في الثقافة العلمية

جدلية "الموضوعية" وأسطورة الطريقة العلمية: نحو نظرة تكاملية بين العلوم والفنون

نادر وهبة

«العلوم بالنسبة لي عملية استقصاء، أضع خلالها الطالب في عملية ممنهجة تبدأ من تدوين دقيق لما يلاحظه الطالب، يليها فرض فرضيات، ثم تجربة للتحقق من الفرضيات وجمع البيانات وتحليلها بهدف الخروج بمعرفة علمية أو بنظرية ما».

معلم علوم في مدرسة فلسطينية

«أهدف من العلوم أن أعلم المبادئ والقوانين من جهة، والمناهج العلمية من جهة أخرى عبر الاستقصاء».

معلمة علوم في مدرسة فلسطينية

لقد مرت المسيرة التربوية في فلسطين بالعديد من التقلبات والتحديات، وكان أحد تلك التحديات تطوير نظام تعليمي قادر على مواكبة التغيرات في المعرفة، وفي الوقت نفسه تقديم تعليم ذي مستوى نوعي. ومنذ تأسيس وزارة التربية والتعليم الفلسطينية، والحاجة إلى تطوير قدرات المعلم الفلسطيني وتمكينه في اطّراد مستمر، حيث بدأت بتطوير المناهج الفلسطينية التي نتج عنها كتب دراسية في مواضيع مختلفة، رافقها عملية "تدريب" المعلمين على تنفيذ المنهاج والمواضيع المطروحة داخل الكتب المدرسية. ومن حين إلى آخر، كانت تدخل علينا مفاهيم وتقنيات بحكم اللجوء إلى خبراء تربويين من الخارج، وإلى مصادر ومراجع أجنبية يبدو أنها لاقت مكاناً لها بأريحية في الوسط التربوي الفلسطيني، بدعوى أنها كانت مفاهيم وتقنيات وطرقاً ناجحة في المجتمع الغربي.

أريد في هذه المقالة أن أركز على موضوع العلوم وعلى جزئية بيداغوجية أصبحت في "الوعي الباطني" لمعلمي العلوم، حتى أضحت ممارسة تلقائية لاواعية أو "هابيتوس" بحسب بورديو، ألا وهي مفهوم الاستقصاء.

لا أريد أن أتحدث عن كيفية تحول هذا المفهوم إلى ممارسة على المستوى الصفي، فبرامج التأهيل في موضوع الاستقصاء والمصادر المترجمة عن هذا المفهوم لا تحصى، ورسائل الماجستير التي تخرج من جامعاتنا الفلسطينية عديدة، وتؤكد على أهمية الاستقصاء في عملية تعلم العلوم. لكن ما أريده هو تفكيك هذا المفهوم البيداغوجي تاريخياً وفلسفياً، لمساءلة شرعيته في حقل العلوم الطبيعة، وفي عملية إنتاج المعرفة العلمية.

وإذا ما تأملنا قليلاً في تلك الممارسات المتعلقة بالاستقصاء في صفوفنا "إن وجدت"، نجدها ممارسات تقنية آلية مجردة من روح الاستقصاء الفعلي- تلك العمليات الذهنية التي يتحاور عبرها الطالب مع الظاهرة بإشراك حواسه وخياله وما يحمله من خلفية ثقافية ومعتقدات وميول. فالاستقصاء في مدارسنا ما هو إلا عملية إقصاء للظاهرة العلمية وعزلها عن النوازع والميول الشخصية، والإدعاء بأننا نستطيع الوصول إلى "الحقيقة" عبر سلسة من التقنيات تبدأ بالمشاهدة أو الحواس، وتنتهي بمعرفة علمية. وما يقود هذه العملية أسطورتان: الأولى "موضوعية العلوم"، والثانية "الطريقة العلمية"، أسطورتان أثبت مؤرخو العلوم أن العلوم وعملية إنتاج المعرفة العلمية بريئتين منهما.

