوجه والاحمرار خجلا والنفوحات اللفظية وأداء واجبات معينة (كافي الاختبارات السيكلوجية) والاستجابات الدقيقة كالتغيرات في ضغط الدم وضربات

القلب وسلوك البشرة وكيمياء الدم ومن ثم يتجلى التنب في التفوهات اللفظية (أنا أشعر بالتعب... إلخ) ونقصان معدل الجودة في أداء الواجبات المتناوب، التغيرات الفسيولوجية وثمة عمليات مؤثرة وانفعالية تكون مصحوبة بتغيرات في المقاومة الظاهرية كما تقيسها «كشافات الكذب» والمبادئ والقيم التي يمسك بها فرد من الأفراد تعبر عن نفسها بالطريقة التي يستجيبها عند تعرضه لاختبارات معينة، والمعتقدات تعبر عن نفسها في التفوهات اللفظية التي قد تصدر عنه وأيضاً في الطريقة التي يعمل بها. وعلى سبيل المثال إن اعتقاد سائق ما أن الطريق مغلق قد يعبر عن نفسه في دورانه وانعطافه. وتستخدم الأنواع المميزة من السلوك الصريح (الملاحظ عياناً) والتي تتجلى في مواقف الاستجابة للمنبهات أو الاختبارات لموضوع من الموضوعات في حالة سيكولوجية معينة أدمع خاصية سيكولوجية كحركات إجرائية لاثبات الحالة أو الخاصية السيكولوجية موضع البحث على نطاق واسع. فبالنسبة للذكاء أو الاستبطان قد يكن الموقف الاختباري في عرض الموضوع باستغيارات مناسبة وتكون الاستجابات في الاجابات التي تقرت على الموضوع. وتبدو دافعية الجوع لدى حيوان من الحيوانات في ملامح سلوكية كإفراز اللعاب وقوة الصدمة الكهربائية التي يأخذها الحيوان للوصول إلى الطعام أو كمية الطعام التي يستهلكها. وإلى المدى الذي يبلغه وصف المنبهات والاستجابات بلغة المصطلحات البيولوجية والفزيوكيميائية يمكن أن يقال إن المحركات الناتجة تقدم التمييز الجزئي لمعاني التعبيرات السيكولوجية بلغة المفردات البيولوجية والكيميائية والفزيائية. وعلى الرغم من أنه غالباً ما يشار إليها كتعريفات إجرائية إلا أنها لاتعدد بالفعل الشروط الضرورية الكافية

للمصطلحات السلوكية. الموقف المنطقي مشابه لذلك الموقف الذي صادفناه في تناولنا لملاقة المصطلحات البيولوجية بمفردات الفزياء والكيمياء .

إن المدرسة السلوكية من مدارس الفكر ذات الأثر في علم النفس، تلك المدرسة التي لها في كل صورها المختلفة توجيه ردى أساس تسعى لرد مجال القول بصدد الظواهر السلوكية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . تتمسك إحدى المدارس السلوكية المهمة بتأمين القابلية الموضوعية لاختبار القروض والنظريات السلوكية بأن المصطلحات السلوكية لا بد وأن تكون لها محكات للتطبيق موضوعة بلمة المصطلحات السلوكية ومحددة تحديداً واضحاً. ولا بد للقروض والنظريات السلوكية من لزومات اختبارية تتعلق بالسلوك الذي يلاحظ على وجه العموم . وترفض هذه المدرسة من مدارس الفكر كل اعتماد على مناهج مثل الاستبطان الذي يمكن استخدامه بواسطة الفرد ذاته في استكشاف ظاهري لعالمه العقلي ولا تقبل كمعطيات سيكولوجية أبداً من الظواهر السلوكية الخاصة كالأحاساس والآلام والآمال والخاوف. تلك التي يقال إن المناهج الاستبطانية تقوم بالكشف عنها وبينما يتفق السلوكيون في إصرارهم على المحكات السلوكية الموضوعية للخصائص والحالات والأحداث السلوكية يختلفون في مسألة ما إذا كانت الظواهر السلوكية متميزة عن الظواهر السلوكية المناظرة لها أو لم تكن . تلك الظواهر الشديدة الخفاء والتعقيد غالباً وما إذا كانت الأخيرة تجليا لها فحسب. وكذلك ما إذا كانت الظواهر السلوكية متفقة بمعنى من المعاني الواضحة مع خواص ، حالات ، حادثات سلوكية معقدة . وتتمسك المدرسة السلوكية الحديثة ذات التأثر في التحايل الانساني المفاهيم السلوكية

بأن المصطلحات السيكولوجية وإن كانت تشير عياناً إلى حالات وعمليات عقلية إلا أنها تستخدم كوسيلة للكلام عن مظاهر سلوكية متشابهة وبوجه خاص عن ميول أو استعدادات للسلوك بطرائق مميزة في مواقف معينة وتأسيساً على ذلك إن قولنا عن شخص أنه ذكي هو قولنا إنه يميل لأن يعمل أو أن لديه استعداداً للعمل بشكل متميز أى بطريقة نصفاً عادة بأنها تصرف ذكي في كل الظروف . وقولنا ان شخصاً يتكلم الروسية لا يعنى بالطبع أنه ينطق بالتعبيرات الروسية دوماً ولكنه قادر على نوع معين من السلوك يبدو في مواقف معينة وأن ذلك يعتبر بوجه عام مميزاً للشخص الذى يفهم ويتكلم الروسية .

الاعتقاد بأن فيينا مدينة مولعة بالموسيقى ، أمينة ، مهيبة ، ترى أشياء معينة ولها مطالب خاصة لا يحول دون النظر إليها بطريقة واحدة والتصرف على هذا النحو .

نمسك للدرسة السلوكية بهذه الصورة بحسب المظهر الحير لمشكلة العلاقة بين العقل والجسم . فليس ثمة مبرر للبحث عن الشبح في الساكنة^(١) لأن الكيانات والعمليات العقلية تتجاوز الواجبة الفزيائية .

لنتناول ماثلة من الماثلات . نقول عن الساعة التى تضبط الوقت جيداً انها على درجة عالية من الدقة نسبة الدقة العالية للساعة تعادل قولنا انها

(١) هذه العبارة صاغها جابريل رايال في كتابه « الثير » مفهوم العقل » الذى يقدم بالتفصيل مفهوماً لظواهر السيكولوجية والمناظرات السيكولوجية الى هي سلوكية بالمعنى الذى ذكرناه باختصار لندن هاتسون ١٩٤٩ .

تميل لضبط الوقت جيداً. ولذلك لا معنى للسؤال عن الطريقة التي بها تؤثر تلك القوة اللامادية الدقيقة على ميكانيكية الساعة ولا معنى للسؤال عما يحدث للدقة عندما تتوقف الساعة عن سيرها . وبناءاً على هذه الصورة من صور المدرسة السلوكية لا معنى للسؤال عن كيفية تأثير الحوادث أو الخصائص العقلية على سلوك الكائن المصنوع . هذا المفهوم الذي أسهم في توضيح دور المفاهيم السيكلولوجية من الجلي أنه ردى في منجاء . أنه يمرض التصورات في علم النفس على أنها تقدم طريقة للكلام عن الأنماط الخفية للسلوك فصالة ومناسبة ، إلا أن البراهين المؤيدة لا تقرر أن كل التصورات في علم النفس تقبل التعريف بلغة التصورات غير السيكلولوجية من النوع المطلوب لوصف السلوك الصريح والاستعدادات السلوكية وهذا على الأقل لسببين :

أولاً : من المشكوك فيه أن الأنواع المختلفة من المواقف التي يستطيع فيها شخص ما أن يتصرف بذكاء (على سبيل المثال) والأنواع الخاصة من التصرف والتي توصف بالذكاء . تلك المواقف يمكن حصرها في تعريفات صريحة واضحة تماماً . وثانياً : يبدو أن الظروف التي في ظلها يمكن للذكاء أو الشجاعة أو الضعيفة أن تبدو في السلوك العياني لا يمكن أن تقرر بدرجة كافية بلغة المصطلح السلوكي الخالص الذي يتضمن مصطلحات بيولوجية كيميائية وفزيائية فضلاً عن مصطلحات غير فنية من تعبيرات لغتنا اليومية كهمز الرأس ، أو بسط اليد ، الجفول ، العبوس ، الضحك . يبدو أن المصطلحات السيكلولوجية مطلوبة كذلك لتقسيم أنواع الأنماط السلوكية والاستعدادات والقدرات السلوكية التي من المفترض أن تشير إليها ألفاظ مثل : متعب ، ذكي ، يعرف الروسية لأن مسألة ما إذا كان

السلوك المعين لشخص من الأشخاص في موقف معين يتصف بكونه ذكيا شجاعا ، متهورا ، كيسا ، فظا ، لا تتوقف على ماذا تكون حقائق الموقف . بل على ما يعرف الشخص أو يعتقد بصدد الموقف الذى يحد نفسه فيه .

فالرجل الذى يسير بغير اجفال نحو دغل من الأدغال حيث يربض أسد جائع لا يتصرف بشجاعة إذا لم يعتقد ومن ثم لا يعرف أن هناك أسدا في الدغل وبالمثل ما اذا كان سلوك شخص في موقف معين يتصف بكونه سلوكا ذكيا يتوقف على ما يعتقد ، بصدد الموقف والأغراض التى يريد تحقيقها بتصرفه . ومن ثم يبدو وأنه كى نسم أنماط السلوك الميول . القدرات التى تنير إليها المصطلحات السيكلوجية لا تحتاج فحسب لمعجم مفردات سلوكية ولكن لمصطلحات سيكلوجية أيضا . هذه المسألة لا تثبت بالطبع أن رد المصطلحات السيكلوجية إلى معجم المفردات السلوكية مستحيل ولكنها تذكرنا بأن إمكانية مثل هذا الرد لا يؤسسها نوع التحليل الذى تناولناه وثمة مبحث آخر من المباحث التى يظن أن علم النفس قد يرد إليها في نهاية الأمر هو علم وظائف الاعضاء وخاصة علم وظائف الجهاز العصبي ولكن مرة أخرى إن رد علم النفس إليها ردا تاما بالمعنى الذى حددناه قبلا ليس ببعيد عن النظر .

