الفصل الأول

مقدمة
Introduction

عندما يبدأ المرء كتاباً كهذا، من المستحسن دائماً أن يبدأه بعبارة لن يختلف عليها الجميع بكل تأكيد، وهي: إن العلوم، كظاهرة ثقافية، أصبح لها في حياتنا اليوم أثر لا يدانيه أثر آخر. فلو عدّدنا الجوانب التي ارتبطت بالعلوم: كالهندسة الجينية، والأسلحة النووية، وسرطان المبيض، والكمبيوتر المحمول الذي أكتب عليه هذه الكلمات، والمايكروويف الذي طبخت فيه عشائي، والآي بود iPod الذي استمع من خلاله إلى الموسيقى التقليدية التي أحبها... وبطبيعة الحال الطريقة التي استُنبطت بها هذه التقنيات من العلوم، تمثل في حد ذاتها موضوعاً شيقاً للغاية، وهو الأمر الذي لا يتسع المجال للخوض فيه من خلال موضوعنا هذا. ولكن بالإضافة إلى الفوائد العملية، هناك أسلوب عميق تمكنت العلوم من خلاله من أن تغير نظرتنا للعالم وللمكان الذي نعيش فيه في هذا العالم: تأمل نظرية التطور، والطريقة التي غيرت بها فهمنا لأصولنا نحن بني البشر. ثم انظر بعد ذلك إلى التطور الكبير الذي طرأ على نظرية الجينات، وكيف انتقل هذا الأمر، ليس فقط إلى فهمنا لسلسلة من الأمراض والاعتلالات الجسدية والصحية، ولكن إلى نظرتنا

لتصرفاتنا ومواقفنا، بل لنظرتنا إلى ذواتنا. أو لنتأمل في الفيزياء الكمية، والزعم بأن الحقيقة هي في الواقع شيء عشوائي بشكل أو بآخر؛ أو نظرية النسبية لأينشتاين Einstein، والتي تقول بأنه كلما تحركنا بسرعة مر الوقت بوتيرة أكثر بطئاً، حيث استبدلت الزمان والمكان بمصطلح الزمان- المكان (الزمكان) والذي ينحني وينحرف بوجود المادة.

إن العلوم ظاهرة مدهشة، فقد ظلت وعلى مدى سنوات طويلة تؤثر بشكل كبير على المجتمع البشري. إذاً، كيف تعمل هذه العلوم؟ وكيف يمارس العلماء الأشياء التي يقومون بها؟ وكيف يتوصلون إلى النظريات؟ وكيف يختبرون صحة هذه النظريات؟ ثم كيف يستنبطون النتائج حول ماهية هذا الكون من هذه النظريات؟ هذه هي نوعية الأسئلة التي سنحاول الإجابة عنها من خلال هذا الكتاب.

ما الأسلوب الذي يجب أن نتبعه في إجابتنا عن هذه الأسئلة؟ وما المدى الذي يمكننا أن نصل إليه في سعينا لاكتشاف الكيفية التي تعمل بها العلوم؟

ومن بين الأساليب التي ستجد حظاً من الاهتمام هنا، هو ما يقوله العلماء أنفسهم عن عملهم، أي الاستماع إلى ما يقوله العلماء. والمشكلة في هذا الأسلوب تكمن في أن العلماء عادة ما تكون لديهم وجهات نظر مختلفة، بل ومتعارضة تماماً في بعض الأحيان، حول طريقة عمل العلوم، فعلى سبيل المثال، تأمل معي هذه العبارة التي تبدو معقولة إلى حد كبير: 'العلوم بناء قائم على الحقائق'[1]. ولا شك في أن هذه هي الطريقة التي ربما يبدأ بها الكثيرون منا في وصف العلوم. وهو بالتأكيد ما يميز العلوم عن بقية النشاطات الإنسانية الأخرى كالأدب، أو لنقل الشعر، أو ربما الدين، وهو ما يثير الكثير من الجدل. ولكن الآن، تأمل هذه النصيحة من إيفان بافلولف Ivan Pavlov، المشهور بتجاربه مع

