الفصل الثاني

الاكتشاف
Discovery

عندما يفكر الناس في العلماء، عادة ما يضعون في أذهانهم صورة ذلك الرجل الذي يرتدي سترة بيضاء، وعندما يفكرون فيما يفعله العلماء، غالباً ما يعتقدون أنهم يقومون بإنجاز بعض الاكتشافات العظيمة، والتي قد يكافئون عليها بجائزة نوبل Nobel. إن الاكتشاف- لحقيقة ما، أو تفسير ظاهرة معينة، ومرة أخرى بعض النظريات والفرضيات، ينظر إليه على أنه يتربع على قلب الممارسة العلمية؛ ولذلك، فإن السؤال الأساس الذي سنحاول الإجابة عنه هنا في هذا الفصل هو: كيف يتم اكتشاف النظريات والفرضيات والنماذج العلمية وغيرها؟ دعونا نبدأ بالإجابة الأكثر شهرة وذيوعاً.

الرؤية المشتركة: لقد وجدتها (Eureka Moment)

يتم التعبير عن الإبداع في الرسوم الكرتونية من خلال مصباح يضيء فوق رأس البطل. ويُفترض أنه يمثل لمعان الإلهام أو انفتاح البصيرة. الاكتشافات العلمية هي الأخرى توصف بأنها تطرأ فجأة من خلال طفرة مفاجئة في الخيال،

إضاءة البصيرة. والمثال التقليدي الذي يتحدث عن أرخميدس Archimedes، ذلك العالم اليوناني العظيم الذي عاش في القرن الثالث قبل الميلاد، والذي اشتهر بقصته مع ملك سيراكيوز Syracuse عندما طلب منه أن يتحقق من إكليل أهدي إليه، هل هو من الذهب الخالص أم أنه مغشوش. (لقد كان الملك يرغب في أن يكرّس أو يوقف الإكليل للآلهة، ولم يكن في نيته بطبيعة الحال تكريسه إذا كان من أي شيء آخر غير الذهب الخالص، ونسبة لأنه كان يريد تكريس الإكليل وتقديسه، لم يكن بالإمكان فتحه أو تحليله). لقد كان وزن ذلك الإكليل يشبه وزن الإكليل الذي يصنع من الذهب الخالص، غير أن ذلك لم يكن كافياً بطبيعة الحال. ويقال إن أرخميدس كان في زيارة للحمامات العامة عندما لاحظ وهو يجلس في الحمام أن الماء يطفح، وكلما غاص في الحمام، زادت كمية الماء الذي يطفح من الحمام. وقد أدرك أن الماء المزاح يمكن أن يستخدم لقياس حجم الجسم المغمور في الماء، فإذا كان الإكليل من الذهب الخالص، فإن حجم الماء المزاح سيكون مساوياً لوزن جسم مساوٍ له من الذهب الخالص، ولكن إن لم يكن كذلك، وكان مغشوشاً بوزن مساوٍ من الفضة مثلاً أو الرصاص، وهي معادن تختلف في الكثافة عن الذهب، فإن الحجم سيكون مختلفاً. وفي تلك اللحظة، قيل أن أرخميدس قفز من الحمام وخرج يجري عارياً في الطرقات وهو يصيح "Eureka" أي وجدتها! (وعندما طبقت النظرية على الإكليل، تبين أن حجمه أكبر من حجم إكليل مساوٍ له من الذهب الخالص، وهكذا أعلن الملك أنه قد تعرض للغش).

قد تبدو هذه قصة قديمة، أكل عليها الدهر وشرب، غير أن البروفيسور ليسلي روجرز Lesley Rogers وهو عالم مشهور على مستوى العالم في مجال البيولوجيا العصبية (neuro-biologist)، يقول:

جاء أحد الزوار لمعملي وكان يقوم بعمل مسارات عصبية باستخدام الأصباغ الكاشفة، وخطر بباله أن يقول "حسناً دعنا نجرب ذلك". وبمجرد أن رأينا النتيجة، كان لسان حالنا يقول "وجدتها ...وجدتها". كانت فرصة- لقد حضر الرجل، وكان يبحث عن شيء مختلف كلياً، أعطيته مكاناً في المعمل، وحينها قررنا أن نواصل الموضوع، حتى اتضح الأمر بعد ذلك[٥].

وهناك مثال آخر بارز وهو لكاري موليس Kary Mullis، الذي فاز بجائزة نوبل في عام ١٩٩٣ لاكتشافه تفاعل البلمرة التسلسلي Polymerase Chain Reaction (PCR)، وهي تقنية تسمح لك بالتعرف على ضفيرة من الحمض النووي (DNA) والتي قد تكون مهتماً بها لتجعل منها عدداً كبيراً من النسخ، وبطريقة سهلة نسبياً (فعلاً أعنى أعداداً كبيرة، أي أن تحصل من جزئية واحدة على ١٠٠ مليار نسخة خلال ساعات قليلة). وهذه هي التي تقف وراء البصمة الوراثية Genetic Fingerprint والتي اشتهرت من خلال المسلسلات التلفزيونية CSI على سبيل المثال، وأصبحت تقنية معيارية في علم الأحياء الجزيئية، وقاد ذلك إلى عدد هائل من التطبيقات والنتائج البحثية الأخرى. وفيما يلي رواية موليس نفسه لقصة هذا الاكتشاف، حيث يقول إنه بينما كان يقود سيارته عبر سلسلة جبال شمال كاليفورنيا ورائحة زهور البوكية في الهواء، خطرت في عقله فكرة جديدة. يقول:

كانت الإطارات الأمامية الصغيرة لسيارتي الهوندا فضية اللون تقودنا عبر الجبال، وكانت يداي تتلمسان الطريق والمنعطفات، غير أن عقلي عاد أدراجه إلى المعمل، وسلاسل الحمض النووي ملفوفة تطفو، وصور الجزيئات الكهربائية الزرقاء والوردية المغرية تزج بنفسها بين عيني وبين الطريق الجبلي.

أرى الأضواء على الأشجار، ولكن الجزء الأكبر مني كان يراقب شيئاً آخر كان يتجلى أمامي، لقد كنت مستغرقاً في تسليتي المفضلة.