أنطلق في هذه الورقة من وجهة النظر التي تقول إن عملية إنتاج المعرفة العلمية من قبل العلماء- وأقصد بالمعرفة العلمية هنا النظريات، والقوانين، والمبادئ، والتصنيفات في حقول العلوم المختلفة- ما هي إلا عملية منقادة بالنوازع الشخصية والأيديولوجيا الفكرية والسياسية، والأنماط الفكرية والانتماءات العلمية للعلماء، وهي جوانب إنسانية وثقافية واجتماعية تدخل في صناعة العلوم. كما أجادل أيضاً أن عملية ما يسمى بـ"الاكتشافات العلمية"، وبخاصة ما يتعلق بالنظريات الجديدة منها، ما هي إلا عمليات إبداعية مسندة بالتخيلات العقلية لتفسير ظواهر طبيعية معينة. بالتالي، فإن قضية اعتبار العلوم موضوعية وبريئة من النوازع الشخصية، وأنها تعتمد على الطريقة أو المنهج العلمي للتوصل إلى الحقيقة، قضية مشكلة، لا بد من إبرازها ومحاورتها.

ولا بد من أن يقودني هذا الموضوع إلى الحديث عن الجدل التاريخي- الفلسفي المتعلق بطبيعة المعرفة العلمية، وعلى وجه الخصوص الجدل بين مدرستين فكريتين متناقضتين؛ الأولى المدرسة الواقعية التي تعتبر المعرفة العلمية حقيقة موجودة خارج كياننا وقدراتنا ونوازعنا وتفكيرنا، وبالتالي لا بد من الاجتهاد بطرق مختلفة للوصول إليها، والثانية المدرسة النسباوية التي تعتبر المعرفة نتاجاً إنسانياً-اجتماعياً، وتؤمن بأن الحقيقة نسبية وتعتمد على السياق والتاريخ والثقافة. وقد وصل هذا الجدال في العلوم أعلى مستوى له في فترة الستينيات، وبلغ في كثير من المراحل مستوى الصراع المحتدم عبر الكتب والمؤتمرات العلمية والدوريات المتخصصة. لكن بعكس الصراعات الهدّامة، فإن هذا الصراع جاء ليلقي

الضوء على طبيعة العلوم وطبيعة إنتاج المعرفة العلمية داخل مختبرات العلوم، وطبيعة عمل العلماء في ميادينهم المختلفة. ولا بد لي هنا من أن أبدأ بأفكار الفيلسوف "النسباوي" ثوماس كون، وبخاصة تلك التي جاءت في كتابه **بنية الثورات العلمية** [1] العام 1962، والتي كانت بمثابة ضربة موجعة لأصحاب الفكر والمنهج الواقعي، وعلى رأسهم الفيلسوف كارل بوبر.

أسطورة "الطريقة العلمية" ومفهوم جديد لـ "الاكتشافات العلمية"

الفكرة الأساسية التي جاء بها ثوماس كون هي أن العلوم -كسائر الحقول المعرفية الأخرى- تقاد بالنوازع الشخصية، والأيديولوجيا الفكرية والسياسية، والأنماط الفكرية، والانتماءات العلمية للعلماء، وبالتالي فإن فكرة أن العلوم هي موضوعية، وأنها تعتمد على الطريقة أو المنهج العلمي للتوصل إلى الحقيقة، أصبحت من وجهة نظر كون فكرة مشككاً فيها. وربما لم تكن أفكار كون بحديثة، فقد تحدث بيرس عن ذاتانية العلوم رداً على بيكون الذي كان يؤمن بأن العلوم تعتمد على المشاهدة الموضوعية البريئة، وهي بالتالي خالية من أية تحيزات. لكن ما يميز أفكار كون أنها اعتمدت على تاريخ العلوم وعلى سوسيولوجيا إنتاج المعرفة عبر التاريخ، حيث عرض كون تاريخ تطور بعض النظريات التي تعتبر من أهم النظريات التي أثّرت على تفكيرنا وعلى أنماط حياتنا، وهي: نظرية مركزية الشمس مقابل الأرض، النظرية الجزيئية مقابل نظرية الفلوجستون، ونظرية القوى المؤثرة على الجسم مقابل النظرية الأرسطية في القوى الكامنة داخل الأجسام، وأخيراً نظرية الأشعة السينية ونظريات الكهرباء. فمن خلال هذه الأمثلة، استطاع كون أن يعطي معاني جديدة لمفاهيم وأدوار كانت وما زالت سائدة منذ عصرنا هذا؛ مثل مفهوم «الاكتشافات العلمية»، ودور «الصدفة»، و«حل المشكلات» في العلوم، ومفهوم «المعضلات» وآلية التعامل معها من قبل العلماء في سياقات مختلفة، ومفهوم «الطريقة العلمية» ودورها، وطبيعة النظرية مقابل القانون، ودور «المجمع العلمي»، ومفهوم «الاستقصاء»، وغيرها.