وتثار المسائل الخاصة بالتقابلية للرد أيضا بصدد العلوم الاجتماعية وخاصة في ارتباطها مع المذهب الفردي المنهجي^(١) الذى ينبنى وقاله أن توصف وتحلل وتفسر كل الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص الفردية

(١) ثمة مناقشة جلية لهذا المذهب يمكن أن توجد في كتاب ارنست ناغل ، لبنية العلم من ص

الضمنية فيها . وبالإشارة إلى القوانين والنظريات المهمة بالسلوك الفردى وصف موقف الشخص من الأشخاص لا بد وأن يأخذ فى الاعتبار دوافعه ومعتقداته فضلا عن حالته النفسية والعوامل البيولوجية والكيميائية والفزيائية المتنوعة فى بيئته . ولذلك قد ينظر المذهب الفردى المنهجى على أنه يتضمن قابلية المفاهيم والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية (بمعنى واسع يتضمن علم النفس الجماعات ، نظرية السلوك الاقتصادى وما أشبه) إلى تلك المفاهيم الخاصة بعلم النفس الفردى الأحياء ، الكيمياء ، الفزياء . والمشكلات التى تثيرها هذه الدعوى تقع خارج نطاق هذا الكتاب . إنها تنتمى لفلسفة العلوم الاجتماعية . وقد جاء ذكرها هنا ببساطة كزيد من الإيضاح لمشكلة القابلية للرد النظرى وكثال المجانساب المنطقية والمنهجية الكثيرة بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية .

قائمة المراجع

تتضمن القائمة الواردة بأسفل بعض الأعمال المختارة إلا أن معظمها يزود بإضافات موسعة للتراث في هذا المجال .

(أ) مختارات :

١ - دانتو ومورجنيسر : فلسفة العلم - نيويورك - كتب مريديان
سنة ١٩٦٠ .

٢ - فيجل وبرود بك : قراءات في فلسفة العلم - نيويورك سنة ١٩٥٣

٣ - مادن : بنية الفكر العلمى - بوسطن - شركة
هوتن مغلن سنة ١٩٦٠ .

٤ - فينر : قراءات في فلسفة العلم - نيويورك - أبناء
شارلز سكرنيزر سنة ١٩٥٣ .

(ب) أعمال فردية :

٥ - كامبل : ما العلم - نيويورك - شنوات دوفر
سنة ١٩٥٢ . رواية مختصرة للقوانين

والفطريات والتفسير والقياس .

٦ - كارناب : الأسس الفلسفية للفيزيقا - طبعة مارتن

جاردنر - نيويورك لندن - الكتب
الأساسية سنة ١٩٦٦ .

مقدمة ممتازة تحيط بمدى واسع من الموضوعات

فى فلسفة الفيزيقا لواحد من أشهر المناطقة
وفلاسفة العلم المعاصرين .

٧ — كوز : فلسفة العلم — برنستون — شركة دى فان

نورستاد سنة ١٩٦٥ مناقشة أولية للأوجه
المنطقية والمنهجية والفلسفية للتنظير العلمى .

٨ — جرونوبوم : المشكلات الفلسفية للمكان والزمان —

نيويورك — الفرد نوف سنة ١٩٦٣ — عمل
أساسى دقيق ينصب على بنية المكان والزمان
فى ضوء النظرية الرياضية والتيزيقية المعاصرة .

٩ — هانسون : أنماط الاكتشاف — كبردج — لندن —

مطبعة الجامعة سنة ١٩٥٨ . دراسة مقترحة
لأسس ووظائف النظريات العلمية بالإشارة
إلى النظرية الكلاسيكية والمعاصرة
للجزئيات .

١٠ — هوبل : أوجه التفسير العلمى ومقالات أخرى فى

فلسفة العلم — نيويورك — المطبعة الحرة
سنة ١٩٦٥ . يتضمن العديد من المقالات عن
مفهوم التصور والتفسير فى العلوم الطبيعية
والاجتماعية والتاريخ .

١١ — ناجل : بقية العلم — نيويورك — هاركورت بريس

وارلد سنة ١٩٦١ . يقدم هذا العمل الرائع

بحثا مستفيضا وتحليلا رائعا لمدى واسع من
المشكلات المنهجية والفلسفية المتعلقة بالقوانين
وأساليب التفسير فى العلوم الطبيعية
والاجتماعية والتأريخ .

١٢ — روبر : منطق الكشف العلمى — لندن هاتشون
وشركاء نيويورك — الكتب الأساسية سنة
١٩٥٩ عمل رائع مثير يفند اول على وجه
الخصوص البنية المنطقية والاختبارية للنظريات
العلمية بدرجة متقدمة إلى حد ما .

١٣ — ريشنباخ : فلسفة المكان والزمان — نيويورك —
منشورات دوفر سنة ١٩٥٨ . استقصاء فى
دقيق لطبيعة المكان والزمان فى ضوء نظرية
النسبية العامة والخاصة .

١٤ — شيفر : تشرح البحث العلمى — نيويورك —
الفر د نوف سنة ١٩٦٣ . دراسة تحليلية متقدمة
لتصورات التفسيرات ، البنية الأمبريقية ،
التأييد .

١٥ — تولن : فلسفة العلم — لندن — مكتبة جامعة
هاتشون سنة ١٩٥٣ . كتاب أولى يتناول
ما يختص بطبيعة القوانين والنظريات والحمية
العلمية .

(٣) أعمال لاأوية في العلوم الطبيعية :

المعرفة المحدودة بالعلم وتاريخه أمر مرغوب فيه لدراسة المشكلات في فلسفة العلم . مثل هذه المعرفة أمر لا يمكن الاستغناء عنه في الدراسات المتقدمة في هذا المجال الكتابان التاليان يقدمان وصفا مختصرا للعلم الفيزيقي وليس مجرد تسميات مع التأكيد على الأفكار والمناهج الأساسية لتطورها التاريخي :

١٦ — هولتون وروولر : أسس العلم الفيزيائي المعاصر — شركة أديسون ويزلي ماماشوتس سنة ١٩٥٨ .

١٧ — روجرز : الفزياء للعقل الباحث — برنستون — مطبعة

جامعة برنستون سنة ١٩٦٠ .

التعليق والنقد

يقدم المؤلف منذ البداية تصنيفا ثنائيا جديدا للعلوم مخالفا لذلك التصنيف الثلاثي المتعارف عليه (مجموعة العلوم الرياضية والطبيعية والانسانية) .
يقسم العلوم إلى مجموعتين فحسب هما :

مجموعة العلوم الامبريقية ومجموعة العلوم اللامبريقية Empirical and nonempirical يرى أن الفارق بين المجموعتين يعود إلى البيئة الامبريقية .
تقديمها شرط ضروري في المجموعة الأولى . إذ هي الحكم لقبولها أو رفضها .
وليس الأمر كذلك في المجموعة الثانية يضع المؤلف في المجموعة الأولى العلوم الطبيعية والاجتماعية ويقتصر المجموعة الثانية على المنطق والرياضة حيث لا تصبح حاجة لبيئة امبريقية . وكأن الفارق بين علوم المجموعتين فارق بين علم تطبيقي وعلم تجريدي بحت .

إن الامبريقية ^(١) في الفهم الحديث مذهب في الفلسفة يقتصر المعرفة على المدركات الحسية وحدها إذ العقل كاللوحة البيضاء والمدركات الحسية تطعم على هذه اللوحة ماتشاء ، المذهب قديم قدم الفلسفة . ولكنه عاد إلى الظهور عند جون لوك (١٧٠٤) ^(٢) وجون ديوى (١٩٥٢) الامبريقية أيضا مذهب

(١) أحمد زكي : مواقف حاسمة في تاريخ العلم ص ٩٦ طبعة القاهرة بدون تاريخ .

(٢) Titus (Harold) : Living issues in philosophy p. 278 4 th ed : Delhi 1968.

في الطب مؤداه أن يحسن الطبيب ملاحظة ما يرى من ظواهر الصحة والمرض وأن يجمع كل ما يستطيع عن ذلك . إق الطب لا ينال بالتفكير النظري . إن الطبيب الامبريقي هو الذي يأخذ الطب بالمشاهدة لا بالدراسة والتجربة . إن الامبريقية في مقابل التجربة فهي تعنى ما يكتب من مشاهدات وملاحظات . أما التجربة فهي التي تنظم عمدا لامتحان شئ مما يخرج من فروض العلم ونظريته . ولكن ما هو الفارق بين القضايا الامبريقية والقضايا التجريبية؟ إن العلاقة بين هذين ^(١) المعنيين هي علاقة العام بالخاص . فالقضايا الامبريقية أعم من القضايا التجريبية . القضايا التجريبية فئة من القضايا الامبريقية . كل قضية تجريبية هي قضية امبريقية وليس العكس صحيحا . إن القضية التجريبية هي القضية التي تشير المتغيرات فيها إلى أشياء تشاهد مباشرة أو على نحو شبه مباشر . قانون الانكسار مثلا قانون تجريبي لأنه يبحث عن علاقة ثابتة بين زاويتين معينتين هما زاوية السقوط والانكسار يمكن قياس كل منهما قياسا مباشرا وكذلك الحال في قانون بويل (١٦٩١) يبحث في علاقة ثابتة بين حجم الغاز وضغطه ويمكن قياسها على نحو مباشر . أما القضايا الامبريقية فليست بالضرورة كذلك . والنال على ذلك قانون الجاذبة للقائل بأن هناك قوة جاذبة بين أجزاء المادة تتوقف على كتلة هذه

Jorgensen, Jorden. The development of logical (١)
 empiricism. Chicago : u. of Chicago press 1951
 (International Encyclopedia of unified Science Vol.
 11 No. 9).

الأجزاء والمسافة الواقعة بينها . إن هذا القانون يحوى مفهوم الكتلة والمسافة والقوة . الكتلة والمسافة يمكن قياسها مباشرة . أما القوة فشيء لا يمكن أن نقيسه على نحو مباشر . إن هذه القضية الامبريقية تتصل بالتجربة على نحو غير مباشر . إنها لا تنفصل عن التجربة كلية ففى تقبل ضمن قضايا العلم بناء على اتفاقها مع التجربة . إن بالامكان استنباط قضايا تجريبية من قضايا امبريقية تتحقق من صدقها على نحو مباشر عن طريقة التجربة إن^(١) المؤلف يضع الاهداف الأساسية للبحث العلمى موضع الاعتبار ويناقش طرق تحقيق هذه للأهداف وكيف السبيل إلى تحصيل المعرفة العلمية وكيف يفسر العلم الوقائع الامبريقية . وفى هذا الصدد تلزم التفرقة بين مفهومى^(٢) المناهج البحث ونظرية المعرفة لا اشتراكها فى مناقشة سبل تحصيل المعرفة وحدودها . البحث فى المناهج يتخذ الطريقة التى يسلكها العلماء السير فى بحوثهم موضوعا له وطرق البحث تختلف باختلاف موضوعات البحث أما نظرية المعرفة فيبحث فى طبيعة المعرفة ومصدرها وحدودها ونقدها .