الليلة أطبخ؛ الإنزيمات والمواد الكيميائية، حيث أحتفظ بمكونات الطبخة في سيتس "Cetus" (المعمل الذي يعمل فيه)، فأنا طفل كبير يمتلك سيارة جديدة، وخزاناً مليء بالوقود. ولدي حذاء في مقاسي. ومعي امرأة نائمة إلى جانبي، وهناك مشكلة مثيرة، مشكلة كبرى في الرياح.

أي ذكاء هذا الذي يجب علي أن اخترعه هذه الليلة لقراءة تسلسل ملك الجزيئات؟

الحمض النووي DNA الكبير...

ثم من بعد ذلك يصف الموقف، من خلال التفكير في المسألة بطريقة الإجراء الرياضي المتكرر "reiterative mathematical procedure" الذي يساعده على إيجاد تسلسل محدد للحمض النووي DNA، أدرك أنه باستطاعته استخدام قطعة صغيرة من الحمض النووي DNA نفسه للقيام بذلك، ومن ثم البدء في عملية التكاثر أو إعادة الإنتاج، باستخدام الخصائص الطبيعية للحمض النووي ليضاعف نفسه، ثم بدأ المصباح يضيء في عقله....

قلت في نفسي فكرة جيدة، ثم ضغطت على دواسة البنزين، تقدمت السيارة نحو المنعطف إلى أسفل الجبل، انتبهت... فإذا بنا عند مؤشر الطريق ٤٦,٥٨ على الطريق السريع ١٢٨، وأصبحنا قاب قوسين أو أدنى من عصر تفاعل البلمرة التسلسلي PCR ... سأكون مشهوراً. سأفوز بجائزة نوبل.

وقد فعل[9].

هذه نظرة مثيرة للاكتشاف العلمي، وهي تنسجم مع الرؤى الشائعة عن الإبداع بشكل عام، والتي تقول إنه في النهاية ينتهي إلى لحظات "وجدتها" أو لحظة "تباً holly shit" الأقل كلاسيكية، وهي بشكل خاص تتسق مع رؤية فنية مشابهة، والتي تأخذ الفنان ليكون في قبضة هيمنتها الروحية التي تصيبه بإلهامها "المقدس". وهناك مثال آخر مشهور وهو موزارت Mozart، الذي جسد دور الرجل المتوحش الكريه والمسكون بالعبقرية والإبداع، في مسرحية وفيلم أماديوس "Amadeus"، الذي استطاع تأليف مقطوعة موسيقية بارعة حول موضوع الحسد القاتل لساليري Salieri الذي نذر نفسه لسنوات طويلة من أجل أن يتعلم حرفته. ومع ذلك، فإن موهبة الأخير في كل جسمه أقل من الموهبة التي كان يتمتع بها موزارت Mozart في أصبعه الصغير! هذه صورة خادعة، والجاذبية التي تتمتع بها ربما تساعد على تفسير لماذا يحرص العلماء أنفسهم على تقديم اكتشافاتهم في صورة "وجدتها" التي اشتهر بها أرخميدس.

وهذه النظرة للاكتشاف، تتسق أيضاً مع منهج راسخ تاريخياً للإبداع بشكل عام، ويعرف "بالنظرة الرومانسية".

النظرة الرومانسية للإبداع

فيما يلي عبارة تقليدية للفيلسوف الألماني العظيم إيمانويل كانت Immanuel Kant عن "النظرة الرومانسية":

حتى هذه اللحظة نحن نعتقد (١) أن العبقرية هي الموهبة، ولا يمكن تقديم قاعدة محددة لإبراز ذلك، فهي ليست مجرد القابلية لما يمكن تعلمه عادة؛ ولذلك فإن الأصالة يجب أن تكون من أولى خصائص العبقرية. (٢) ولكن طالما أنها يمكن أن تنتج هراءً مبتكراً، فإن منتجاتها يجب أن تكون نماذج يحتذى بها أو

مثالية، وبالتالي يجب ألا تخرج من إطار التقليد أو المحاكاة، ولكن يجب أن تستخدم كمعيار أو قاعدة للحكم بالنسبة للآخرين. (٣) لا يمكنها أن تصف أو تشير من الناحية العلمية إلى الكيفية التي تنتج بها منتجاتها، ولكنها تعطي القاعدة فقط، تماماً كما تفعل الطبيعة؛ ولذلك فإن المبدع الذي أتى بمنتج معين وهو يدين بذلك لعبقريته، هو نفسه لا يعرف كيف توصل إلى فكرته هذه، وهو كذلك لا يملك القدرة ليبتكر فكرة مماثلة بناء على رغبته أو وفقاً لخطة معينة، أو توصيل الفكرة من خلال نصائح معينة إلى الآخرين من أجل تمكينهم من إنتاج منتجات مشابهة[10].

هناك شيئان يمكن ملاحظتهما من خلال هذا الوصف. فهو أولاً يقرر أن الإبداع لا يرتبط بقاعدة محددة، أي أنه لا يمكن تحليله أو وصفه من خلال منهج بعينه. وثانياً، ونتيجة لذلك، حتى المكتشف نفسه لا يعرف كيف توصل إلى هذا الاكتشاف. وبعبارة أخرى، فإن الاكتشاف هو في النهاية شيء غير عقلاني irrational وغير قابل للتحليل.

هذه الفكرة الشائعة عن الاكتشاف تستخدم للتأسيس لفارق مهم، وهو الذي يساعدنا على ما يبدو في فهم الممارسة العلمية، وهذا هو الفرق بين السياق الذي يحدث فيه الاكتشاف، والسياق الذي يتم فيه التبرير، أو أثر الدليل.

سياق الاكتشاف في مواجهة سياق التبرير

تهدف هذه المقارنة إلى الفصل بين جانبين في الممارسة العلمية، وهما الجانب غير العقلاني والجانب الإبداعي، عن الجانبين الآخرين وهما الجانب العقلاني، وربما، الجانب الذي تحكمه القاعدة. فالأول يقع تحت ما يعرف بسياق

الاكتشاف، والآخر تحت "سياق التبرير". دعونا ننظر إلى هذا الفرق بشيء من التفصيل.