الكلاب ذات اللعاب السائل (تلك التجارب التي أثبتت أن أنواعاً بعينها من التصرفات يمكن إثارتها ببعض المحفزات المناسبة): "لا تكونوا مجرد مؤرشفين يحفظون الحقائق كما هي عن ظهر قلب. ولكن حاولوا أن تنفذوا إلى سر وجود هذه الحقائق وواظبوا وبكل إصرار في البحث عن القوانين التي تحكمها"[2]. ولعل هذه العبارة لا تتعارض بشكل مباشر على ما يبدو مع العبارة السابقة، وفي النهاية، فإن بافلوف Pavlov ببساطة يطالبنا ألا نكون مهووسين بجمع الحقائق وحسب، بل يريدنا أن نبحث عن القوانين التي تستند إليها هذه الحقائق، ويمكن أن نعد هذا متوافقاً وبشكل تام مع الادعاء القائل بأن العلوم مبنية على هذه الحقائق (ربما نرى الحقائق وكأنها تجلس على قاعدة هرم تصوري يقوم على قوانين نظرية، وقد يظهر لنا أنها تتربع على قمة ذلك الهرم). براغ W.L. Bragg، الذي قام بعمل هام عندما استخدم الأشعة السينية للكشف عن تركيب المواد (بعض أعماله قام بها بالقرب من الموقع الذي أعمل فيه بجامعة ليدز)، ذهب لأبعد من ذلك قليلاً فأصر على أن "أهم شيء يميز العلوم هو أن تحصيل قدر كبير من الحقائق الجديدة ليس مهماً بقدر أهمية اكتشاف طرائق وأساليب جديدة للتفكير في هذه الحقائق"[3].

وتتسق هذه النظرة وبشكل جيد مع وجهة النظر التي تقول بأن "الحقائق" العلمية أشبه ما تكون بالصخرة الجامدة، وأنها تستند إلى الموضوعية التي يُتبجح بها كثيراً في العلوم. غير أن ستيفن جي غولد Stephen Jay Gould، العالم الشهير في علم الأرض وعلم الحيوان، والذي يدافع عن نظرية التطور، يقول: "إن الحقيقة في العلوم يمكن أن تعني فقط أنها مؤكدة إلى درجة أنها تنحرف إلى حجب الموافقة المؤقتة؛ أنا أفترض أن ثمار التفاح ربما تبدأ في الظهور غداً، ولكن الاحتمال لا يستحق نفس المساحة الزمنية في الصفوف الدراسية لمادة الفيزياء"[4]. يوحي هذا بأن

الحقائق لا يجب أن تؤخذ على أنها الأساس الذي يتم الاستناد إليه في تركيبة العلوم. وحسب رأي غولد Gould، هي الأشياء التي نمنح بها أو نحجب من خلالها الموافقة، وقد يتغير وضع تلك الحقائق خلال عملية المنح والحجب هذه حيث إن ما كان بالأمس 'حقيقة' قد يتحول اليوم إلى 'مفهوم خاطئ' أو 'تفسير خاطئ' أو حتى خطأ فادح. سنعود إلى هذا الموضوع في الفصول الرابع والخامس والسادس.

والأكثر تشدداً من ذلك أن أينشتاين يقول 'إذا لم تتناسب الحقائق مع النظرية، قم بتغيير الحقائق'، وما قصده هنا هو أن اعتقادنا في بعض الحالات بأن نظرية بعينها صحيحة أو بمعنى آخر واقعية، يكون قوياً لدرجة أنه إذا لم تتناسب هذه الحقائق مع النظرية، يجب أن نخلص إلى نتيجة مفادها أن هناك خطأ ما في هذه الحقائق، بدلاً من أن نعيد النظر في صحة النظرية. وهناك أمثلة في تاريخ العلوم لنظريات كانت راسخة لدرجة أن ردة الفعل الأولى (وكذلك الثانية والثالثة...) تجاه الحقائق الشاذة التي كانت تسفر عنها التجارب التي كانت تجرى على تلك النظريات، كانت التشكيك في تلك الحقائق (أو في الشخص الذي أجرى التجربة وتوصل إلى تلك الحقائق!). بعض العلماء والفلاسفة يمقتون هذا الاتجاه، ويقولون إن السماح للنظريات بأن تكون راسخة ومحصنة هو بمثابة كتابة شهادة الوفاة للعلوم في حد ذاتها.