بعد هذه الالماحة يبدأ المؤلف^(٣) حديثه عن البحث العلمى بتحديد معنيين

(١) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 2

(٢) موى (بول) : للنطق وفلسفة العلوم ج ١ ص ٥٧ طبعة القاهرة سنة ١٩٦١ -
الترجمة العربية

(٣) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 3

الاختراع والاختبار مستعينا بمثال من تاريخ العلم يأخذه من الدراسة التي أجراها الطبيب الجري اجناز سيملويز في مستشفى فيينا العام خلال السنوات التي امتدت من سنة ١٨٤٤ إلى سنة ١٨٤٨ لمرض النفاس .

لاحظ سيملويز أن النساء اللاتي كن يضمن مواليدهن في القسم الأول يصبن بهذا المرض للميت. وقد تراوح معدل الوفاة بين ٨٢٪ و ٨٤٪ ،
١٩٤٪ خلال سنوات البحث في حين أن معدل الوفاة لنفس السنوات في القسم الثاني تراوح بين ٢٣٪ ، ٢٤٪ ، ٢٧٪ .

يصف سيملويز في كتابه الذي ألفه أخيراً عن أسباب حي النفاس وطرق الوقاية منها جهوده لحل هذه المشكلة التي استمعت على الحل لفترة طويلة . ذكر سيملويز أنه اختبر الطنون الشائمة عن فروق في الرعاية أو التغذية بين المرضى في القسمين ولم يجد ذلك صحيحاً . واختبر كذلك الرأي القائل بالتغيرات الجوية والتأثيرات الوبائية ولم تنضح صحتته لعدم نفش المرض خارج المستشفى ولأنه كان وفقاً على القسم الأول وحده دون القسم الثاني لم يدخر سيملويز جهداً في اختبار الطنون التي بدت معقولة أو غير معقولة في ذلك الحين . ومع ذلك ما كان يتأدى إلى نتائج سلبية . وفي سنة ١٨٤٧ حدثت حادثة عارضة قدمت الحل للمشكلة . فقد أصيب زميله كولتشكا بمرض غائر في إصبعه من مبيض طالب كان يجري عليه اختباراً تشريحياً ظهرت عليه أثناء الأعراض للرضية التي لاحظها سيملويز في ضحايا حي النفاس وبالفعل أدت المادة السامة التي أدخلها مبيض الطالب في مجرى دم

كولتشكا إلى وفاته . إن ضحايا حى النفس ماتوا بسبب هذا النوع من
نسمم الدم . إن الأطباء وطلبة الطب كانوا يحملون هذه المادة السامة لا تتقاهم
من حجرة التشريح مباشرة إلى عشاير الولادة . إن القضاء على هذه المادة
السامة يؤدي لا محالة إلى تقليل معدل الوفاة . وهذا ما حدث بالفعل . إذ
أصدر أمراً إلى الهيئة الطبية يتضمن ضرورة غسل أيديهم بمحلول الجير
المتقى بالكحول قبل القيام بفحوصهم الطبية . أسفر هذا الأمر عن نتائج
إيجابية . إن اختبار الفرض من الفروض يكون أحياناً بإجراء مباشر
وأحياناً بإجراء غير مباشر^(١) إذا ما أظهرت التجربة بطلان اللزوم الاختبارى
لزم إطراح الفرض . كذب النتيجة دليل على كذب إحدى المقدمات . وصدق
النتيجة ليس دليلاً على صدق الفرض^(٢) . الكذب بصمد من النتائج إلى
للمقدمات . والصدق ينزل من المقدمات إلى النتائج . هذا المثال الذى ساقه
المؤلف يكشف عن الارتباط القائم بين تاريخ العلم وفلسفة العلم فهذان النوعان
من المسائل التاريخية والفلسفية مرتبطان أوثق الارتباط . وكثيراً ما نستشهد
على صدق قضايا المنطقية والفلسفية بأمور تاريخية . ويسوق المؤلف مثالا
آخر من تاريخ العلم كان معروفاً قبل جاليليو (١٦٤٢) إن المضخة الماصة
لا ترفع الماء لأكثر من ٣٤ قدماً لم ينجح جاليليو فى تقديم تفسير مقنع لهذه

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 10 (1)

Popper (Karl) ; The open Society and its enemy p. 247 (2)

London Routledge 1945.

الظاهرة . من بعده حاول تليسيذه تورشيلي^(١) (١٦٤٣) ذلك التفسير
افترض أن الأرض محاطة ببحر من الهواء وأن الهواء يتأثر ضغطاً على
سطح البحر . لكي يتحقق تورشيلي من صحة هذا الفرض أجرى التجربة
على عمود من الزئبق طوله أقل من $\frac{1}{4}$ ٢ قدماً (حيث أن كثافة الزئبق قدر
كثافة الماء ١٤ مرة تقريباً) مستخدماً في ذلك البارومتر الزئبقي . وتحتو
تورشيلي من صحة ما زعم وأيدته بعد ذلك تجارب باسكال (١٦٦٢)
وبريه (١٦٤٨) . إن المشكلة من المشكلات نضمها في صورة فرض من
الفروض نختبر صحتها عن طريق التجربة . يتساءل المؤلف^(٢) عن كيفية التوصل
إلى الفروض المناسبة كإجابات تجريبية . يناقش المؤلف في هذا الصدد طبيعياً
الاستدلال الاستقرائي والاستدلال الاستنباطي محاولاً من خلال هذه
للتناقشة التوصل إلى إجابة لسؤاله بضمها في معنى واحد هو الاختراع .
الاختراع في نظره وليد الخيال البدع وإذا كانت مراحل البحث الاستقرائية :
١ — ملاحظة وتدويناً للوقائع . ٢ — تحليل وتصنيفاً للوقائع .
٣ — استخلاصاً للتعميمات منها . ٤ — اختباراً للتعميمات .
فإن المؤلف يتساءل من أخصب أجزاء المنهج العلمي أى دور الفرض في
هذه المراحل الأربع .

(١) موى (بول) : المنطق و فلسفة العلوم ص ١٧١

أحمد زكي : مواقف حاسمة في تاريخ العلم ص ١١٧

(2) Bampel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 12

في المرحلة الأولى مثلا هل يتطلب الأمر فرضاً موجهاً لنافع جمع المعطيات
الشاهدات والتجارب ؟ وإذا لم يكن الأمر كذلك فهل بالمقدور جمع
وقائع اللامتناهية العدد ؟

يرى المؤلف أن المطلوب هو جمع الوقائع المناسبة للإجابات التجريبية
من المشكلة موضع البحث . تلك الإجابات يضررها الباحث في صورة
أن أو تخمين أو فرض . إن الباحث يحاول بعد ذلك التأكد من صدقه أو
كذبه بالنظر في التجارب التي أجراها والتي يمكن أن يجربها بعد ذلك .
إن هذا الفرض الذي يرد على ذهن الباحث قد لا يتصوره إلا بعد إجراء
لتجارب وإن لم يكن ذلك ضرورياً في كل الأحوال .

إن ورود الفرض على ذهن الباحث بعد إجراء التجارب لا يعني أن
لتجربة سابقة على الفرض سبقاً منطقياً أو معرفياً . فالتجارب التي أجراها
لباحث قبل تصور الفرض كانت قد أملأها عليه ووجهه في إملأها فرض
ما يق . إننا في أي مرحلة^(١) من مراحل البحث العلمي يكون في أذهاننا
رض يوجهنا في تجاربنا في هذه المرحلة . وهذا الفرض قد لا نصرح به
قد لا نكون على وعي تام به ، ولكنه موجود دائماً وأثره موجود دائماً
يا نقوم به من تجارب . وليس معنى سبق الفرض أنه باق في أذهاننا إلى
هاية البحث . فنحن تعدل هذه الفروض وواجبنا أن تعدلها في ضوء ما يستجد

(١) بوبر (كلول) : علم المذهب الفرضي ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

من تجارب . ولكن وجود الفرض أولا ضروري كي نستطيع أن نصف هذه التجارب بصفة العلمية لأن التجارب التي لا توجهها فروض لا يصح أن نسميها تجارب علمية .

يصل المؤلف^(١) إلى رأى يقول إن الانتقال من المعطى إلى النظرية يحتاج إلى خيال مبدع . فالفروض والنظريات لا تستخلص من الوقائع الملاحظة ولكن تخترع لتفسيرها . وهذا الاختراع وليد العبقرية وخاصة إذا تضمن انفصالا جذريا من ضروب التفكير السائدة . والمثال على ذلك النظرية النسبية والنظرية الكمية . إن المكشقات العلمية لم تكن وليدة قاعدة علمية ومثالنا على ذلك الصيغة الرياضية لبنية جزيء البنزين للعالم الكيميائى كيكوليه (١٨٩٥) ودوانين حركات الكواكب والأفلاك لكبلر .

تحصيل المعرفة العلمية — فى نظر المؤلف — يتم عن طريق منحج الفروض كاجابات تجريبية لمشكلة قيد البحث ثم إخضاع هذه الفروض للاختبار كثيرا ما توضع الفروض فى صورة قضايا شرطية (لزومية) تفيد اللزومات الاختبارية لفرض من الفروض . إنه فى ظل ظروف معينة تحدث نتائج معينة . إن إحداث تغير معين فى المتغير المستقل يتبعه لا محالة تغير فى المتغير التابع . الكثير من الفروض العلمية يعبر عنه بالناظ كمية وهنا يستخدم التجريب experimentation كمنهج للاكتشاف لتحديد الصورة الرياضية

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 17. (1)

الخاصة بتبعية المتغير التابع للمتغير المستقل . إن الاحتفاظ بثبات العوامل المؤثرة على الظاهرة قيد البحث عدا واحدا منها يصبح ذا معنى في حالة استخدام التجريب منهجا للاكتشاف . يناقش المؤلف^(١) العلاقة بين الفرض وقضاياه الزرومية . من الممكن أن نستخلص من الفرض قضايا لزومية اختيارية . إن لدينا فرضا عاما وفرضا أقل عموما . أى لدينا قضايا كلية وقضايا متوسطة وقضايا جزئية . عادة ما يبدأ اختبار^(٢) النسق من الانساق من قضايا الجزئية . ومع ذلك صدق هذه القضايا ليس دليلا على صدق القضايا الكلية والمتوسطة التي يبدأ منها النسق . أما صدق القضايا الكلية والمتوسطة فيؤدى حتما إلى صدق القضايا الجزئية وكذب القضايا الجزئية دليل على كذب القضايا الكلية والمتوسطة .