سياق الاكتشاف

بما أن الاكتشاف شيء "إبداعي" وغير عقلاني، فهو غير قابل للبحث من قبل الفلاسفة الذين يهتمون بما هو عقلاني في العلوم. وكما رأينا أعلاه، بناءً على النظرة "الرومانسية" فإن الأمر لا يتعلق بقاعدة محددة، ولكنه يرتبط بالموهبة والعبقرية، ولعله من المبالغة القول بأنه "غير قابل للتحليل"، بالرغم من أن علماء النفس كتبوا الكثير عن الإبداع وأصول العبقرية. علاوة على ذلك، هناك دليل على أن لحظات الإبداع على وجه الخصوص تحدث تحت ظروف معينة: من السكون والاسترخاء، مثلاً (تأمل أرخميدس وهو في الحمام أو موليس وهو يقود سيارته في الطريق السريع). هذه اللحظات ربما تكون قابلة للبحث بواسطة علماء الاجتماع (أو بواسطة استشاريي الأدوية في حالة موليس!)؛ ولذلك فإن سياق الاكتشاف يغطي هذه الجوانب من الممارسة العلمية عندما يحدث الاكتشاف – لحظة "وجدتها"، وقفزاتها الإبداعية، وإضاءة أو انفتاح البصيرة. ولا يمكن تحليل ذلك من وجهة النظر الفلسفية؛ لأن الفلسفة تهتم بما هو عقلاني، ولكن يمكن تحليله بواسطة علماء النفس وعلماء الاجتماع.

سياق التبرير

وهذا يهتم بالمميزات أو المقومات العقلانية للممارسة العلمية، وخصوصاً بالمواضيع التي تهتم بكيفية تبرير أو دعم النظريات بالأدلة، وهذا قابل للتحليل بواسطة الفلاسفة؛ لأنه يغطي ما هو عقلاني في العلوم. في الفصل الرابع، سنتناول التبرير ودور الدليل في العلوم، ولكن كل ما نود التأكيد عليه هنا هو الفرق بين

هذا السياق وسياق الاكتشاف. وفيما يلي وجهة نظر كارل بوبر Karl Popper، وهو أحد أشهر فلاسفة العلوم في القرن العشرين، حول هذا الموضوع:

... عمل العالم يتمثل في تقديم وطرح النظريات واختبارها.

المرحلة الأولية، وهي عملية تصور أو ابتكار النظرية، لا يمكن تسميتها كما يبدو لي، بالتحليل المنطقي ولا بالقابلية لهذا التحليل. والسؤال عن كيف تأتي الفكرة الجديدة للشخص- سواء كانت فكرة موسيقية أو نزاع مسرحي، أو نظرية علمية- قد تكون مثيرة للغاية بالنسبة لعلم النفس التجريبي؛ ولكن لا علاقة لها بالتحليل المنطقي للمعرفة العلمية... ووجهة نظري في هذا الموضوع... هي أنه ليس هناك منهج منطقي للحصول على فكرة جديدة أو إعادة بناء منطقي لهذه العملية. ويمكن التعبير عن وجهة نظري هذه بالقول: إن أي اكتشاف يحتوي على 'عنصر غير عقلاني' أو 'بديهة أو حدس إبداعي'...[11]

ويبدو هذا تمييزاً بديهياً إلى حد ما، وهو يتسق مع الوصف الأكثر شمولية للمنهج العلمي، والذي يعرف 'بالفرضية الاستدلالية hypothetico-deductive' أو'منهج الافتراض method of hypothesis'. دعونا نلقي نظرة على هذا المنهج.

التعليل بالفرضية الاستدلالية Hypothetico-Deductive Account

هذه الفرضية حصلت على اسمها على النحو التالي: لفظ افتراضي Hypothetico: يشير إلى الفرضيات التي تنشأ من خلال قفزات إبداعية، ولحظات 'وجدتها'، والرؤى التي تتكون تحت تأثير المخدر، أو ما شابه ذلك. ولفظ استدلالي Deductive: يشير إلى النتائج التجريبية التي يتم استنتاجها حينئذ من الفرضيات ويتم إخضاعها للاختبار التجريبي. وعبارة 'تم استنتاجها' هنا نقصد بها التقيد بالاستنتاج المنطقي، كما ورد في جميع كتب المنطق الجيد. وإذا ثبتت صحة هذه

النتائج، يقال إن الفرضية مؤكدة؛ وإلاّ، فقد تم تكذيبها. وكما أشرت، سنتناول هذا الجانب من الممارسة العلمية بمزيد من التفصيل في الفصل الرابع، ولكن فيما يلي إليك هذا المثال لتفسير ما أقصد:

نظرية الموجة الضوئية هي واحدة من أوجه التقدم العظيمة في العلوم، وقد افترضت هذه النظرية أن الضوء نوع من الحركة الموجية في وسط (يعرف بالأثير) مماثل للموجات المائية، والنتائج التي يمكن استنتاجها من هذه الفرضية هي أنه لو تم وضع جسم معين-مثلاً أسطوانة مسطحة ودائرية - في ممر الموجة الضوئية، ونظرنا إلى ظل الأسطوانة عن قرب، سنرى بقعة بيضاء (تشكلت هذه البقعة بواسطة الموجات الضوئية التي تدور حول حافة الأسطوانة وتخضع لتداخل بنّاء Constructive Interference حيث إن قمم الموجة تقوي بعضها بعضاً وتشكل قمة كثافة). وعندما تم ملاحظة هذه البقعة البيضاء، تم اعتبارها تأكيداً مهماً للفرضية واعتبرت نظرية الموجة مبررة.

والفرضية الاستدلالية hypothetico-deductive هي وجهة نظر مشهورة جداً عن كيفية عمل العلوم، وقد نالت حظاً وافراً من النقاش، وهي تتسق مع الرؤية الرومانسية للاكتشاف من خلال التأكيد على أن العلم يعمل من خلال وضع الفرضيات بطريقة إبداعية؛ ومن ثم يقوم بتبرير هذه الفرضيات من خلال اختبار نتائجها التجريبية، غير أنها تعرضت للانتقادات التالية:

١- ربما يكون هناك الكثير مما يمكن قوله عن الاكتشاف أكثر من مجرد القول بأنه يتطلب "قفزة إبداعية" فقط.

٢- الاختبار التجريبي يعني أكثر من مجرد الاستنتاج المباشر.

سنعود إلى الموضوع الثاني في الفصول اللاحقة، ولكن دعونا نتأمل الموضوع الأول بمزيد من التفصيل.