وقد يبدو ذلك مبالغاً فيه إلى حد ما، غير أنه يمكننا دون شك أن نتفهم هذه المخاوف: ولكن كيف تتقدم العلوم إذا كانت هناك نظريات بعينها راسخة ومستحكمة لدرجة أن الناس ينظرون إليها على أنها منيعة ولا يمكن المساس بها؟ غير أنني لا أعتقد أن هذا يحدث على أرض الواقع من خلال الممارسة، بل إن الحقائق التي لا تتوافق مع مثل هذه النظريات يتم إخضاعها للمزيد من التمحيص الدقيق، ولكنها لو تجاوزت ذلك التمحيص، فحينئذ يمكن أن يقال إن النظرية

نفسها ربما تعاني من القصور. ومع ذلك، ليس هناك ما هو أكثر صراحة على ما يبدو مما قاله أينشتاين في هذا الأمر، ومرة أخرى تأمل هذا العبارة المنسوبة إليه: إن التجارب مهما كان حجمها لا يمكن أن تثبت لي أنني على حق، بينما نظرية واحدة فقط يمكنها وفي أي وقت أن تثبت لي أنني على خطأ. وهذه هي الرؤية التي تعرف بنظرية تكذيب الحقائق Falsificationism – وهي التي تؤكد على أن الدور المهم للحقائق ليس هو دعم النظريات، بل هو دحض هذه النظريات وإثبات عدم صحتها، حيث إن العلوم يمكن أن تتقدم بهذه الطريقة – وسنعود إلى هذه النقطة مرة أخرى في الفصول اللاحقة. أما الآن، دعنا نلاحظ كيف أن أينشتاين Einstein ناقض أو عارض نفسه! وهناك عالم آخر عظيم من علماء الفيزياء، وهو ريتشارد فينمان Richard Feynman، عبّر عما كان يعتقد أنه تفاعل بين النظرية والتجربة، على النحو التالي:

> اللعبة التي ألعبها شيقة للغاية. إنه التخيل في ظل قيود صارمة، وهي كما يلي: يجب أن أتفق مع قوانين الفيزياء المعروفة... إنها تتطلب التفكير فيما هو ممكن، ثم من بعد ذلك تتطلب التحليل والتحقق مما إذ كانت مناسبة، وما إذا كان مسموح بها، حسب ما هو معروف؟[5]

لنعد إلى سؤالنا عن كيفية عمل العلوم، وأفضل طريقة لفهم الموضوع بشكل جيد هي أن تنظر إلى الممارسة العلمية نفسها. وهذه بطبيعة الحال مسألة معقدة ومتعددة الوجوه، ولكن بدلاً من النظر إلى رأي العلماء حول الكيفية التي تعمل بها العلوم، يجب أن ننظر إلى ما يفعله هؤلاء العلماء. وهذا بدوره يثير سؤالاً آخر، وهو كيف يجب أن نفعل ذلك؟

بعض الفلاسفة وعلماء الاجتماع اقترحوا علينا أن نذهب إلى المعمل، لو أردنا أن نعرف كيف تعمل العلوم، أو إلى مكتب أحد المنظرين، للتعرف على

الكيفية التي تمارس بها العلوم. وهذا اقتراح طريف، فبعض علماء الاجتماع قد راقبوا دون شك بعض العلماء وهم يجرون التجارب في المعمل كما لو كانوا علماء حياة الإنسان (أنثروبيولوجيا) يراقبون طقوس وتصرفات قبيلة ما لديها ثقافة مختلفة تماماً عن ثقافتنا. وقد أصر علماء الاجتماع هؤلاء على أنهم ذهبوا بدون أي افتراضات مسبقة، أو أنهم قاموا بتدوين ملاحظاتهم كما لو كانوا لا يملكون أي افتراضات مسبقة حول العمل الذي يجري في المعمل.