يسأل المؤلف^(٣) عما إذا كانت هناك اختبارات حاسمة تفصل بين الفروض التنافسة كما هو الحال في الفرضين : اللوجي والجسمي الخاصين بطبيعة الضوء ؟ يذكر المؤلف أن ثمة محاولات أجراها فوكيه (١٩٠٥) واينارد (١٩٠٣) لاتخاذ قرار بين التصورين التنافسين . ولكن التجربة الحاسمة لا يمكن أن تدحض أحد الفرضين وتبقى على الآخر . إنها قد تزيح أحد الفرضين باعتباره لا يفي بالمطلوب وقد تعبر الآخر تأييدا بدرجة أكبر

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 19. (1)

(٢) بور (كارل) : علم المنهج التاريخي ص ١٦٠

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 22. (3)

أو أقل . ونتيجة لذلك تمارس تأثيراً حاسماً على اتجاه التفكير والتجريب
التاليين . وهكذا استقر في الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة في العلم .
وإن كانت تجربة فوكه ولينارد حاسمة بدرجة أقل . هذا ما يراه العلم
الحديث خلافاً لبيكون^(١) الذي رأى أن الشاهد الفاصل نوع حاسم من
التجريب يتيح لنا أن نختار بين فرضين . لأننا قد تصورنا التجربة وأجريناها
بحيث إذا صح أحد الفرضين أصبحت قيمتها مختلفة عنها . كل الاختلاف إذا
صح الفرض الآخر بل تصبح مضادة لها .

إن الفرض المقبول علمياً هو ذلك الفرض الذي نستطيع أن نستدل على
صدقه . والاستدلال على صدق الفرض من الفروض يكون عن طريق
البيانات المستقلة التي تشهد بصدقه . أما الفرض العيني *Adhoshypothesis*
فهو ذلك الفرض الذي لم تقم عليه بيئة مستقلة ولا تشهد بصدقه بيئة مستقلة
فهو فرض مصطنع يزيد من كمية معارفنا جاء ليخرجنا من إشكال معين
والثبات على ذلك النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلى (١٩٣١-١٩٣٣)
وها الملمان الأمريكان الذين قاما بتجربة التمييز سرعة لجريان الأرض في
الأثير بحساب مقدار ما تتأثر به سرعة الضوء من سزعة الأرض . أسفرت
التجربة عن نتيجة فائلة بأن سرعة الأرض ليس لها تأثير على سرعة الضوء
خلافاً لما كان منتظراً من إجراء التجربة . وهنا حاول بعض العلماء إقناعاً

فرض الأثير بمحاولة تفسير هذه النتيجة السلبية بأن الأجسام تنكش في اتجاه حركة الأرض ومعنى هذا أن الجهاز المستخدم في التجربة هو الذى انكش في اتجاه حركة الأرض وهو اتجاه أحد الشعاعين الضوئيين وبسبب هذا الانكش وصل الشعاعان الضوئيان في وقت واحد تقريبا . يعرف هذا الفرض باسم فرض فيتزجيرالد^(١) . وقد اعترض عليه المتطقي الفرنسى هنرى بوانكاريه (١٩١٢) بقوله إن هذا الفرض ليس له ما يؤيده غير النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلى ولو لم تكن هذه النتيجة السلبية لما كانت بنا حاجة إلى القول بهذا الفرض . ومعنى هذا أن فرض الانكش فرض عيى جاء ليفسر ظاهرة أو واقعة بعينها وليس له ما يؤيده سواها . يقدم المؤلف^(٢) مثالا آخر من تاريخ العلم افرض عيى هو الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للفراغ يتناقص مع زيادة الارتفاع . وكذلك الفرض القائل بأن الزيتيق فى البارومتر كان قائما فى مكانه بواسطة «الحبل السرى» خيط غير مرئى يملق بواسطة . هذان الفرضان جاءا لإنقاذ الفرض الأصلى القائل بأن الطبيعة تكره الفراغ . هذا الفرض هددته بيئة يريه فى تجربته التى أجراها أعلى جبل باى دى دوم أى من ارتفاع ٤٨٠٠ قدم فوق سطح البحر .

يذكر المؤلف أنه ليس ممكنا أن نرسم خطا فاصلا بين الفروض

(١) موى (بور) : المتطقي وفلسفة العلوم ص ٢٩٩

Hempl (Carl) : Philosophy of natural Science P. 28. (2)

والنظريات التي تقبل الاختبار وتلك التي لا تقبله . ولكن القوة التفسيرية
للفروض والنظريات وما يترتب عليها من بينات هي التي تفصل بين الفروض العملية
والفروض غير العملية . إن المحتوى الامر يقي هام في الفرض العلمي إذ يجعله
قابلا للاختبار من حيث البدء وبحيث تترتب لزومات اختبارية معينة . وذلك
لأن الفرض يختبر عن طريق اللزومات الاختبارية هذه . إن النتائج إذا
اتفقت مع الفرض لم تكن دليلا على صدقه . إنما تأييدا له بدرجة من
الدرجات قد تزيد أو تنقص بزيادة الشواهد الإيجابية ونقصانها . ومع
ذلك إن شاهداً معارضا واحداً يكذب الفرض أو النظرية . إن تأييد
الفرض لا يعتمد على كم البيئة فحسب بل على تنوعها : كلما كان التنوع أعظم
كلما كان التأييد أكبر . ولذلك تكرار التجربة يفيد في درجات التأييد . إن
تنوع البيئة يساعد على إيجاد الشاهد المعارض وقابلية النظرية للتكذيب
هي التي تمنعها صفه العملية . إننا في الاختبار^(١) العلمي نحاول دائماً تحقيق
الظروف التي يمكن أن تكذب فيها النظرية . أي أننا في الاختبار نقوم بمحاولات
صادقة لتكذيب النظرية المفترضة . وقد يبدو في هذا ما يخالف طبيعة العلم .
إذ يقال أن غاية العلم هي تأييد النظريات . ولذلك يرى كارل پوپر أن
محاولتنا لتكذيب الفروض والنظريات لا تتنافى مع الغاية التي يهدف
إليها العلم . فنحن بواسطة التكذيب نحذف أي نستبعد القضايا الكاذبة

(١) پوپر (كارل) علم للذهب التاريخي ص ١٦٣

أى غير الصالحة ونستبقى القضايا التى تثبت على محك الاختبار . وهذه وحدها التى ينبغي أن يهتم بها العلم .

يرى بورر^(١) أن القضايا العلمية لا يجب وصفها بأنها القضايا التى يمكن تأييدها بل القضايا التى يمكن تكذيبها . وذلك لأن أية نظرية نختارها يمكن القول بأن التجربة تؤيدها على نحو من الأنحاء ولكن ليس هذا دليلا كافيا لاعتبارها من النظريات العلمية . وذلك لأننا نستطيع أن نتخيل نظريات تفسر كل ما يحدث أيا كان ما يحدث . ولكن النظرية التى تفسر كل شئ لا تفسر شيئا .

إن من المرغوب فيه بالنسبة للفروض العلمية أن تؤيدها بيانات جديدة ووقائع لم تكن معروفة قبلا هى ما نسميه البيانات المستقلة . إن البيئة دليل على صدق الفرض أو النظرية . والاستقلال يعنى استقلالاً عن النظريات الجارية أو المعارف المتحصلة . وذلك كظاهرة المد والجزر بالنسبة لنظرية نيوتن فى الجاذبية إنها بيئة مستقلة . إنهمـا الظاهرة التى تفسرها نظرية الجاذبية ولم تكن تقصد إلى تفسيرها ولم تفسرها نظريتا جاليليو وكبلر فى سقوط الأجسام وحركات الكواكب والأجرام السماوية . وهذا ما يجعل القوة التفسيرية لنظرية من النظريات الجديدة أكبر من القوة التفسيرية للنظريات السابقة .

إن التأييد لفرض من الفروض أو نظرية من النظريات قد لا يكون وفقاً لزماته الاختبارية بل قد يعتمد على فروض ونظريات أكثر شمولاً أى قوامها التفسيرية أكبر . وذلك كقانون سقوط الأجسام القائل بأن الجسم إذا سقط من أعلى دون أن يعوقه عائق لمدة ثانية واحدة فإنه يقطع مسافة قدرها ١٦ قدماً^٢ وإذا سقط لمدة ٢ ثانية فإنه يقطع مسافة قدرها ٦٤ قدماً^٣ وإذا سقط لمدة ٣ ثوان فإنه يقطع مسافة قدرها ١٤٤ قدماً^٤ إن بنية هذا القانون ليست وفقاً على اختبار المسافة التى يقطعها الجسم فى فترة زمنية معينة لأنه لم تجر تجارب فوق سطح القمر وإنما يتأيد القانون نظرياً لأنه ينتج استنباطياً من قوانين نيوتن فى الحركة والجاذبية . ولذلك يرى المؤلف^(١) أن الفرض من الفروض إذا كان متفقاً بنتائج مع المعارف القائمة كان أفضل مما لو تعارض معها . وهذا لا يعنى حاية النظريات المقبولة من الدحض إذا توافرت بينات مخالفة لها . فالعلم لا يهتم بالانسحاق عن تصورات أميرة ضد بينات مخالفة . إن الفرض المؤسس تأسيساً جيداً بطرح إذا توافرت لدينا بدائل أكثر اقتناعاً وإرضاء . فلنفرض الجيد حقاً والذى يصمد فى كل الأحوال صعب المنال .

يناقش المؤلف قضية هامة لم تزل قيد البحث هى قضية البساطة^(٢) فى الفروض العلمية إن الفرض الأبسط هو الأ أكثر قبولاً من بين فرضين متنافسين .