هل الإبداع مجرد خرافة؟

كان يُنظر إلى النظرة "الرومانسية" على أنها ضارة ومضللة. وفيما يلي إليكم ما قاله فيرابيند Feyerabend، عن هذا الموضوع وهو فيلسوف آخر مشهور، ولكنه متطرف جداً:

> إن وجهة النظر المغرورة التي يحملها بعض البشر بأن الموهبة الإلهية في الإبداع، يمكن أن تعيد بناء الكون حتى يتوافق مع أوهامهم بدون أن يستشيروا الطبيعة أو يسألوا بقية إخوانهم من بني البشر، لن تؤدي إلى مشكلات اجتماعية وبيئية هائلة وحسب، بل تنبني على مؤهلات مشكوك فيها، من وجهة النظر العلمية. يجب أن نعيد دراستها، مستغلين في ذلك إلى أقصى حد ممكن أشكال الحياة الأقل عدوانية التي أزاحتها[12].

حيث يركز فيرابيند Feyerabend هنا على النتائج الاجتماعية والسياسية واسعة النطاق لرؤية الإبداع هذه، ويمكننا أن نضيف إلى هذه الملاحظات الطريقة التي تشجع بها بعض المهووسين وغريبي الأطوار على أن يصروا على مزاعمهم بأنهم قاموا باكتشاف نظرية جديدة عن الظاهرة الكمية، أو الطبيعة الحقيقية للمكان والزمان، أو لمجرد إظهار أن أينشتين كان على خطأ (كثيرين من هؤلاء قد أسرفوا في النيل من أينشتين، إما بسبب مكانته كعالم فيزياء، أو بسبب بعض الدوافع التي تتعلق ببعض أشكال معاداة السامية). ومن خلال ملاحظتي الشخصية، يبدو الأمر بالنسبة لي أن أي مؤتمر عن الفلسفة العلمية أو أسس الفيزياء، يأتي بمجموعة خاصة به من المهووسين – ولسبب ما عادة ما يكون هذا المهووس من المهندسين أو من علماء الحاسوب، يتلهف لتقديم بحثه الهزيل

والمغشوش. وغالباً ما يقدمون إصرارهم، وقد قرأت أعمالهم التي يقولون فيها لقد طرأت لي فجأة، لقد تعرضت لانفتاح البصيرة، لقد كانت لحظة وجدتها الخاصة بي، وهلم جراً. ويبدو أن هؤلاء وجدوا طريقة ما للانحراف أو القفز فوق كل هذا العمل الجبار الذي يجري في الاكتشاف العلمي.

والآن ربما ترفض تعليق فيرابيند بحجة أنه لا علاقة له بالموضوع: لمجرد أن النتائج أو العواقب الاجتماعية لفكرة معينة غير مقبولة (لدى البعض) لا يعني أن الفكرة خاطئة. ربما يجب علينا أن نرغم أنفسنا على قبول هذه النتائج، لكن التعليق الأخير عن العمل الذي يستلزم ذلك، تعليق هام. ونحن نعلم أنه في كثير من الحالات أن الاكتشاف يعني أكثر من مجرد الانفتاح المفاجئ للبصيرة، والذي قد ينحرف بك عن الطريق الصحيح.

خذ أرخميدس على سبيل المثال، فهو لم يكن شخصاً متوحشاً أو معتوهاً، حينما قفز عارياً كما ولدته أمه، وبدأ يجري في الطرقات فرحاً باكتشافه الجديد. لقد كان عالماً رياضياً متقد الذكاء ومهندساً بارعاً لم يحقق عدداً من الإنجازات النظرية الهامة وحسب، بل قام بتصميم وبناء آلات الحرب للدفاع عن سيراكيوز Syracuse من القوات اليونانية الغازية (كمخلب أرخميدس Archimedes Claw)، وهي آلة إمساك ضخمة صممت للوصول إلى ما وراء جدران المدينة لقلب سفنٍ بكاملها، والمرايا الإهليلجية (Parabolic Mirrors) التي تقوم بتركيز أشعة الشمس وتشعل النار في السفن[13]. ومن ابتكاراته غير العسكرية، أنه قام باختراع مضخة أرخميدس Archimedes Screw وهي آلة لرفع الماء لا تزال تستخدم في بعض المناطق حتى الآن، كما قام بتأسيس عدد هائل من الاستنتاجات الرياضية الهامة. ولا شك في أن أرخميدس كان يفكر في الطريقة التي يتبعها للتوصل لتلك الاكتشافات، فهو بالفعل كتب أطروحة سميت المنهج أو الطريقة The Method بيّن فيها الطريقة التي

توصل بها لنتائج معينة مثلت تصوراً مسبقاً لاكتشاف علم حساب التفاضل والتكامل. غير أن المأساة الكبرى بطبيعة الحال، هي أنه بينما كان أرخميدس والجيش السيراكيوزي يساورهم القلق حول الدفاع عن مدينتهم من الغزو عن طريق البحر، نزل الرومان في أعلى المنطقة الساحلية وهاجموهم من الخلف. وقد وقع أرخميدس نفسه في يد جندي روماني بينما كان مشغولاً برسم نتيجة هندسية معقدة في الرمل بجانب الطريق. وعندما طُلب منه أن يتوقف عما كان يصنع ومرافقة الجندي، رد أرخميدس قائلاً "لا تفسدوا دوائري! Don't disturb my circles"، ثم قتل على الفور.

ومولیس كذلك، وكما قدم نفسه في سيرته الذاتية، لم يكن ذلك الرجل من كاليفورنيا الذي يحب المخدرات، أو أنه على الأقل لم يكن مدمن مخدرات، وهو أيضاً كان بارعاً للغاية في الكيمياء الحيوية وقد عمل لبعض الوقت في مسائل محددة تتعلق بمضاعفة الحمض النووي DNA. ولاشك في أن المبادئ الأساسية وراء تفاعل البلمرة التسلسلي Polymerase Chain Reaction (PCR)، قد تم وصفها سابقاً في عام ١٩٧١م بواسطة جيل كليب Kjelle Kleppe، الذي قدم عمله في وقت سابق أمام مؤتمر حضره (انتظر قليلاً...) أحد أساتذة موليس. علاوة على ذلك، زملاؤه في معمل Cetus شككوا في الادعاء بأن موليس كان المسئول الوحيد عن الموضوع، وقالوا إن العمل قام به فريق من الباحثين (وهو الأمر الذي رفضه موليس نفسه بشدة)، وهذا يفسر أن فكرة الباحث المنعزل الوحيد تصل إلى ما لم يصل إليه العلماء من قبل، وهذا لعله شيء من الخرافة. ويبدو أن كثيراً من المعلقين في العلوم يؤيدون هذه الخرافة، ولكن ربما يمكننا أن نضيف إلى النتائج السلبية التي تحدث عنها فيرابيند عن الفكرة الرومانسية، الفهم المشوه الذي تعززه حول عملية الاكتشاف. وقد قام عالم حياة الإنسان بول رابينو Paul Rabinow بدراسة حالة

موليس وخلص إلى ما يلي: "اللجان والمجلات العلمية أعجبت بفكرة ربط النظرية الفريدة بالشخص الفذ، وحيد عصره وفريد زمانه، أي العبقرية الفذة. غير أن تفاعل البلمرة التسلسلي Polymerase Chain Reaction (PCR) هو في الحقيقة أحد الأمثلة التقليدية للعمل الجماعي"[14].