ولكن هذا لا يعني شيئاً بطبيعة الحال، فالافتراضات المسبقة لا يمكن تركها على الباب، وحتى علماء حياة الإنسان لا يمكنهم فعل ذلك. وعلاوة على ذلك، الأسلوب الذي نتبعه في بحث واختبار الممارسات العلمية ربما يعتمد على الأسئلة التي نود طرحها. وكما سنرى لا حقاً، فإن السؤال الأساس الذي قمنا بطرحه هنا حول كيفية عمل العلوم، سيتم تقسيمه إلى عدة أسئلة: كيف يتم اكتشاف النظريات؟ وكيف يتم دعمها، أو تفنيدها، بالأدلة؟ ماذا تقول لنا هذه النظريات عن العالم، إن كان بوسعها أن تقول شيئاً؟ ما الأدوار التي تلعبها العوامل الاجتماعية والسياسية في الممارسة العلمية؟ فيما عدا السؤال الأخير، ليس من الواضح ما إذا كان مجرد مراقبة العلماء في مواطنهم الطبيعية يمكن أن يلقي المزيد من الضوء على هذه المسائل.

وأخيراً، أغلبنا ليس لديه الاستعداد ولا الوقت اللازم لاتباع هذا النهج (إن كنت ترغب في معرفة الكيفية التي تتم بها ممارسة مشابهة بواسطة أحد فلاسفة العلوم، قارن هذه الرواية مع فيلسوف مشهور من فلاسفة العلوم عن وقته الذي قضاه في معمل للعلوم ذي طاقة عالية في كتاب جيير Giere شرح العلم Explaining Science[6]، ربما تريد أن تسأل نفسك إلى أي مدى يمكن أن يقوم هذا بشرح الممارسة العلمية؟). وبدلاً من ذلك نبحث في الحالات الدراسية، بعضها مستمد

من تاريخ العلوم، وبعضها الآخر من دراساتنا الخاصة في دفاتر ملاحظاتنا وسجلاتنا وأوراق العلماء الذين يمارسون العلوم. وعلى أساس هذه الدراسة، يمكننا أن نصف على الأقل جانباً معيناً من جوانب الممارسة العلمية، ثم من بعد ذلك، يمكننا أن نبدأ في صياغة جواب للأسئلة المطروحة سابقاً.

ليس لدي الآن ما يكفي من الوقت للخوض في التفاصيل الدقيقة حول تلك الحالات الدراسية في هذا المقام، ولكن سأقوم باستدعاء بعض الحوادث المشهورة (وربما غير المعروفة) من الممارسات العلمية الحالية والسابقة لشرح الفكرة التي أريد توصيلها. وقد تشعرون بأن وصفي لهذه الأحداث ربما يكون خاماً أو غير متقن وغير مترابط أو ربما غير واضح بما يكفي لشرح الموضوع (وإنني متأكد من أن زملائي المتخصصين في تاريخ العلوم سيشعرون بذلك)، هذا جيد، وأتمنى عندما تشعرون بذلك، أن تتشجعوا لدراسة هذه الحالات الدراسية بأنفسكم، أو حتى يمكنكم أن تأتوا بحالات دراسية خاصة بكم. إن الادعاءات أو المزاعم التي أسوقها في هذا الكتاب، ليست جازمة أو حاسمة بأي حال، فهناك الكثير مما ينبغي عمله، وهناك الكثير من الأمور التي تحتاج إلى تطوير، وأتمنى من القراء والطلاب الذين يستخدمون هذا الكتاب أن يدلوا بدلوهم في الأمر ويضيفوا المزيد من أجل تطوير هذا العمل.

بقيت نقطة أخيرة قبل أن ننتقل إلى المواضيع نفسها، وهي أن البعض ربما يصر على أن السؤال المهم فعلاً ليس هو كيف تعمل العلوم، بل هو كيف يجب أن تعمل. وبعبارة أخرى، إن ما ينبغي أن يهتم به فلاسفة العلوم والمعلقون بشكل عام ليس هو مجرد الوصف لما يقوم به العلماء، وكيف توصلوا إلى نظرياتهم وقاموا باختبارها وما شابه ذلك، ولكن عليهم الاهتمام بتحديد ما يجب عليهم فعله، من خلال وضع بعض المعايير، مثلاً لما يمكن اعتباره علوماً جيدة.