وتتلخص أفكار كون في أن من يراجع تاريخ تطور العلوم والثورات العلمية المهمة، يجد أنها تحدث عبر حلقة تتكون من مرحلة «العلوم العادية» -يعمل خلالها العلماء ضمن نظرية ما أو إطار فكري معين يقود معظم ممارسات العلماء أو ما يعرف حسب كون بـ«البراديغم»- ويتبعها فترة «العلوم غير العادية» التي يحدث خلالها ثورة أو انقلاب على النظرية السائدة، سببها تراكم المعضلات (أو ظاهرة عدم التوقع حسب ترجمات أخرى) داخل البراديغم السائد، وتتجمع النتائج التجريبية التي تناقض النظرية، وهنا يصاب البراديغم السائد بنكسة في التفكير العلمي، الأمر الذي يولد نواة لنظرية جديدة أو براديغم جديد، يقود العمل في العلوم. ويستمر البراديغم الجديد في التنامي، ويجمع المؤيدين له من العلماء، إلى أن يصل مرحلة عمرية يعمل خلالها العلماء من جديد ضمن مرحلة «علوم عادية»، وهكذا تستمر الحلقة. ويدعي كون أن الثورة العلمية التي تحدث بعد فترة «العلوم العادية» هي تحول غير مرئي يحدث فجأة على نظرة العالِم إلى العالَم، أو الظاهرة تماماً كالتحول الجشتالطي في علم النفس. ويدعم كون أقواله بأمثلة من تاريخ العلوم، أهمها ما جاء في كتابه الثورة الكبرنيكية، [2] الذي يعرض فيه السياق التاريخي والاجتماعي والسياسي، بما فيه النزعات الشخصية والمعتقدات الدينية لتطور نظرية كبرنيكوس المتعلقة بمركزية الشمس بدلاً من الأرض حسب النظرية الأرسطية السابقة.

وما يميز البراديغمات المتنافسة -حسب كون- أنه لا يوجد بينها لغة تفاهم مشتركة، وبالتالي يستحيل مقارنة براديغم معين بآخر، وهو ما عرّفه كون باللاقياسية. وهنا يتجلى مصطلح «الثورية» لدى كون، فالعلوم بطبيعتها ثورية وليست تراكمية كما كان ينظر لها نظيره بوبر؛ فالثورة العلمية لدى كون أشبه ما تكون بالثورة العسكرية أو الانقلاب السياسي في الدولة؛ بمعنى أن لكل نظام أحكامه ومفاهيمه وقوانينه ومنهجياته التي تقود عمله. إلا أن التحول الثوري في المعرفة العلمية وعملية ظهور براديغم جديد، إنما ينطوي في داخلة ذلك الجانب السيكولوجي للعالِم، وهو جانب يدعي كون أنه يحصل للعالِم أثناء التفكير العميق بتزامن تراكم معضلات في النظرية السابقة. فالتحول هنا عند كون أشبه ما يكون بتحول ديني، الأمر الذي أثار سخط العلماء الذين كانوا يؤمنون بأن العلوم والممارسة العلمية هما أبعد ما تكونان عن الدين. وكان أكثر الساخطين على كون فلاسفة العلوم أصحاب المنهج الوضعي، الذين كرسوا حياتهم في وضع حدود وفواصل تُعرف الممارسات العلمية عن الممارسات الميتافيزيقية مثل التنجيم، فكيف يأتي شخص مثل كون ليدعي أن التحولات العلمية الشهيرة التي ساهمت في تطور البشرية، ما هي إلا تحول ديني؟

لكن ما يهمني هنا هو طبيعة عمل العلماء في مرحلة «العلوم العادية» حسب تصنيف كون. فكيف يختلف عمل العلماء في هذه المرحلة منه عن مرحلة «الثورة العلمية»؟ لنأخذ مثالاً عرضه كون في كتابه ويتعلق بنظرية أرسطو في تفسير حركة الأجسام. يقول كون إن النظرية الأرسطية مثلاً قادت معظم العلوم والممارسات العلمية من تجارب وأبحاث فيما يتعلق بالأجسام المتحركة لمئات السنين وشكلت إطاراً فكرياً أو براديغم أطلق عليه كون براديغم أرسطو. وكانت الظواهر حسب كون تخضع لهذا البراديغم ولتلك التفسيرات التي تتوافق مع نظرية أرسطو، حتى أن المعضلات التي كانت تواجه هذه النظرية كانت إما أن تطوع للبراديغم نفسه باللجوء إلى تفسيرات أو معادلات معينة تفسرها، وإما يتم إهمال المعضلة بالكامل. فمثلاً، يقول كون إن ما أتاح لبراديغم القوة الدافعة -وهي نظرية منافسة لنظرية أرسطو حول حركة الأجسام- أن ينمو وسط براديغم أرسطو هو تراكم المعضلات في هذا البراديغم الأخير. فإذا كانت الأجسام حسب