والرأي القائل بأن الاكتشاف أكبر بكثير من مجرد انفتاح البصيرة يمكن تقديمه بالمزيد من التوضيح من خلال حالة إدوارد جانر Edward Janner، مكتشف لقاح الجدري. وقد يكون من الصعب هذه الأيام أن ندرك إلى أي مدى كان الجدري داءً مدمراً، وكم كان الناس مرعوبين من هذا المرض الذي كان يموت بسببه واحد من كل ثلاثة أطفال، وقضى على ١٠٪ من السكان (٢٠٪ من سكان المدن، حيث تنتشر العدوى بسهولة وعلى نطاق واسع). وبعد حملة استمرت عشر سنوات قامت بها منظمة الصحة العالمية، تم تسجيل آخر حالة لشخص يحمل المرض من خلال الانتقال الطبيعي في عام ١٩٧٧م، وفي عام ١٩٨٠م، أعلنت منظمة الصحة العالمية "انتهاء مرض الجدري". (العينات الأخيرة التي بقيت من فيروسات الجدري محفوظة تحت احتياطات أمنية مشددة في معملَيْنِ أحدهما في الولايات المتحدة والآخر في روسيا. ويطالب بعض أعضاء حملة مكافحة هذا المرض بضرورة القضاء على هذه العينات أيضاً، ولكن العلماء يصرون على أنه يجب الاحتفاظ بها للاستفادة منها في الدراسات المستقبلية). والأمر الذي ساعد على استئصال هذا المرض الرهيب- وكذلك العديد من الإنجازات الطبية التي تحققت حول الكثير من الأمراض- هو تقنية التطعيم، التي ابتكرها جانر.

وهناك لوحة شهيرة رسمت لجانر وهو يشبه تماماً الطبيب الريفي[15]. وحيث تُظهره اللوحة وهو متكئ بلا مبالاة على شجرة، وقبعته في يده، أمام منظر ريفي رائع على ما يبدو، وفي الخلفية المناظر الريفية والأبقار والحلابات (أي النساء

اللائي يعملن في مزارع الحليب). ولا يدل وجود هذه الأشياء في اللوحة على أن جانر كان يقف في فناء المزرعة عندما تم رسمه، أو لأن الرسام كان في نفسه شيء تجاه الحلابات، بل كنّ في اللوحة؛ لأن الحلابات أو العاملات في مزارع الحليب جزء مكمل لقصة الاختراع، وإليكم قصة الاختراع كما تروى عادة.

من خلال النظر إلى اللوحة، ربما يتبادر إلى ذهنك أن جانر كان مجرد طبيب ريفي بسيط كان يتمتع بعين ثاقبة. وأن الملاحظة، هي التي يشار إليها بأنها لعبت دوراً حاسماً في هذه القصة على وجه التحديد. فقد لاحظ جانر أن الحلابات لا يتعرضن في أغلب الأحيان للإصابة بمرض الجدري كما هو الحال بالنسبة لبقية الناس. فالحلابات، وكذلك غيرهن ممن يعملون مع البقر، يتعرضون عادة للإصابة بجدري البقر Cowpox، وهو مجرد التهاب فيروسي بسيط نسبياً، يمكن أن يصاب به الناس في بعض الأحيان، ويتسبب في قدر يسير من التعب. ثم استمر جانر حينئذ في متابعة الحلابات على مدى فترة زمنية بلغت أربع سنوات تقريباً، وتوصل إلى افتراض مفاده أن التلقيح بجدري البقر يمكن أن يحمي من مرض الجدري Smallpox. وذات يوم أثناء انتشار مرض الجدري، شكت له سارة نيلمز Sarah Nelms، وهي حلابة معاناتها من طفح جلدي في إحدى يديها. أكد لها جانر أنها مصابة بجدري البقر وليس مرض الجدري، واغتنم الفرصة وأخذ بعض الصديد من القرح الجلدي الذي كان في يدها، ثم قام بفركه في خدوش كانت في ذراعي جيمس فيبز James Phipps، وهو ابن المزارع الذي يعمل معه، وعمره ٨ سنوات. شعر الطفل ببعض الانزعاج الخفيف من جدري البقر، ثم تم حقنه بصديد مجفف من جرح بسبب الجدري. بقي جيمس على قيد الحياة وأصبح يتمتع بمناعة فعالة ضد الجدري. (ونتساءل اليوم عما كانت ستقوله اللجان الطبية حول طريقة جانر). وهكذا تم اكتشاف تقنية التطعيم (وتتكون العبارة من كلمة "vacca"

وتعني البقرة باللغة اللاتينية) وتأكد افتراض جانر. وليس من المستغرب أن يكون هناك شيء من المعارضة الأولية، فهناك فيلم كرتون جميل عن تلك الفترة يظهر الناس يتم تلقيحهم في عيادة الطبيب، ولديهم رؤوس وحوافر أبقار تنمو في رقابهم وأذرعهم[16]! ولكن في عام ١٨٥٣م، أصبح التطعيم إجبارياً بموجب قانون صدر من البرلمان، وبدأ العد التنازلي لمرض الجدري.

إن ذلك يوحي برؤية بديلة للاكتشاف، تستند إلى الملاحظة: فنحن نلاحظ العديد من الظواهر ذات العلاقة، ونستخدم ذلك كأساس نضع وفقه افتراضات معينة، والمنهج الذي نتوصل من خلاله إلى الافتراضات بهذه الطريقة، يسمى الاستقراء *Induction*.

التعليل بالاستقراء- منطق الاكتشاف؟

The Inductive Account- A Logic of Discovery?