ولسنوات عديدة، وخصوصاً في النصف الأول من القرن العشرين، كان يعد هذا هدفاً مقبولاً بالنسبة لفلسفة العلوم، حيث إن الكثيرين من الفلاسفة والمعلقين المتخصصين في العلوم كانوا يرون أنفسهم معنيين بما كان يعد علوماً جيدة، حتى لا يختلط بالعلوم السيئة أو المزيفة، وفي الاهتمام وبشكل فعال بتبصير المتخصصين في العلوم بما يجب عليهم فعله لكي ينتجوا علوماً جيدة. والآن ربما تقول وعلى الفور: "ما الذي يمنحهم الحق في ذلك؟" وعلى أي أساس يملي الفلاسفة وغيرهم (ولكن الفلاسفة على وجه التحديد) على المتخصصين في العلوم ما يجب عليهم أن يقوموا به في عملهم؟ ويمكننا، نزع فتيل هذه الأسئلة والتعبيرات الغاضبة بأن نتذكر أن العلوم، ولعدة قرون، لم تكن تعد من المعارف المنفصلة عن الفلسفة، ولذلك كانت تسمى "بالفلسفة الطبيعية"، وفي نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين فقط، بدأ يظهر التأثير الثقافي الهائل للعلوم، من خلال التقنية، بالإضافة إلى قدرتها التحويلية. وقد يبدو من المبالغة غير المتقنة، ولكنها على أي حال لا تبتعد كثيراً عن الحقيقة، أن نقول أنه بسبب إثبات العلوم قدرتها في ميدان الحرب، وفي تطوير أسلحة جديدة، ووسائل دفاعية حديثة وغيرها، بدأت الحكومات والسياسيون بشكل عام في التعامل معها بجدية وعلى أنها تستحق حصة مقدرة من التمويل.

ولو نحّينا الأثر التقني والمادي للعلوم جانباً، وتأملنا التحولات التصورية التي قامت بتعزيزها أو التغييرات التي حدثت في جميع أنحاء العالم، حتى هنا العلوم لم تكن تعتبر شيئاً مميزاً أو رسمياً أو موثوقاً. ويمكننا العودة إلى الوراء ونطلع على المناقشات الكبيرة التي دارت في القرن التاسع عشر بعد نشر نظرية داروين Darwin "أصل الأنواع Origins of Species" وهي المناقشات التي لا يزال يتردد صداها عبر السنين- لنرى كيف تعرض العلوم، أو هذا الجزء منها على الأقل، للهجوم. أو

خذ حادثة رمزية أيقونية في تاريخ العلوم في القرن العشرين –وهو ما سنعود إليه في الفصول اللاحقة– وهي ملاحظات عالم الفلك البريطاني إدينغتون Eddington عن انحناء ضوء النجوم حول الشمس، والتي أكدت ادعاء أينشتاين بأن المكان–الزمان يمكن أن ينحني وينحرف مساره بواسطة أجسام هائلة (كالنجوم). ولأسباب سأتعرض لها لاحقاً، هذا التأكيد الواضح ذو النظرية الفيزيائية التي تتسم بالصعوبة من الناحية الفنية والتصورية، قد أصبح الخبر الأكثر إثارة، حيث تصدر العناوين البارزة للصحف الرئيسية، ورفع مكانة أينشتاين من مجرد فيزيائي سويسري ألماني الأصل إلى ذلك الشخص ذي الشعر المجنون الذي يمثل العلوم بشكل عام. ومع ذلك، كانت نظريات أينشتاين تجد الرفض، عادة بشيء من السخرية، من الكثير من المعلقين (حتى المتخصصين في العلوم أنفسهم كانوا حذرين، والجدير بالذكر أنه لم يحصل على جائزة نوبل Nobel بسبب نظريته عن النسبية، ولكن عن عمل قام به في وقت سابق في الفيزياء الكمية). وفي عشرينيات القرن العشرين اجتمعت مجموعة من أشهر الفلاسفة، ونشروا كتيباً انتقدوا فيه نظريات أينشتاين بشكل واضح على أنها باطلة، وقالوا بما أن تصوراتنا عن المكان والزمان كانت مرتبطة بإطار عقلاني توصلنا من خلاله إلى فهم العالم، وفي ذلك الإطار فإن المكان والزمان ببساطة لا يمكنهما الانحراف. وأينشتاين نفسه لم يكن أكثر انزعاجا من هذه الادعاءات (حيث رد عليها بتعليقه المشهور الذي يتوافق مع المنهج التصنيفي الذي أشرنا إليه سابقاً، وقال لو كنت مخطئاً، فإن تجربة واحدة تكفي) بقدر ما كان منزعجاً من الهجمات المعادية للسامية من بعض المتعاطفين مع النازيين، ولكنها تفسر لنا أنه حتى ما نعتبره الآن تقدماً علمياً كبيراً، قد تمت مقاومته بل حتى رفضه في يوم من الأيام.