النظرية الأرسطية تتحرك لهدف طبيعي؛ أي أن الأجسام تتحرك لسبب ما إرادي وتلبية لمتطلبات الطبيعة بهدف الوصول إلى أماكنها الطبيعية، فكيف يمكن تفسير حركة المقذوفات مثل الرمح الذي ينطلق إلى أعلى بعد إزالة القوة عنه؟ وكيف يمكن تفسير حركة الأجسام المتأرجحة؟ أسئلة كانت تطرح يومياً وتشكل تهديداً لبراديغم أرسطو. في فترة ما، كان باستطاعة أصحاب المدرسة الأرسطية أن يخضعوا المعضلات لقوانينهم. فمثلاً، استطاع أتباع فكر أرسطو أن يفسروا ظاهرة المقذوفات بوجود فراغ حول السهم أو الرمح المقذوف يتولد بفعل أداة القذف قبل الإطلاق. وبما أن الفراغ ظاهرة غير طبيعية بناء على مبادئ النظرية الأرسطية، فإن الهواء يسارع في تعبئة الفراغ خلف الرمح، ما يدفع الرمح إلى الاستمرار في الارتفاع حتى انتهاء جميع الفراغ المتولد خلفه، وعندها فقط يعاود الرمح إلى النزول نحو مبتغاه؛ أي إلى الأرض. لكن ومع تراكم المعضلات، لم يستطع براديغم أرسطو من الصمود، ما أدى إلى تولد براديغم مناهض بمبادئ مختلفة وبنظره إلى الظاهرة نفسها بإطار نظري مختلف.

من خلال المثال السابق لبراديغم أرسطو، استطاع كون أن يظهر خصائص عمل العلماء ضمن البراديغم الواحد في إطار مرحلة «العلوم العادية». يقول كون إن عمل العلماء في هذه المرحلة ليس إلا حل أحاج أو مشاكل عبر خطوات عرفها العلماء بخطوات المنهج العلمي. ويضيف كون أن عملية حل أحجية أو مشكلة علمية ما بحاجة إلى توفر مصادر تتألف من «شبكة قوية من الالتزامات – الفكرية، والنظرية والأداتية، والمنهجية».[3] لذلك، تعتبر عملية حل الأحاجي والمشاكل ضمن مرحلة العلوم العادية هي عملية مضللة على حد قول كون. فالمعضلات التي لا تتوافق مع الالتزامات النظرية؛ إما أن تطوع للنظرية أو البراديغم (مثل ظاهرة المقذوفات في نظرية أرسطو) وإما تهمل تماماً. ليس ذلك فحسب، بل إن العلماء ضمن الاتحاد العلمي الخاص بالبراديغم الواحد يدربون العلماء الواعدين (الطلبة في الجامعات مثلاً) على تقديس الالتزامات الفكرية والنظرية السابقة، ويورثونهم الالتزامات الأداتية والمنهجية، التي تتمثل بطرق استقصاء ممنهج، ووصفات لعمل التجارب والأدوات المستخدمة. أما أولئك الذين رأوا في المعضلات المتراكمة للبراديغم السائد أسباباً لانهياره كانوا يعملون في الخفاء، وكثيراً وما كانوا يواجَهون بالانتقادات العنيفة لخروجهم عن الأعراف السائدة في البراديغم.