دعونا نتأمل حالة بسيطة للغاية، تعرف بالاستقراء الحسابي، وهو يتعلق بشكل أساسي بمراقبة الأعداد المتزايدة للحالات.

تخيل أنك في يوم مشرق ومشمس وأنك تتجول في حديقة راوند هاي Roundhay Park، هنا في ليدز Leeds، ولاحظت وجود إوزة في البحيرة، ولاحظت أن الإوزة بيضاء اللون. ثم نظرت عبر البحيرة ورأيت إوزة أخرى على الجهة المقابلة وكانت هي الأخرى لونها أبيض. أعجبك المنظر!، عدت في اليوم التالي، عندما كان الجو ممطراً، ثم قمت بالمزيد من الملاحظات حول الإوز الأبيض، ثم تابعت ملاحظاتك في أيام مختلفة، في ظل أحوال مختلفة للطقس، كلما سنحت لك الفرصة وفي مواقع مختلف حول البحيرة. ثم قررت بعد ذلك توسيع دراستك للموضوع وقمت بملاحظات أخرى في مكان آخر، حيث ركبت القطار إلى حديقة

ألكساندرا Alexandra Park في مانشستر Manchester ورأيت هناك أعداداً كبيرة من الإوز، وكلها كانت بيضاء، ونفس الشيء في حديقة سانت جيمس St. James Park في لندن، ثم قررت أن تستفيد من رحلات القُطُر رخيصة الثمن وسافرت إلى أوربا إلى حدائق لوكسمبورغ Luxembourg Gardens في باريس- وحيثما ذهبت وفي ظل الظروف المختلفة، فإن جميع الإوز الذي رأيته كان لونه أبيض. وفي النهاية، وبناءً على هذه الملاحظات وصلت إلى الخلاصة التالية: جميع الإوز لونه أبيض.

يمكننا أن نضع تبريراً خيالياً على هذا الوضع ونقول إنك قمت باستقراء الفرضية القائلة بأن "جميع الإوز لونه أبيض":

الملاحظات: الإوزة رقم ١ بيضاء (عبارة مفردة)

الإوزة رقم ٢ بيضاء

.....

الإوزة رقم ٦٦٦ بيضاء

.....

الخلاصة: جميع الإوز لونه أبيض (عبارة شاملة)

هناك عدة أشياء يمكن أن تلاحظها في المخطط أعلاه. أولاً، أسميت العبارات التي تشير إلى الملاحظات بالعبارات "المفردة"، والخلاصة- الفرضية التي تم التوصل إليها- بالعبارة "الشاملة". فالعبارة المفردة هي إفادة حول شيء معين، ولنقل حادثة ما، تقع في مكان معين وزمن معين. بينما العبارة الشاملة بالمقابل، تعبر عن شيء يغطي جميع الأمكنة والأزمنة. والفرضيات العلمية، وخصوصاً تلك التي تعبر عن القوانين، تعتبر عادة شاملة بهذا المعنى، يجب أن نعود لهذا بعد قليل.

إذاً الفكرة العامة هي أن كل ما يفعله الاستقراء هو أنه يأخذنا من عدد من العبارات المفردة إلى العبارة الشاملة. قارن هذا مع الاستنتاج، الذي يمثل لب ما نسميه المنطق. وفيما يلي مثال عن الحجة الاستقرائية الصحيحة:

فرضية: 'جميع' البشر عرضة للموت (شاملة)
فرضية: ستيفن فرينش من البشر (مفردة)
الخلاصة: ستيفن فرينش عرضة للموت (مفردة)

انتقلنا هنا من العبارة الشاملة (التي يُعبّر عنها بكلمة 'جميع') إلى العبارة المفردة (بمساعدة عبارة أخرى مفردة). بينما من خلال الاستقراء، فالعكس هو الصحيح - أي من المفردة إلى الشاملة.

هذا يقودنا إلى النقطة الثانية في موضعنا هذا، والتي يمكن صياغتها في شكل السؤال التالي: كيف يتم الاستقراء؟ ربما تعتقد أن الأمر واضح إلى حد ما، وخصوصاً بالنظر إلى مثال الإوز الأبيض. وبعد أن تجولنا في جميع أنحاء أوربا وشاهدنا المئات وربما الآلاف بل حتى الملايين من الإوز، إذا كنا نشعر بشيء من الشك تجاه الإوز، وقد كانت كلها بيضاء، إذا ما هي الخلاصة الأخرى التي يمكن أن نستنتجها؟ لكن الأمر يستلزم قفزة معينة: مهما كان عدد الإوز الذي شاهدناه، إلاّ أننا لم نشاهده كله، ومع ذلك فإن افتراضاتنا تعود إلى جميع الإوز. ومرة أخرى قارن حالة الاستنتاج. ففي حالة المثال أعلاه، وهو مثال بسيط وواضح، ولكن يمكن اعتباره نموذجياً- فطريقة عمله واضحة إلى حد ما. والخلاصة مضمنة في الفرضية ولذلك كل ما نفعله هو أننا نقوم باستخلاصها: إذا كان ستيفن فرينش ينتمي إلى طبقة البشر (ربما يكون قابلاً للمناقشة، ولكن دعونا نتجاوز ذلك في

الوقت الحاضر)، وإذا كان جميع البشر عرضة للموت، فلابد على ستيفن فرينش حينئذ أن يكون عرضة للموت هو الآخر. إن ما تتعلمه في الدروس الأولى في علم المنطق هو القواعد والآليات المستخدمة في استخلاص الاستنتاجات من أنواع مختلفة من الفرضيات (المنطق الاستنتاجي يقوم بأكثر من ذلك، ولكن ليس كثيراً!). ولكن في حالة الإوز، فإن الخلاصة ليست متضمنة بشكل محدد في الفرضيات- بل تتجاوزها وتعود إلى جميع الإوز؛ ولذلك فإن الأمر هنا يكتنفه شيء من الغموض.

وهناك غموض آخر يظهر من خلال النقطة الثالثة في موضوعنا، حيث إن نتيجة الحجة الاستقرائية يمكن أن تكون خاطئة. تأمل: بعد السفر في مختلف أنحاء أوربا لمشاهدة الإوز، قررت أن تكون مغامراً إلى حد ما وأردت أن تتوسع في ملاحظاتك؛ ولذلك ستستقل الطائرة وتتجه إلى أستراليا، وهناك سترى الإوز الأسود الشهير في كوينزلاند Queensland، وحينها ستصطدم افتراضاتك الجميلة بأرض الواقع! (لم تكن مضطراً في واقع الأمر أن تتكبد مشقة السفر إلى أستراليا لمشاهدة الإوز الأسود).