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 39. (1)
Ibid : Philosophy of natural Science P. 40. (2)

ولكن ماذا نعى بالبساطة ؟ هل الفرض الأبسط هو الفرض ذو المحتوى
الامبريقي الأكبر أو الأكثر قابلية للاختبار ؟

يرى كارل بوبر^(١) أن القضايا البسيطة تخبرنا بتدراً أكثر لأن محتواها
الامبريقي أكبر ولأن قابليتها للاختبار أفضل . إن الفرض الأبسط هو
الأكثر استمداداً للتكذيب .

لا يوافق المؤلف^(٢) على هذا الرأي ويرى أن المحتوى الأكبر ليس
بالتأكيد مرتبطاً بالبساطة الأكثر . إن نظرية نيوتن في الجاذبية قد ينظر
إليها على أنها أبسط من مجموعتين القوانين التي لا علاقة لها بالنطاق المحدود
الذي تتضمنه النظرية . ليس ميسوراً تقرير محكات واضحة للبساطة تبرر
الأفضلية الممنوحة للفروض الأبسط .

لقد شغلت هذه المسألة فكر المناطقة والفلاسفة في السنوات الأخيرة وتم
أحرار بعض النتائج ولكن لم يتم التوصل بعد إلى قرار حاسم . ومع ذلك
من الملاحظ أن بعض الفروض تموز الاجماع على أنها الأكثر بساطة . إن
مسألة تبرير البساطة مسألة معقدة . إذ ما الذي يدعونا إلى اتباع مبدأ
البساطة ولماذا يكون الفرض الأبسط أكثر قبولاً مما عداه ؟

إن العلم^(٣) يتجه نحو التبسيط أى نحو ضم النظريات بعضها إلى بعض في

Popper (Karl) : The logic of Scientific discovery P. 142. (1)

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44. (2)

Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 89. (3)

عدد أقل فأقل من النظريات . وفي هذا الانجاء تبسيط وتعميم في نفس الوقت . لقد توصل ماكسويل (١٨٧٩) إلى نظرية موحدة تفسر ظواهر الضوء والكهرباء والمغناطيسية . وكان أينشتاين يأمل في العثور على نظرية تجمع بين نظرية ماكسويل من ناحية ونظريته النسبية من ناحية أخرى وأطلق على هذه النظرية اسم المجال الموحد . وقد قام أينشتاين بمحاولات في هذا المجال لم تكن موفقة في أول الأمر ثم نشرت له بعد وفاته محاولات ما زالت موضع نظر العلماء .

بسماع المؤلف^(١) ها إذا كان يمكننا التعبير عن الثقة في فرض من الفروض بأنه كمية ؟

يجيب المؤلف^(٢) بأن النتائج التي تقضى إليها الفروض غالبا ما يعبر عنها بصيغة احتمالية . ولكن هل التصور السكي يفي بالمبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات ؟ إن الثقة في الفرض قد تكون عددا حقيقيا ليس بأقل من الصفر ولا أكثر من الواحد . وما بينها احتمال من الاحتمالات . إن احتمالية الفرض بالنسبة إلى المعلومات المتاحة يمكن التعبير عنها كيماء بلغة الاحتمال .

إن النهاية من وضع الفروض هي تفسير ظواهر العالم الفيزيقي للتحكم في سيرها في الحاضر والتنبؤ بوقوعها في المستقبل . ولذلك كثيرا ما نجد في

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44. (1)

Ibid : Philosophy of natural Science P. 45. (2)

العلوم الطبيعية تساؤلات بكيف ولماذا كيف حدث الحادثة ولماذا كانت على هذا النحو . إذن التفسير غاية أن يشرح كيفية ولماذا حدثت أشياء معينة . يحتوي التفسير^(١) على نوعين من المقدمات أى يتركب من مجموعتين من القضايا المجموعة الأولى تتألف من قضايا كلية والثانية من قضايا مخصوصة تسمى الشروط الأولية . ومن هاتين المجموعتين من القضايا نستنتج قضية مخصوصة نسميها النتيجة . فإذا رمزنا للقضايا الكلية بالرمز « ك » وللقضايا الخاصة بالرمز « ش » وللنتيجة بالرمز « ن » كانت صورة التفسير الملى الذى يبين علة الحادث الذى نسال عنه هي «كش ن» فى هذه الحالة نسمى « ن » موضوع التفسير أى الشيء الذى نطلب تفسيره explicandum أى الشيء المنسرد يقابلها كلمة explicans أى الشيء المنفسر إذا كانت القضية الخاصة « ن » تصف حادثا معلوما نطلب تفسيره فمعنى ذلك أننا نطلب معرفة القضايا « ك » أو القضايا « ش » أو القضايا « ك » ش » مما . إن التفسير من التفسيرات يمكن النظر إليه باعتباره برهانا استنباطيا نتيجته القضية المنفسرة ومقدماته القضايا المنفسرة . إننا فى حالة التفسير نسل بالنتيجة ونطلب قضايا المقدمات . إننا قد ينبغي أن نكشف نظرية جديدة أى مجموعة من القوائين للقضايا الكلية . إن التفسير يتطلب الوفاء بأمرين هما : قابلية الفرض للتفسير وقابليته للاختبار .

(١) يوبر (كارل) : علم المنهج التاريخى ص ١٦١ .

يرى المؤلف^(١) أن للقوانين عادة ماتصاغ في صورة قضايا كلية ولكن ذلك لا يبنى أن القضايا الكلية يمكن النظر إليها بوصفها قوانين . فكثيرا ما نوضع التعميمات المرضية في صورة القضايا الكلية ومع ذلك ليست قوانين بأى حال من الأحوال .

والسؤال^(٢) الآن ما الذى يميز القوانين الأساسية من التعميمات المرضية يذكر المؤلف^(٣) أن الجدل مازال دأرا بخصوص هذه القضية . ومع ذلك يستخدم القانون كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم التعميم العرضى . ويستخدم القانون كذلك لتأييد القضايا الشرطية المخافة للواقع بصرف النظر عن إمكانية حدوثها . وليس التعميم كذلك .

يرى المؤلف^(٤) أن القوانين ليست جميعها استنباطية يقينية كما هو الحال في العلوم الرياضية . فهناك أيضا القوانين الاحتمالية حيث لا تتضمن القضايا المفسرة *explicans* القضايا المفسرة *explicandum* . فمن الممكن أن تكون القضايا الأولى صادقة والقضايا الأخيرة كاذبة . إن القضايا الأولى تتضمن القضايا الأخيرة بيتين على أو باحتمالية هائلة خلافا للقوانين الاستنباطية حيث تتضمن المقدمات النتائج . صدق الأولى يؤدي إلى صدق الأخير حتما .

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 54. (1)

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 32. (2)

Ibid : Philosophy of Social Science p. 54. (3)

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 59 (4)

الاحتمال المنطقي هو علاقة منطقية كمية بين قضايا معينة . إن البيئة هي التي تجعل الفرض مؤيدا أو محتتملا أما الاحتمال الاحصائي فهو علاقة كمية بين أنواع معينة من الحوادث . ثمة نوع من الحاصل النتائج ونوع معين من التجربة العشوائية يمثل التكرار النسبي الذي به تميل النتيجة إلى الحدوث في حالة تكرار التجربة ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصها الرياضية . فكلها يستوفي المبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية حيث القيم العددية لكلا الاحتمالين مداها من الصفر إلى الواحد وحيث احتمال حدوث نتيجة من النتائج هو مجموعة الاحتمالات للنتيجة مأخوذة على انفرادها . إن النتيجة تتوقع عن طريق التكرار النسبي كلما تكررت إجراء التجربة . يمكن اختبار الفروض العملية في صورة القضايا الاحتمالية بفحص التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج التي تعنى بها . تأييد هذه الفروض يمكن في الاتفاق بين الاحتمال الفرضي والتكرار الملاحظ . إن الفرض الاحتمالي لا يتضمن أية لزومات اختبارية ولذلك القرب من النتيجة الافتراضية لا يؤيد الفرض ولا البعد عنها يبطله . ومع ذلك تزداد درجة الاحتمال الاختبارية وتقل بزيادة عدد الشواهد وقائنها . إن الفروض الاحتمالية تقبل وترفض على أساس البينة الاحصائية وحدها ومع ذلك يلزم تحديد

(١) انحرافات التكرارات الملاحظة عن الاحتمال الذي يقرره الفرض .

تلك الانحرافات يمكن أن تتخذ أساسا لرفض الفرض

(ب) مدى الاتفاق بين التكرارات الملاحظة والاحتمال الافتراضى
يمكن أن يتخذ أساسا لقبول الفرض. ومع ذلك ليس ميسورا تحديد هذين
المطلبين على وجه الدقة لأن ذلك يتوقف على سياق البحث والأهداف
للمشودة منه. فاطراح الفرض بالرغم من كونه صادقا وقبوله بالرغم من كونه
كاذبا يؤدي إلى نتائج بالغة الأهمية من الناحية العملية .

يقدم المؤلف^(١) مثالاً لذلك مصل جيد لتطعيم الأطفال . يترتب على طراح
الفرض رغم كونه صادقا اتلاف المصل أو تعديله أو التوقف عن الاستمرار
في تصنيفه .

ثمة مشكلات معقدة في ذلك السياق يتناولها الرياضيون في نظرياتهم
الاحصائية والرياضية التي تمت في السنوات الأخيرة كنظرية الاختيارات
والقرارات الاحصائية على أساس النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات .
لا يرى المؤلف^(٢) فارقا بين القوانين الاستنباطية والقوانين الاحتمالية من
حيث قوتها التفسيرية والتنبؤية فالاثنان يتضمنان قضايا شرطية افتراضية
متخالفة للواقع . الأولى تقوم بعمل تصنيف استنباطى تحت قوانين ذات صورة
كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة
احتمالية

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 76 (1)

Ibid : Philosophy of natural Science P. 70. (2)

لا يجد المؤلف^(١) فارقا بين القوانين والنظريات فالنظريات تقدم عندما تكشف دراسة مجموعة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنها في صورة قوانين امبريقية . إن العلاقات بين الظواهر هي التي نسيها قوانين أو نظريات . إن تفسير الاطراد من الاطرادات هو فهم للظاهرة موضع البحث . إن الظاهرة من الظواهر تحكمها قوانين بواسطتها تفسر النظرية الاطراد القائم أو تنبأ باطراد جديد . ولا يختلف التفسير^(٢) عن التنبؤ إذ الصورة المنطقية لكليهما تكاد تكون واحدة . والاختلاف الوحيد بينهما هو اختلاف موقفنا نحن من هذه الصورة المنطقية فالتنبؤ ربط للأسباب بمسبباتها في المستقبل بناءً على ارتباطها في الماضي . ومعناه أن يحدد الباحث حدوث الظاهرة في المستقبل في تأكد وثقة طبقاً لحدوثها في الماضي . إن التنبؤ العلمي يحتوي على نفس القدمات التي يتكون منها التفسير . إننا في حالة التنبؤ نطبق نظرية علمية معلومة لنا من قبل . إننا في حالة التنبؤ نفترض القضايا « ك » ثم نحقق بالفعل القضايا « ش » كي نشين ما إذا كانت النتيجة التي تنبأ بها مطابقة للنتيجة المتحققة بالفعل . يقدم المؤلف نماذج ممثلة من النسقين البطلى والكورنيقي لبنية الكون ونظريتي نيوتن وهابجنز في طبيعة الضوء .