وإذا كانت طبيعة العمل في مرحلة «العلوم العادية» غير مجدية، فإن كون يرى عكس ذلك تماماً في مرحلة الثورة العلمية. إن التحول الذي يحدث على البراديغم نتيجة تراكم المعضلات التجريبية له طابع مختلف تماماً عن مرحلة العلوم العادية، يتخلى فيه العالم (بخياره الحر) عن الالتزامات الفكرية والطرائقية المنهجية للبراديغم السائد ليتبنى تدريجياً التزاماً فكرياً ومنهجياً جديداً. وبين هذا وذاك تتدخل أمور ذاتانية للعالِم لها طابع شخصي، وترتبط بالقيم والمثل العليا والحدس والإيمان بالشيء وغيرها من الأمور السيكولوجية المعقدة غير قابلة للقياس. يقول كون إن العالِم في هذه المرحلة يضع قيماً ومثلاً عليا شخصية تحت المقارنة – مثل مقولة «من يتردد يخسر» مقابل مقولة «تأنى وانظر جيداً قبل أن تقفز» . . . وغيرها من المثل العليا للشخص. فالقيم المشتركة التقليدية التي كانت تقود المتحد العلمي ضمن عمله في مرحلة العلوم العادية مثل الدقة، والثبات، والموضوعية عبر الطريقة العلمية، ومدى الشمولية في النتائج العلمية هي معايير غير مثمرة في هذه المرحلة، وبخاصة عندما تتراكم

المعضلات فيها، بل محيرة، حيث يمكن لأي اثنين من العلماء أن يتبنيا مثل هذه القيم المشتركة، ويخرج كل منهما بخيارات مختلفة. فعندما يأتي الأمر إلى اختيار براديغم من بين براديغمات أخرى، فإن هذه المعايير تفشل تماماً في المساعدة على الاختيار.

ويفصّل كون طابع مرحلة «الثورة العلمية»، ويقول إنها عملية اختيار العالِم نظرية ما مقابل أخرى منافسة، تحدث عندما يكون هناك نوع من الاتصال بين النظريتين المتنافسين؛ مثل مراجعة ورقة بحثية منشورة لها علاقة بالنظرية المنافسة، وزيارة مختبر العالم المنافس، ومشاهدتهم ومحاولة إعادة التجربة التي قاموا بها للحصول على نتائج مشابهة أو فحص النتائج، والتواصل عبر المؤتمرات المختلفة، وغيرها من الأساليب التي يتم فيها الاحتكاك بين أصحاب النظريات المتنافسة بهدف تطويع المشاهدات كل حسب نظريته. وعلى الرغم من عملية التواصل هذه، فإن اللغة والمصطلحات بين التيارات المتنافسة تحمل معاني ووظائف مختلفة بحسب العالِم وانتمائه البراديغماتي. فمصطلحات مثل «النجوم»، «الكواكب»، «المخلوط»، «المركبات»، لها تفسيرات وتأويلات وفهم مختلف بين النظريات المتنافسة. وعندما يحاول عالم من براديغم معين أن يجرب المفاهيم والمصطلحات للبراديغم الآخر، يجد نفسه فجأة وبسبب عوامل شخصية غير عقلانية –ذاتانية– يتحدث لغة الآخر، ويمارس المصطلحات والقوانين التي تقود النظرية المنافسة، وهنا يحدث الانقلاب.

استطاع كون أن يقلب المفاهيم الدوغماتية التي كانت سائدة حول طبيعة العلوم وتطور المعرفة العلمية ووضع علامات استفهام على كل ما يتعلق بالمنهج أو الطريقة العلمية والاكتشافات العلمية، وشكك في الموضوعية التي كان يعتقد أن العلماء كانوا يمارسونها. ولنفهم ذلك بشكل عملي، دعنا نأخذ مثالاً آخر من تاريخ العلوم متعلقاً بالكيمياء لجأ إليه كون لإثبات أفكاره حول العلوم.

يخصص كون وحدة خاصة في كتابة **بنية الثورات العلمية** يتعلق بتعبير «الاكتشافات العلمية». ويختار كون وقائع من التاريخ حدثت فيها ما يسمى باكتشافات علمية، وهي واقعة اكتشاف الأكسجين. يبدأ كون نقاشه في هذا الموضوع بطرح السؤال التالي: «ترى من الذي اكتشف الأكسجين فعلاً: هل هو البريطاني جوزيف بيرستلي (1733–1804)

أم الفرنسي انتويني لافوازييه (1743 – 1794)؟». وينبع تساؤل كون هذا من الاختلاط السائد في الكتب حول الشخصية التي «اكتشفت» الأكسجين، فمعظمها ينسب هذا الاكتشاف إلى بيرستلي العام 1774، والقليل ينسبه إلى لافوازييه العام 1775. وأياً كان المكتشف، فقد كان من السائد أن تنسب الاكتشافات العلمية إلى شخص ما، وتقرن بفترة زمنية محددة. لكن إذا درسنا التاريخ، والسياق الذي كان يعمل به علماء الكيمياء في تلك الفترة، يمكن أن نحدد الإجابة بمعايير مختلفة كلياً.