ولدى بيرتراند راسل Bertrand Russell مثال آخر يصل إلى نفس النقطة بشكل جميل (ولو أنها تبدو مرعبة إلى حد ما، على الأقل بالنسبة لنا نحن معشر النباتيين): في أحراش نورفولك Norfolk هناك مزرعة لطيور الديوك الرومية (دجاج الحبش) turkey، وفي تلك المزرعة، وعلى العكس من جميع الأدلة التي لدى أي شخص تعامل مع الديوك الرومية المحلية، يوجد ديك شاب ذكي للغاية، وقد لاحظ هذا الديك الشاب أنه في الساعة الثامنة من صباح أحد أيام الإثنين تناول هو وزملاؤه وجبة جيدة من الطعام. لم يستعجل في استخلاص أي نتائج، احتفظ بالأمر في نفسه، واستمر في المراقبة، ليلاحظ أنه في كل يوم من أيام الأسبوع،

يتناول هو وإخوته من الديوك الرومية طعامهم عند الثامنة صباحاً. ومرة أخرى لا يرغب في أن يكون عجلاً ومندفعاً في الإعلان عن النتائج التي استخلصها، ويتحمل الوقت ويستمر في جمع الملاحظات، ليلاحظ أنه وتحت مختلف الظروف المناخية، في الأيام الدافئة، والباردة، والممطرة، والمثلجة، يتناول هو وبقية الجماعة طعامهم عند الثامنة صباحاً. ولكونه استقرائياً جيداً، يقوم بحشد مجموعته من الافتراضات الفردية، ومن ثم يقوم باستخلاص نتيجة مفادها أنه وإخوته الديوك الرومية يتناولون طعامهم عند الثامنة صباحاً. وهو بالفعل واثق من تلك الفرضية، حيث إنه عندما يعلنها أمام زملائه (الذين يردون عليه على طريقة الديوك الرومية، وهم يتجولون بلا هدف وأحياناً يضربون الأرض أو يضرب بعضهم بعضاً) يتنبأ بأن اليوم التالي سيتناولون طعامهم عند الثامنة صباحاً، ولكن لسوء الحظ، اليوم التالي هو يوم عيد الميلاد (أي بديل لعيد الشكر إن كنت أمريكياً).

دعنا مرة أخرى نقارن هذه الحالة مع حالة الحجة الاستقرائية، مستخدمين في ذلك المثال السابق. في حجة الاستنتاج الصحيحة، إذا كانت الفرضيات صحيحة (وهو ما يعني صحة الحجة). ولو نظرت إلى الخلاصة على أنها مستخلصة من الفرضيات، يمكن معرفة السبب في ذلك. ولكن الأمر مختلف بالنسبة للحجة الاستقرائية، وبصرف النظر عما إذا كانت جيدة (وهنا لا نستخدم المصطلح 'صحيحة')، وبصرف النظر عن عدد الملاحظات التي أجريتها، ومهما كانت الظروف التي جرت فيها هذه الملاحظات، فإن صحة العبارات التي تعبر عن كل هذه الحقائق لا تضمن صحة الخلاصة. حيث إن عبارات الملاحظة التي أشرنا إليها سابقاً كلها منفردة، بينما الخلاصة شاملة، تتجاوز مجموعة العبارات المفردة، مهما كثر عددها؛ لذلك فإن احتمال أن تصبح الخلاصة خاطئة سيكون وارداً على الدوام. فحتى لو لم يكن هناك إوز أسود في أستراليا، فربما يكون موجوداً في مكان

آخر، ولا يمكنك أن تتيقن تماماً من أن فرضياتك صحيحة، على الأقل ليس بنفس درجة يقينك من خلاصة الحجة الاستقرائية الصحيحة، إذا كانت الفرضيات التي بنيت عليها صحيحة.

والآن أحد الأجوبة ربما يقول إن على الإوزة أن تكون بيضاء حتى تكون إوزة؛ ولذلك فإن الخلاصة يجب أن تكون صحيحة. وبعبارة أخرى، يمكن أن يتضمن تعريف الإوزأن يكون له ريش أبيض. وحينئذ ستصبح خلاصتنا لا أهمية لها. وستتساءل على أي أساس تصبح خلاصة، طالما أنه يتم تعريف الإوز على أنه مجرد طائر أبيض له مقاس معين وشكل معين ومنقار معين وهكذا، وحينئذ لا حاجة إلى أن تقوم بأي ملاحظات لكي تكتشف أن جميع الإوز لونه أبيض! الفرضيات تصبح صحيحة بالتعريف، مثل أن تقول جميع العزاب غير متزوجين، باستخدام مثال تقليدي من الفلسفة.

وعوضاً عن ذلك، يمكننا القول بالرغم من أن خلاصة الحجة الاستقرائية ليست صحيحة، اعتماداً على عدد كافٍ من الملاحظات المختلفة، إلاّ أننا يمكن أن نقول إنها ربما تكون صحيحة. يبدو هذا معقولاً: في حالة فرضيات الإوز الأبيض، حيث إنه كلما زاد عدد الإوز الذي تراه، وتحت ظروف مختلفة، زاد احتمال صحة الفرضية، وهذه في الواقع هي الطريقة التي ظل يتعامل بها كبار فلاسفة العلوم مع الاستقراء طيلة المائة سنة الماضية أو نحوها، ولكن بالرغم من أنها تبدو منطقية من حيث المبدأ، لا يحتاج المرء إلى الكثير من التفكير حتى يدرك أن الأمر صعب للغاية. كم هو عدد الملاحظات التي يجب أن تجريها حتى تصل إلى احتمال أن الفرضية صحيحة بقدر معين؟ بعد ذلك يبدو أن هناك بعض الحالات التي تتطلب ملاحظة واحدة: خذ مثلاً الفرضية النار تحرق! وحتى بعد أن حددت القدر الذي توصلت من خلاله إلى وضع الاحتمال في كل ملاحظة في الحالات السابقة كحالة

الإوز الأبيض، بالتأكيد ستأتي نقطة تناقص الغلة Diminishing Returns. فبعد أن رأيت مليون إوزة بيضاء، هل القول بصحة الاحتمال القائل بأن 'جميع الإوز لونه أبيض' سيستمر بنفس القدر لو قمت برؤية مليون إوزة أخرى؟ من السهل أن تلاحظ أن الفكرة المعقولة سرعان ما تتحول إلى معقدة.