وفي هذا السياق، أخذت مجموعة معينة من الفلاسفة على عاتقها مهمة الدفاع عن العلوم، وذلك من خلال الإشارة إلى ما اعتبروه علوماً جيدة Good Science، واستخدموا ذلك لرسم الحدود التي تفصل العلوم عما أسموه ألعلوم المزيفة Pseudo Science (سنعود لهذا الموضوع في الفصول اللاحقة، ولكن الفلك يعتبر علماً، بينما يعتبر التنجيم من العلوم المزيفة)، وقاموا بوضع ما تم اعتبارها معايير للممارسة العلمية الجيدة. على أي شيء استندت هذه المعايير؟ حسناً، اعتمدت جزئياً على ما اعتبره أولئك الفلاسفة –أفضل الممارسات– بلغة اليوم؛ ولذلك، فإن نظرية أينشتاين وتأكيد إيدنجتون لها قد تجلت بوضوح في هذه التفسيرات كنماذج لهذه الممارسات، كما سنرى لاحقاً. ولكن معايير العلوم الجيدة قد تشكلت من خلال قيم شاملة بعينها تتعلق بالموضوعية والعقلانية بشكل عام، وهي نفسها مرتبطة بقابلية النظريات العلمية للاختبار.

ولكن، هناك بعض المشكلات المرتبطة بالدفاع عن الاعتقادات المتصلة بالموضوعية وقابلية الاختبار، هي التي دفعت الفلاسفة إلى الخروج من لعبة تفسير الكيفية التي يجب أن تعمل بها العلوم، والتركيز في وصف الكيفية التي تعمل بها. وحسب بعض المعلقين الجدد، أن هذا الأمر قد ترك فجوة هائلة في قدرة الجمهور الذي لا صلة له بالعلوم في ممارسة قدر من السيطرة على بعض الأجندة الخاصة بالعلوم، وتركوا الميدان مفتوحاً أمام الحكومات والشركات متعددة الجنسيات وما شابه ذلك. وفيما يلي أحد هؤلاء المعلقين الذي يأسى على فقدان عنصر معياري في هذه المناقشات:

> ...يجب على العلماء أن يكتسبوا الكفاءة في فن التفاوض الديمقراطي– وخصوصاً مع الجمهور الذي سيدفع التكاليف المالية ويتحمل الآثار النهائية لما خُصص له البحث. ولكن ربما الأكثر أهمية، أنه يجب على

العلماء أن يدركوا أن الأبعاد القيمية لنشاطاتهم التي لا تمتد فقط إلى كفاءة بحثهم في فعل الخير أو الضرر وحسب، بل تتجاوز ذلك إلى تكاليف الفرص البديلة التي تحملوها باتخاذ القرار بتمويل نوع معين من البحث على حساب نوع آخر- أو على حساب مشروع عام غير علمي ولكنه يستحق التمويل. وباختصار، من ضمن المسؤولية الاجتماعية للعلوم أن يرحب بمشاركة الجمهور في وضع أولويات أجندة البحث نفسها[7].

لن أستغرق هنا كثيراً في تفاصيل ذلك النقاش. ولكن، كل ما سأقوم به هو أنني سأحاول تسليط الضوء على جوانب معينة من الممارسة العلمية على أمل أن يقود هذا العمل إلى فهم أفضل للكيفية التي تعمل بها العلوم. وإذا كان كل من يقرأ هذا الكتاب، يجده مفيداً ويساعد في التفكير من خلال المواضيع التي تتعلق بتحديد الكيفية التي يجب أن تعمل بها العلوم، فذلك ما نسعى إليه.