يقول كون إن البراديغمات السائدة في الكيمياء في تلك الفترة التي كانت تقود عمل علماء الكيمياء هي براديغمات النظرية الفلوجستية. وكانت التجارب المخبرية تشير إلى خروج غاز «الفلوجستون» عند حرق بعض المركبات الكيميائية، وهو غاز لا يساعد على الاشتعال أو على التنفس. وكان بيرستلي من بين أولئك العلماء الذين كانوا يعملون ضمن براديغمات الفلوجستون. فما كان يشاهده ويستدل به من هذا الغاز المجمع في الأنبوب هو الفلوجستون، لأنه يطفئ الشمعة المضاءة في الإناء الذي تم تجميع الغاز فيه، كما أنه يقتل الفأر الذي كان يوضع في هذا الإناء.

ولكي نستطيع تحديد الإجابة عن سؤال كون، لا بد من دراسة الثقافة والمعتقدات العلمية السائدة في فترة العلماء المعنيين. لقد امتازت حقبة بيرستلي بالاهتمام بمكونات الهواء، وكانت نظرية الفلوجستون تقود التجارب المخبرية وتقود التفسيرات على حد قول كون. وكان بيرستلي مهتماً بالغاز الذي يخرج نتيجة حرق أكاسيد الزئبق. فالزئبق مادة لزجة ثقيلة يصعب إذابة الغازات فيها. وكان التحدي لبيرستلي أن يفاعل الزئبق مع الغاز. واستطاع بيرستلي في العام 1772 أن يصمم جهازاً يستطيع من خلاله جمع الغازات فوق الزئبق، وأن يفحص الغازات الناتجة بعد الحرق. بالتالي، فإن معظم التجارب والأدوات المصممة كانت «منقادة» بالنظرية الفلوجستية. لكن عندما أحرق بيرستلي قطعة من أكسيد الزئبق (كانت تسمى آنذاك زئبق الكاكلس حسب النظرية الفلوجستية)، وفحص الغاز الناتج، وجد أن هذا الغاز يساعد على الاحتراق، ويبقي الفأر في الجرة على قيد الحياة؛ بمعنى أن صفات هذا الغاز المجمع كان تماماً عكس صفات الفلوجستون. من المفروض حسب نظرية الفلوجستون أن يحرق «زئبق الكاكلس» ويخرج الفلوجستون ويبقى الكاكلس راسباً. يقول كون إن هذه التجربة شكلت معضلة بالنسبة لبيرستلي ولأصحاب نظرية الفلوجستون بشكل عام. فهل غير بيرستلي من وجهة نظره بالنسبة لنظرية الفلوجستون؟ الجواب هو لا، فقد استطاع بيرستلي أن يطوع المشاهدة أو الظاهرة –أي الظاهرة المتمثلة بالمعضلة– إلى نظرية الفلوجستون، وأطلق على الغاز «هواء خال من الفلوجستون». يتساءل كون: هل نستطيع أن نعطي حق اكتشاف الأكسجين إلى بيرستلي إذاً؟ يقول كون إنه إذا كان الجواب نعم، فإن الحق هذا يجب أن يعطى إلى جميع أولئك الذين جمعوا هذا الغاز من قبله، وأولهم الكيميائي السويدي الأصل كارل سكيل (1742 – 1786)، الذي استطاع أن يعزل هذا الغاز العام 1772، وأطلق عليه الهواء الناري، لأنه يساعد على الاشتعال. هل نستطيع أن نعطي الحق إلى أنتويني لافوازييه إذاً؟

لقد أعاد لافوازييه تجارب بيرستلي وعلى مواد أخرى منها أكسيد الكبريت (أو ما يعرف آنذاك بكبريت الكاكلس) وكان الغاز الذي يتم جمعه دائماً يشبه صفات الغاز الذي جمعه بيرستلي. لكن يقول كون إن لافوازييه كان صاحب مبدأ الحموضة الذي ينص على أن سبب حموضة السوائل هو وجود الفلوجستون –بعكس ما هو متعارف عليه الآن بأن أيون الهيدروجين هو سبب الحموضة– وكان لافوازييه يؤمن آنذاك بنظرية السائل الحراري –أي أن الحرارة تتكون من سائل يسمى الكالوريك الذي ينتقل من الأجسام الساخنة إلى الباردة– فجميعها مشتقات لبراديغمات الفلوجستون. لماذا نعطي الحق في اكتشاف الأكسجين إلى لافوازييه إذاً؟