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب ما نسميه البادئ الداخلية

Ibid (Carl) : Philosophy of natural Science P. 71. (1)

(٢) يوبر (كارل) : علم المذهب التاريخي ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

والمبادئ المحدودية^(١) . فالمبادئ الداخلية هي مجموعة القوانين والمبادئ النظرية التي تستعين بها النظرية . والمبادئ المحدودية تكشف عن الروابط بين الظاهرة من الظواهر والقوانين التي تحكم سيرها في الحاضر وتنبأ به في المستقبل . المثال على ذلك قانون جراهام لانتشار الغازات .

تتضمن المبادئ النظرية السمة العشوائية للحركات الجزيئية والقوانين الداخلية التي تحكمها وتتضمن المبادئ المحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار — وهو خاصية للغاز ميكروسكوبية منظورة — تتناسب مع متوسط سرعة الجزيئات . وكذلك قانون بويل للعلاقة بين حجم الغاز وضغطه يتضمن نفس المبادئ النظرية المحدودية .

إن المبادئ المحدودية^(٢) تربط أحيانا بين ماهو مقترض نظريا وما يمكن ملاحظته أو قياسه بدرجة مباشرة . وليس الأمر كذلك في كل الأحوال . والمثال على ذلك نموذج بوهر (١٩٦١) لذرة الأيدروجين للؤلؤة من نواة موجبة والكترون من حولها في سلسلة من المدارات الممكنة يربط هذا النموذج بين الافتراضات النظرية والأطوال الموجية التي لا يمكن قياسها على نحو مباشر . إن المبادئ المحدودية هي التي تمهد للنظريات قوتها التفسيرية وقابليتها للاختبار وما المطلبان اللذان يستوفيهما تفسير أية ظاهرة من الظواهر .

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 72. (1)

Ibid : Philosophy of Social Science p. 72. (2)

إن المبادئ الحدودية تساعد على الانتقال من مصطلحات مفترضة قبلًا إلى مصطلحات قائمة فعلاً وبذلك تتوفر للمبادئ الداخلية القضايا الزومية التي تختبر وبذلك يستوفى مطلب القابلية للاختبار .

إن النظرية الجيدة^(١) في مجال البحث العلمى هى التى تقدم تفسيراً متسقاً لظواهر متباينة وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية . وذلك ما فعلته نظرية نيوتن فى الجاذبية ونظرية أينشتاين فى النسبية .

عادة ما تبين النظرية من النظريات أن مجال التطبيق محدود . فالنظرية النيوتونية تكشف عن أن قوانين كبلر لحركات الكواكب تصدق على نحو تقريبي . إن القانون^(٢) الأول من قوانين كبلر القائل بأن فلك كل سيار قطع ناقص الشمس فى إحدى بؤرتيه . إن هذا القانون يقول بأن الكواكب السيارة تتحرك فى مدارات إهليلجية . فهل يمكن التسليم بهذا القانون إذا كنا نقبل النظرية النيوتونية ؟ الجواب على ذلك يجب أن يكون بالسلب وذلك أن نظرية نيوتن تقضى بوجود تجاذب لا بين الكواكب السيارة التى يتحتم أن تسير فى مدارات إهليلجية بتأثير انجذابها نحو الشمس . ولكن بين الكواكب بعضها والبعض مما يؤدى إلى خروج الكواكب

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 75. (1)

(٢) موى (بول) : النطق وفلسفة العلوم ص ٣٠٥

السيارة أحيانا عن مدارها الإهليلجي شيئا ما ثم تعود إليه . ومثل هذا الخروج على قوانين كبلر هو ما يعرف في علم الفلك باسم الاضطرابات .

إذن من وجهة النظر النيوتونية لا يمكن القول بأن قوانين كبلر صادقة على وجه الدقة ومعنى ذلك أن هنالك تناقضا بالمعنى الدقيق بين نظرية نيوتن ونظرية كبلر (١٦٣٠) ومثل هذا يصدق على العلاقة بين قوانين جاليليو وكبلر ونيوتن^(١) . وكذلك توجد هذه العلاقة بينها بين نظرية نيوتن ونظرية أينشتين .

إن للمعادلات الرياضية التي نخرج بها من نظرية أينشتين تختلف عن للمعادلات الرياضية التي نخرج بها من نظرية نيوتن . ومعنى هذا أن هناك تناقضا بين نظريتي نيوتن وأينشتين . إن الفارق بين النظريتين ليس فارقا كبيرا . إنما هو فارق بسيط قد يتمذر الكشف عنه تجريبيا في بعض الحالات . فمثلا الفارق بين نظريتي أينشتين ونيوتن لا يتبين إلا إذا كانت تجاربنا تتعلق بأشياء تقترب سرعتها من سرعة الضوء . أما في حالة السرعات الصغيرة لا نستطيع أن نكشف بواسطة التجربة عن الفارق بين وجهتي النظر ومعنى هذا أننا من الناحية العملية نستطيع تطبيق نظرية من النظريات السابقة في بعض الحالات . ولكن من الناحية المنطقية^(٢) لا بد من القول

(١) موى (بول) : المطلق وفلسفة العلوم ص ٣٠٥

(٢) بوبر (كارل) : علم المذهب التاريخي ص ١٦٦

وجود تناقض لا يخرج لنا منه . إن وجود هذا الفارق بين نظرية سابقة ونظرية لاحقة يعتبر بيئة مستقلة على صدق النظرية اللاحقة .

يرى المؤلف^(١) أنه لا يمكن أن يقف التفسير عند حد للملاحظة . بل ينبغي أن يتجاوزها إلى ما لا يلاحظ . وهذا ما فعلته العلوم الطبيعية إذ لم تقف عند حد الظواهر الامبريقية المألوفة بل تجاوزتها إلى ما يكن وراءها وخلفها من بناءات وقوى وعمليات كامنة باعتبار أنها المكونات الحقيقية للعالم ، تلك التي ينبغي تفسيرها . يذكر المؤلف أن بعض العلماء والفلاسفة أنكروا وجود الكيانات المفترضة واعتبروها مجرد خيالات مخترعة براءة كافية لتقديم تفسيرات وتنبؤات مريحة بسيطة من الناحية الصورية لما هو ملاحظ ومشاهد .

يمرض المؤلف^(٢) لوجهة نظر المنكرين في قولهم إن النظرية الجديدة تحتاج إلى تصورات جديدة معرفة تعريفا واضحا . وهذا أمر يصعب بلوغه في كثير من الأحيان . إن المبادئ لمثل هذه النظرية ليست قضايا تترتب عليها لزومات اختبارية ومن ثم ليست صادقة أو كاذبة ولذلك كثيرا ما تلجأ مثل هذه النظريات إلى جهاز رمزي لصياغة الاستدلالات واستنتاج النتائج التي كثيرا ما تكون رمزية هي الأخرى . ولكن إذا لم يتوفر التعريف التام لمعاني المصطلحات هل يمكن التحديد الجزئي للمعنى ؟

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 80. (1)

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 81 (2)

في نطاق هذه الحدود يمكن استخدام المصطلح بشكل دقيق وموضوعي وبذلك لا يصبح الافتقار إلى التعريفات التامة مبرراً لتصور الكيانات المفترضة . وكذلك عندما تقوم نظريتان متنافستان بتفسير فئة من الظواهر يلزم أن تسلم بوجود الكيانات المفترضة في النظرية المقابلة إذا سلمنا بوجودها في إحداها وإن لم يصرح منطوق النظرية بذلك . وذلك كالنظرية الجسيمية لنيوتن والموجية لهايجنز . إذا كانت إحداها تسلم بوجود الأثير وهو ما لا يمكن ملاحظته أو قياسه لزم التسليم بوجوده في النظرية الأخرى المقابلة . ومع ذلك إن للنظريتين البصريتين قضايا لزومية يمكن اختبارها بواسطتها إن تجربة حاسمة كتلك التي أجراها فوكيه ولينارد لم تؤد إلى طرح إحدى النظريتين والإبقاء على الأخرى .

يهدف البحث^(١) العلمي إلى تقديم تفسير متسق ومنهجي للوقائع في خبرتنا الحسية ومن ثم لا بد وأن تشير افتراضاتها التفسيرية إلى كيانات لها على الأقل وقائع بالقوة . والفروض والنظريات التي تذهب إلى أبعد من ذلك أي إلى ما وراء خبرتنا لا تمثل وقائع العالم التمييزي .

يرى المؤلف^(٢) أن العلم على هذا النحو يحصر نفسه في نطاق الواقع . وبذلك يصعب التوصل إلى قوانين تفسيرية عامة ودقيقة فتلك القوانين تصاغ كيا بلغة الكيانات المفترضة . ويمكن أن تحتبر وتؤيد كفروض

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 68. (1)

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 82. (2)

موضوعه لتفسير أشياء العالم التجزيقي . إن من التعسف رفض الكيانات النظرية باعتبارها خيالية . إن تحديد طابع شيء من الأشياء يحسب بما وراء الأشياء الملاحظة وعندئذ يكون من التعسف تجريد الأشياء من صفاتها . إنه يتمين علينا قبول أشياء تلاحظ ميكروسكوبيا . ولذلك قسمة الأشياء إلى فزيائية واقعية وكيانات نظرية خيالية أمر متعسف إلى حد كبير .