ولكن لعله من المناسب أن نستمر، حيث إن نقاشنا حول كيفية دعم احتمال صحة الفرضية، وإلى أي مدى يمكننا أن ندعم هذا الاحتمال من خلال ملاحظاتنا التي تصلح للتبرير أكثر منها للاكتشاف، وسنعود مرة أخرى للأول في فصول لاحقة.

دعنا مرة أخرى نتأمل الزعم القائل بأن الاكتشاف في العلوم يتقدم بالملاحظة والاستقراء. ويتوافق هذا الوصف بشكل جيد مع وجهة النظر التي ذكرناها في المقدمة، وهي أن العلوم تستند إلى الحقائق، وعبارة 'يستند إلى' في هذا السياق تعني 'اكتشف بواسطة' أو نحو ذلك. (وطبعاً، هناك أسئلة أخرى يمكن طرحها، مثل: ما الذي يعتبر 'حقيقة'؟ إلى أي درجة هذه الحقائق مثبتة؟ سنعود لهذا الموضوع في الفصلين الرابع والسادس).

والآن، كيف يمكننا أن نعرف بأن ادعاءنا صحيح؟ وبعبارة أخرى، كيف نعرف بأن الاكتشافات العلمية تتحقق من خلال الملاحظة بالإضافة إلى نوع من الحجة الاستقرائية؟ حسناً، ربما تقولون، الأمر واضح: يمكننا أن نعود إلى تاريخ العلوم ونمر عليها حالة تلو الأخرى حتى نعرف كيف توصل العلماء إلى اكتشافاتهم من خلال الملاحظات. وعليه، فإن الحجة التي ندعم بها حجتنا، ربما تكون قريبة مما يلي:

الحالة ١: الفرضية ١ تم اكتشافها من خلال الملاحظات

الحالة ٢: الفرضية ٢ تم اكتشافها من خلال الملاحظات

الحالة ٣٤٧٨: الفرضية ٣٤٧٨ تم اكتشافها من خلال الملاحظات

الخلاصة: جميع الفرضيات تم اكتشافها من خلال الملاحظات

هل يبدو هذا عادياً؟ يبدو أننا ندعم زعمنا القائل بأن الاكتشاف يتم بالاستقراء، باستخدام نوع من الحجج الاستقرائية. غير أن الفلاسفة سيشعرون بالقلق إذا ما تم استخدام مناورة كهذه لتبرير الاستقراء كوسيلة جيدة للتبرير، بينما المناورة تقوم فقط بتبرير الادعاء باستخدام الاستقراء نفسه! وطبعاً خلاصة الحجة السابقة لم يعد من الممكن ضمان صحتها أكثر من أي حجة استقرائية. وقد جئنا في الواقع بأمثلة مضادة للادعاء القائل بأن الاكتشاف يستند إلى الملاحظات.

دعنا نعود قليلاً إلى حالة جانر. أولاً، لم يكن جانر مجرد طبيب عائلة بسيط قام بسلسلة من الملاحظات، ولكنه كان ذكياً. فقد تدرب على الجراحة منذ أن كان في الثالثة عشرة من عمره، وعندما بلغ الحادية والعشرين من العمر تتلمذ على يد جون هنتر John Hunter في لندن، وهو عالم تجريبي مشهور كان عضواً في الجمعية الملكية. (جانر نفسه تم ترشيحه في النهاية لعضوية الجمعية، ليس بسبب ما قام به في الجدري، ولكن بسبب دراسته لحياة طائر الوقواق Cuckoo! وادعائه بأن فراخ الوقواق وليس الطيور البالغة هي التي تدفع بيض الطائر خارج العش، لم يتأكد هذا الادعاء إلاّ في القرن العشرين مع ظهور تصوير الطبيعة). وعلاوة على ذلك، فإن جانر، كغيره من الأطباء في ذلك الوقت، كان يدرك بشكل تام تقنيات التطعيم والحقن باستخدام فيروس الجدري، حيث يتم من خلال هذه العملية بأخذ بعض الصديد المجفف من الجروح التي يسببها الجدري ويتم حقنها على الجلد أو نفخها عبر الأنف. وقد انتقلت هذه التقنيات من الصين إلى أوربا عبر تركيا، وبالرغم من أن هذه التقنيات وفرت قدراً من الحماية، ولكن لو بقيت بعض الأشكال السامة

من الفيروس في الصديد، لأدى ذلك إلى نتائج مدمرة. وجدير بالذكر أن جانر نفسه تعرض للجدري عندما كان تلميذاً يدرس في المدرسة وقد عانى من ذلك كثيراً، ولم ينس تلك التجربة القاسية.

ولذلك، الموضوع كان أكبر من مجرد ملاحظات حذرة. وكان هناك على وجه الخصوص قدر كبير من المعلومات حول ما يمكن أن تقدمه الحماية من مرض الجدري، ومعلومات كثيرة بشكل خاص عن تأثير جدري البقر. وربما الشيء الأكثر أهمية هو أن ما لدينا هنا ليس مجرد قفزة استنتاجيه نصل من خلالها إلى فرضية بعد عدة ملاحظات، ولكنه شيء أكثر تعقيداً، تلعب فيه الملاحظة دوراً هاماً، غير أن هناك عوامل أخرى مثل المعلومات العامة، تلعب هي الأخرى دوراً لا يستهان به. وهناك بالفعل إحساس يجعلنا نقول إن التطعيم كآلية هو سليل ممارسة تتم ببساطة أكثر لعملية الحقن، وأن فرضيات جانر قد بنيت على ادعاءات سابقة –ربما لم تتم دراستها بشكل مفصل– تقول إن عملية الحقن بالصديد المجفف الذي يؤخذ من جروح الشخص المصاب بالجدري تقي من المرض.

وسنتعرض في الفصل التالي للفكرة القائلة بأن الاكتشافات في العلوم ليست في العادة مجرد حوادث منعزلة، ولكنها قائمة في سياق معين وتفهم على أنها مواصلة لعمل قد بدأ في وقت سابق.