يعرض المؤلف^(١) لوجهة نظر قائلة بأن التفسيرات العلمية ترد غير المؤلف من الظواهر إلى المؤلف من القوانين والنظريات: وقد يكون ذلك صحيحا في بعض الأحيان وذلك كالماتلات القائمة بين انتشار الموجات الضوئية وانتشار الموجات للمائية. يرى المؤلف أن هذا الرأي يتضمن القول بأن المؤلف من الظواهر ليس بحاجة إلى التفسير العلمى . وليس ذلك صحيحا . فالعلم يسمى لتفسير الظواهر المألوفة ولكن ذلك لا يعنى أن العلم يهدف إلى عدم الاتفاق مع القوانين والنظريات المتعارف عليها. أصدق الأمثلة على ذلك النظرية النسبية لأينشتين ورد المؤلف إليها ونظرية الكوانتم وإقلاعها عن التصو العلمى . ومع ذلك أحيانا ما يرد المؤلف إلى غير المؤلف وأحيانا ما يرد غير المؤلف إلى المؤلف . فهكذا التفسير العلمى دائما^(٢) .

يخصص المؤلف^(٣) فصلا من كتابه لصياغة التصورات . إن تحديد

Ibid : Philosophy of natural Science d. 83. (1)

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 47. (2)

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 85 (3)

المصطلحات ومعانيها التي ترد لها يولييه المؤلف اهتمامه . وذلك لكي تصبح القضايا المستخدمة في نطاق البحث العلمى قابلة للتفسير والتنبؤ والإختبار . إن ثمة منهاجاً يتبع في تحديد المصطلحات ومعانيها . فالتعريف^(١) الواحد يقدم لتحقيق غرض من الأغراض فقد يكون تقريراً أو وصفاً للمعنى الجارى استخدامه . ومن ثم يقال لها التعريفات الواصفة أو المصورة *descriptive* or *figurative* وقد يكون تخصيصاً لمعنى يضيفها عليها واضع التعريف وفى هذه الحالة قد لا تكون المصطلحات أو الرموز جديدة كل الجدة ولكنها جديدة فى السياق الذى تقدم فيه ، ومن ثم يقال لها التعريفات الاصطلاحية *Stipulative* وأحياناً التعريفات الاسمية *nominal* أو اللفظية *Verbal* . تستخدم فى مجال العلوم كاتفاقات أو مواضعات تعادل بين شئين ربما كانا فى الأصل غير متعادلين . التعريف الوصفى تعريف تحليلى يحدد مدى التطبيق أو المصادق للمصطلح أكثر من تحديده لمعناه ومضمونه . فهو يحمل الذهن بطوك المعنى بواسطة انشاء يقوم به ابتداءً من عناصر معروفة قبلاً . أما التعريف الاصطلاحى فهو مجرد اقتراح قد يقبل وقد يرفض ولذلك لا يتصف بالصدق أو الكذب . إنما يتصف بكونه ملائماً أو غير ملائم كما يرى هنرى بوانسكاريه . يحذر المؤلف من استخدام الدور فى التعريف ، فالتعريف الدائرى هو الذى يظهر فيه المعروف *definiendum* فى المعروف *definiens* . وبذلك لن يؤدى التعريف الغرض منه وهو شرح المعروف .

يقسم المؤلف^(١) المصطلحات المستخدمة في النظريات العلمية إلى فئتين هما فئة المصطلحات المفترضة والمصطلحات المفترضة قبلاً أى القضية التفسيرية. ففى الرياضيات^(٢) مثلثتين بوضوح قائمة بالحدود الأولية التى لا تقبل التعريف وتستخدم كأساس للتعريف أى لتعريف ماعداها من الحدود داخل النسق الأكسيوماتى .

يشير المؤلف^(٣) فى هذا الصدد إلى التعريف المعجى بقوله إن المعروف معنى سابقاً على المعنى الذى يقدمه التعريف ولذلك يكون التعريف صادقاً أو كاذباً تبعاً لاتفاق التعريف مع هذا المعنى أو عدم اتفاقه . إن التعريف المعجى يصدق أو يكذب بالنسبة للاستخدام الواقعى للفظه . فإذا استخدمت اللفظة بالمعنى المراد كانت صادقة وإلا كانت كاذبة

هناك نوع من التعريف ينخصص له المؤلف^(٤) فصلاً من فصول كتابه يسميه التعريف الاجرائى نسبة إلى المدرسة الاجرائية لمؤسسها برديجان (١٩٦١) . إن الفكرة الرئيسية لهذه المدرسة تكمن فى أن معانى المصطلحات العلمية تتحدد بالإشارة إلى إجراءات اختبرارية محددة تستخدم كحك للاستخدام . إن التعريف الاجرائى لا يخرج عن كونه إجراء معيّنًا لتحديد

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 87 (1)

Barker S. : Philosophy of mathematics p. 22. (2)

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Sciences P. 88. (3)

Ibid : Philosophy of natural Science P. 89. (4)

القيمة المديدة لكمية معينة في حالة معينة . فهو أشبه بقواعد القياس .
تصر المدرسة^(١) الاجرائية على المحركات الاجرائية لتأمين قابلية الاختبار
الموضوعية للقضايا العلمية وذلك يشترط اختبار هذه المحركات اختباراً صحيحاً
مما يجعل الفرض حقيقية قابلاً للاختبار العلمى . فليس بالإمكان - على سبيل
المثال - اختبار الفرض القائل بأن الجذب الجاذبى يعزى إلى انجذاب طبيعى
كامن لأنه لم تتوفر محركات اجرائية لتصوير الانجذاب الطبيعى الكامن .

إن المدرسة الاجرائية كانت ذات أثر بالغ في العلوم الاجتماعية وبالذات في علم
النفس حيث أمكن التحقق من كل تصور بالرجوع إلى التجربة كما حدث
في اختبار رورشاخ لبقع الحبر وسقافورد بينه للذكاء حيث تتوقف نتائج
الاختبارات على الاستجابات التى تبديها الموضوعات التى اختبرت .

إن نزعة الاجرائيين أنصار التحقيق التجريبي يمكن أن تعد تطورا
للنزعة الإمبريقية^(٢) التى تأخذ بأن كل معرفة لابد وأن يكون مصدرها
الأصلى التجربة . ولكن مغالاة أنصار هذه النزعة أدت بهم إلى حجب
الأوجه النظرية المنهجية للتصورات العلمية فالنظريات ترتبط بالتجارب بوجه عام
ولكن لا يلزم أن يكون كل تصور قابلاً للتحقيق التجريبي وأن يكون كل
حكم قابلاً لالتعميم . فالنظريات تصاغ في إطار نظرى مجرد لا في إطار تجريبي

Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 266. (1)

Titus (Harold) Living issue sin philosophy p. 278. (2)

وبقدر ما يكون للنظرية من نتائج وبقدر ما تتحقق بصدها التنبؤات لا يمينها ما بدأ عليها من تصورات لاسبيل إلى اختبارها تجريبيا. وفي هذا الصدد يقول ايشتين^(١) رداعلى بردجمان « لكي نستطيع النظر إلى سياق منطقي على أنه نظرية فيزيقية ليس من الضروري أن تكون جميع تصوراتها خاضعة للتفسير والاختبار بطريقة تجريبية فالواقم أن هذا لم يحدث إطلاقا في أية نظرية ولا يمكن أبدا أن يحدث فلكي يكون في استطاعتنا النظر إلى نظرية على أنها فيزيقية يلزم أن تتضمن أو تشتمل على تأكيدات يمكن فحصها فصحا تجريبيا بوجه عام ».

يمتد أنصار التحقيق التجريبي أن معاني المصطلحات العلمية تتحدد تحديدا تاما بقصرياتها الاجرائية. اذ التصور في نظرهم معادل لاجراءاتهم. وبذلك يتحدد معنى المصطلح داخل نطاق العملية الاجرائية وحدها .

يرى المؤلف^(٢) أن أحد الأغراض الأساسية للعلم هو تحقيق التفسير الموحد للنسق للظواهر الامبريقية فالانساق العلمي يتطلب إقامة علاقات بواسطة القوانين والنظريات بين الأوجه المختلفة للعالم الامبريقي، تلك الأوجه التي تنسم بالتصورات العلمية . تقوم تلك التصورات داخل سلسلة من العلاقات النسبية التي تصوغها القوانين والنظريات. إن البساطة بمعنى الاقتصاد في استخدام المصطلحات العلمية هو أحد السمات الهامة للنظرية العلمية الجيدة

Titus (Harold) : Living issues in Philosophy p. 327. (1)

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 91 (2)

إن القاعدة الإجرائية تدعو إلى الاكثار من المصطلحات العلمية . والاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقي تمارس ذلك بشدة . قد تؤسس القوانين والنظريات العلمية على المعطيات التي نحصل عليها بواسطة المحكات الاجرائية المتخذة أساسا ولكنها لن توافق تلك المعطيات . فالاعتبارات^(١) الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دورها في اختيار الفروض العلمية . ومن ثم ينظر إلى القوانين والنظريات المقبولة على أساس المحكات الاجرائية وحدها على أنها تهتم فقط بالمحتوى الإمبريقي . وليس هو المطلب الوحيد إذ المحتوى النسقي مطلب آخر لا يقل عنه أهمية . فالتفسير الإمبريقي للتصورات قد يتغير من أجل القوة النسقية لشبكة العلاقات النظرية التي تربط بين الظواهر والقوانين . إن القضية من القضايا ينظر إليها في السياق النسقي للفروض والنظريات حيث يراد لها أن تقوم بوظيفتها . أن نفحص اللزومات الاختبارية التي تنشأ في هذا الصدد وبذلك . نستطيع أن نميز الفروض ذات المعنى من تلك الفروض التي يقال إنها عديمة المعنى .

يرى المؤلف^(٢) أنه يتعين علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المصطلح العلمي مرادف لمجموعة الاجراءات لأنه عادة ما تكون هناك محكات بديلة لتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات وهذه المحكات قائمة على مجموعة من الاجراءات مضالفة . ولكي نفهم المعنى الذي يأخذه المصطلح ونستخدمه

Ibid : Philosophy of natural Science P. 93. (1)
Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 95. (2)

استخداماً صحيحاً يتمين علينا أن نبين دوره للنهجي (النسقي) .

إن القضايا التفسيرية التي تزودنا بحككات للتطبيق بالنسبة للمصطلحات العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوضعية للتعميم الامبريقي، فانه يصدر عن قضايا تلك الحككات أنه حيث تكون الاجراءات الاختيارية قابلة للتطبيق تنتج الاجراءات نفس النتائج .

إن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات لا يمكن النظر إليها باعتبار أنها تتضمن عدداً محدوداً من الحككات الاجرائية أو القضايا التفسيرية . فالقضايا التفسيرية تحدد طرق اختبار القضايا التي تحوى المصطلح . تلك القضايا التي تنتج لزومات اختيارية أى قضايا تختبر . يرى المؤلف^(١) أن اللزومات الاختيارية التي بواسطتها تختبر القضايا التي تتضمن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات تحدها للمبادئ الحدودية للنظرية . تلك للمبادئ التي تربط بين النظرية والظواهر الامبريقية .

يناقش المؤلف^(٢) قضية رد علم البيولوجيا إلى علم الفيزياء والكيمياء . تلك القضية التي يتبناها أصحاب للذهب الآلى . إنكار هذه الدعوى يشار إليه على أنه قضية الحكم الذاتى للبيولوجيا أى رد قضايا هذا العلم إلى تصورات ومبادئ العلم ذاته . فالذهب الحيوى الجديد يؤكد سلطة البهان

Ibid : Philosophy of natural Science p. 99. (1)

Ibid ; Philosophy of natural Science p. 101. (2)

الذاتى Self evidence للبيولوجيا . ويعرض لذلك قوله بأن الخصائص المعينة
للأنساق البيولوجية يمكن أن تفسر عن طريق القوى الحيوية وحدها وذلك
لاخلافها عن الأنساق الفيزيائية والكيميائية الخالصة تلك التى يدعيها
أصحاب المذهب الآلى فى نواحى جوهرية . إن التعريفات فى مجال البيولوجيا
تصبح تعريفات وصفية عند أصحاب المذهب الآلى وتحليلية عند أصحاب
المذهب الحيوى الجديد . التعريفات^(١) الوصفية عامة تعريفات ماصدية . أما
التعريفات التحليلية فعادة ما تكون تعريفات مفهومية . إن التعريف الوصفى
لا يتطلب أن يكون للمعرف definiens نفس المضمون أو المعنى للمعرف
definiendum وإنما نفس الماصدق . ولذلك يشترط لاستخلاص القوانين
البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميائية أن تكون ثمة رابطة تربط بين
مظاهر فيزيوكيميائية لظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة لنفس
الظاهرة . القضية الرابطة قد تأخذ صورة القانون أو النظرية . يقرر مثل
هذا القانون أن توافر سمات فيزيوكيميائية معينة شرط ضرورى وكاف
لتوافر خاصية بيولوجية معينة . قد تعبر القوانين عن شروط ضرورية
وليست كافية وقد تعبر عن شروط كافية وليست ضرورية ولذلك لزم الجمع
بين الأمرين .

يرى المؤلف^(٢) أن القوانين والنظريات الفيزيوكيميائية القائمة فى الوقت

Salmon w. : Logic : c p. 91.

(1)

Hempel (Crl) : Philosophy of Natural Science p. 102

(2)

الحال لا تمكني رد مثيلاتها في علم البيولوجيا إليها . ومع ذلك لا زال البحث مستمرا والجدال دائرا بخصوص رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء فأصحاب المذهب الآلي يرون أن المزيد من البحث العلمي يؤدي إلى تحقيق هذه الغاية .

يحذر المؤلف^(١) من التفاؤل الذي يبديه أصحاب المذهب الآلي وفي رأيه أنه من خلال البحث المستقل قد يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموسا شأنه في ذلك شأن ما صار إليه الخط الفاصل بين الفيزياء والكيمياء في الوقت الحالي .

قد تصاغ القوانين والنظريات المستحدثة في نوع مستحدث من المصطلحات بحيث تقوم المصطلحات بوظيفتها في النظريات الشاملة التي تقدم تفسيراً لكل الظواهر المسماة الآن بالبيولوجية وتلك المسماة بالفيزيائية والكيميائية . وبذلك تفقد فكرة رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء معناها ولكن هذا النجاح لم يتم إحرازه بعد .

لقد أثبتت أيضا مسألة القابلية للرد بالنسبة لعلم النفس وذلك لأن الظواهر السيكلوجية هي في الأساس ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية في طابعها فالمصطلحات والقوانين الخاصة بعلم النفس يمكن أن ترد إلى المصطلحات والقوانين الخاصة بعلم الحياة والفيزياء والكيمياء إن . رد المصطلح

السيكولوجى إلى مصطلح فى علم من العلوم الثلاثة المذكورة يتطلب تحديداً للشروط الضرورية والكافية لحدوث الحالات السيكلوجية التى يقوم المصطلح مقامها . وبالنسبة لعلم النفس تتفرع الروابط المعبرة عن هذه الشروط فى مؤشرات البيولوجية والفزيائية والكيميائية الهامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكلوجية . ومع أنه يمكن النظر إلى هذه المؤشرات كتعريفات إجرائية إلا أنها لا تحدد هذه الشروط الضرورية والكافية .

وبالمثل تسمى المدرسة^(١) السلوكية إلى رد مجال القول بصدد الظواهر السيكلوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . ترى أن المصطلحات السيكلوجية لا بد وأن تتوفر لها محركات سلوكية تطبيقية وأن الفروض والنظريات السيكلوجية تختبر عن طريق اللزومات الاختبارية المتعلقة بالسلوك الملاحظ عياناً . ولذلك ترفض منحج الاستبطان الذاتى ولا تقبل الظواهر السيكلوجية الخاصة كمعطيات سلوكية عامة .

إن المصطلحات السيكلوجية وإن كانت تشير جهازا إلى حالات سيكلوجية معينة - إلا أنه ينظر إليها كظهور من مظاهر السلوك العام . ومع ذلك لم يكشف السلوكيون عن الارتباط القائم بين الحالات السيكلوجية والمظاهر السلوكية بوجه عام ولم يهتموا بالسؤال عن كيفية تأثير الحالات السيكلوجية على السلوك السكاكن وأنماطه الخفية . إن المصطلح السلوكي الخالص قد يتضمن

مصطلحات بيولوجية وفزيائية وكيميائية ولذلك يصعب التعبير عن الحالات
السيكلوجية بالمصطلح السلوكي وحده .

إن من الأفضل^(١) رد المصطلحات السيكلوجية لمصطلحات سيكلوجية
بالأحرى . لأن ردها إلى مصطلحات سلوكية أمر ممكن كذلك .

يسأل المؤلف^(٢) عن إمكانية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء
وخاصة علم وظائف الجهاز العصبي يرى المؤلف أن ذلك ليس بعيداً وبالإمكان
كذلك رد العلوم الاجتماعية إلى مذهب الفردية المنهجية^(٣) بحث توصف
وتحلل وتفسر الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص للفردية وبالإشارة
إلى القوانين والنظريات السلوكية . ولذلك ينظر إلى مذهب الفردية المنهجية
على أنه يتضمن قابلية الرد لمصطلحات والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية
إلى تلك المصطلحات الخاصة بعلم نفس الفرد وعلم الأحياء والفزياء والكيمياء .
إن هذه المسألة تدخل في نطاق فلسفة العلوم الاجتماعية أو ردها المؤلف^(٤)
كثال للمجانسات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية
أي في مجال العلوم الامبريقية . حقا التزم المؤلف بما ذكر في مقدمة كتابه
من أنه يقدم للمباحث لبعض الموضوعات الرئيسية في مناهج البحث المعاصرة

Runder (Richard) : Philosophy of Social Sciences p. 34. (1)

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 107. (2)

(٣) دور (كارل) : علم المذهب التاريخي ص ١٦٠

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 109 (4)

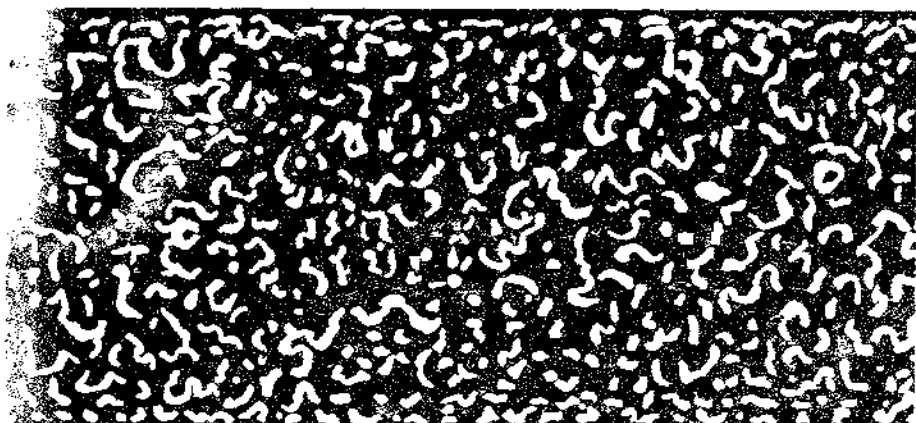
وفلسفة العلم الطبيعي فتناول بالفعل عددا محمدا من الموضوعات التي لم تزل
تهد البحث فسلط عليها أضواءا تاركا للباحثين مهمة التعرف بأنفسهم على
المجالات المشكلة في فلسفة العلم. ومع ذلك جاءت معالجته للبعض من الموضوعات
التي تناولها مستفيضة بما لا يدع مجالا لاضافة حقيقة من بعده. ولذلك صح أن
قول عن هذا البحث إنه متميز بالأصالة وأن مؤلفه من أهم المشتغلين بفلسفة
العلوم من الأحياء. ومع ذلك لا يتخلو البحث من صعوبات جمة حاولنا من أجلها.

رقم الإيداع بدار الكتب

١٩٧٦ / ٤٦٥٢

PHILOSOPHY Of The NATURAL SCIENCES

By
CARL HAMPEL



TRANSLATED INTO ARABIC WITH NOTES

By

Dr. JALAL MOUSA

Lecturer Of Philosophy
Faculty Of Arts - Al - Minia

Bibliotheca Alexandrina



0548857

DAR AL - KITAB AL - MASRI

P. O. BOX 156 CAIRO

DAR AL - KITAB ALLUBNAN

P. O. BOX 3176 BEIRUT