لا يشكك كون في أن الأكسجين تم اكتشافه ما بين العامين 1774 و1777، أو ربما بعدهما بقليل، لكن متى بالتحديد؟ لا يمكن أن نعرف ذلك إلا إذا درسنا السياق المعقد والأنماط الفكرية أو البراديغمات التي يعمل من خلالها العلماء أمثال لافوازييه وبيرتسلي. لقد واجه براديغم الفلوجستون الذي كانت تحكمه نظرية الاحتراق عبر الفلوجستون معضلات كثيرة لم يستطع لافوازييه تطويعها أو إهمالها كما فعل زميله بيرستلي. فمن خلال الأوراق التي أعلن عنها لافوازييه العام 1777، كان من الواضح أنه بات مقتنعاً بأن هناك خطأً ما في نظرية الفلوجستون. كانت بداية هذا الإدراك حسب كون مع بداية العام 1772. وكان العمل في الأكسجين بالنسبة للافوازييه مجرد إضافة لإحساسه بخطأ نظرية الفلوجستون السائدة. يقول كون: «إن ذلك الوعي المسبق للصعوبات هو جزء مهم، ساعد لافوازييه ليرى في أصل تجارب العالم بيرستلي غازاً لم يقدر بيرستلي على رؤيته بنفسه».[4] وهنا يربط كون «الاكتشاف العلمي» بعملية إدراك خطأ البراديغم السابق وبداية إدراك فاعلية براديغم جديد يستطيع خلاله العالم أن يرى الشيء نفسه بشكل أو منظور مختلف.

هنا نرى أن كون يعطي «الاكتشاف العلمي» مفهوماً جديداً، فهو ليس عملاً فردياً متمثلاً بشخص وزمن ومشاهدة بالصدفة، بل لا بد من توفر حالة وعي أو «إدراك أن شيئاً ما موجوداً ومعرفة ماهية هذا الشيء على السواء».[5] إن هذا الإدراك المعرفي الناتج في معظم الأحيان عن وجود معضلات وحالات عدم التوقع في النموذج الفكري السابق، يتطلب وقتاً طويلاً. فهل الاكتشاف الجديد إذاً مرهون بتغيير في البراديغم؟ لا بد لكي نجيب عن هذا السؤال أن ندرك الفرق بين النظرية والبراديغم: إن تبني الشخص نظرية ما يعني إدراكه المعرفي بهذه النظرية، لكن تبني الشخص لبراديغم جديد هو أشمل وأعقد من ذلك بكثير، ويشمل تغييراً في الممارسة العلمية وطرائق إجراء التجارب؛ أي النظر إلى النهج بطريقة أخرى أيضاً. يقول كون «إن قرار استخدام جهاز معين من الأجهزة بطريقة خاصة يحمل معه افتراضاً بأن أنواعاً معينة من الظروف من دون سواها سوف تظهر»[6]. لنرجع إلى مثال الأكسجين. يقول كون أن كل من بريستلي ولافوازييه كانا يستعملان تجارب «روتينية» لقياس كمية الهواء وجودته والتزامهما بطريقة إجراء التجربة هذه «كانت التزاماً في الوقت نفسه بفكرة عدم وجود غازات ذات سلوك كسلوك الأكسجين».[7]

وهنا استطاع كون أن يقلب المفاهيم المتعلقة بالاكتشاف العلمي، على الأقل معظمها، التي ما زلنا نعلمها في مدارسنا حتى يومنا هذا. يمكن أن ألخص الفرق بين المفهوم التقليدي للاكتشاف العلمي والمفهوم المغاير له من وجهة نظر كون في الجدول التالي:

المفاهيم التقليدية للاكتشاف العلمي	المفهوم الجديد للاكتشاف العلمي
رؤية الشيء	إدراك الشيء ومعرفة ماهيته (مشاهدة مرفقة بنظرية)
سريع، مفاجئ، صدفة	بطيء، نشاط متراكم من عدم التوقع في البراديغم
عملية فردية (شخص + زمن)	أساسه اكتشاف علماء سابقين، من الصعب تحديد الزمن، يتطلب تغييراً في براديغم المتحد العلمي
مفصول عن الطريقة العلمية: بمعنى أن الطريقة العلمية تنتج الاكتشاف العلمي أو المعرفة العلمية	مرتبط بالطريقة، فالوعي والتغيير لنمط فكري يتطلب تغييراً في الطريقة أيضاً. البراديغم السائد يحدد الطريقة والتجارب والأدوات المستخدمة
ينتج عن اتّباع خطوات استقصائية - تبدأ بالمشاهدة الموضوعية، ثم فرض الفرضيات، ثم التفسير، ثم الاستنتاج، وبالتالي الاكتشاف	ينتج عن تحول أشبه ما يكون بالتحول السياسي أو الديني الذي هو أبعد ما يكون عن الطريقة العلمية أو الاستقصاء المنهج، فالمشاهدة في هذا السياق غير موضوعية؛ أي مثقلة ومنقادة بنظريات البراديغم السائد

المعرفة العلمية أثناء الصناعة: عندما يتحول الاستقصاء الإمبريقي إلى خيار

إذا كان الاستقصاء حسب كون ما هو إلا طريقة تقنية لحل أحاج بسيطة ضمن البراديغم الواحد، وهذه الطريقة لم تثمر في ظهور تلك النظريات المهمة التي ساهمت في تغيير مجرى تفكير الإنسان بالطبيعة والظاهرة، فما هي العوامل التي ساهمت في ظهور تلك النظريات المهمة؟ تحدث كون عن جانبين مهمين: جانب سيكولوجي-ذهني، وجانب اجتماعي، وهما جانبان يمتزجان مع بعضهما ليساهما في عملية التحول في رؤية الظاهرة. لكن لم يدخل كون إلى آليات عمل الجانبين بالتفصيل، بل اكتفى بالقول إن القيم العليا للشخص، والنظريات التي يحملها، وقيم المجتمع العلمي الذي ينتمي إليه، وغيرها من الصفات الذاتانية، لها دور كبير وأساسي في الثورات العلمية. سوف أتناول فيما يلي ذلك الجانب الاجتماعي، وبخاصة أفكار برونو لاتور حول العلوم أثناء الصناعة، وأتناول بعدها الجانب السيكولوجي-الذهني في عنوان آخر.

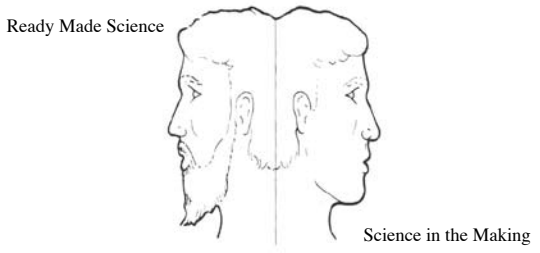
لننظر إلى العلوم من حقل علم اجتماع العلوم، حيث استطاع علماء الاجتماع، أمثال وارن هاغستروم ولاتور، الدخول إلى مجتمع العلماء وأماكن عملهم، ليحللوا العلاقات الاجتماعية بين المجتمع العلمي نفسه وبين الاتحادات العلمية الأخرى. فمثلاً، يتحدث هاغستروم[8] عن أن الدافع الرئيسي الذي يقود العلماء في أبحاثهم هو استحواذ الاعتراف من قبل الأقران، وأن عمل العالِم ضمن مجموعته ينطوي على عملية توافقية بين مصلحته الشخصية وبين قبوله بين أقرانه -فالعلماء في نهاية الأمر يتبادلون المعلومات فيما بينهم مقابل الاعتراف- وبالتالي فإن عمل الجماعة العلمية هو أكثر بعداً عن المعتقد السائد بأنه منقاد بمعايير العقلانية المحضة والنزاهة على حد قول هاغستروم -بمعنى العمل من أجل الاكتشاف وخدمة الإنسانية- بل إن عملهم منقاد بمعايير الجماعة العلمية التي ينتمون إليها. وهنا نذكر بيير بورديو عندما تحدث عن فئة العلماء كفئة تتبنى أيديولوجيا مهنية، وأن المعرفة بالنسبة لهذه الجماعة هي الرأسمال الرمزي الذي يتبادلونه من أجل نيل الاعتراف الاجتماعي والسلطة.[9]

لكن أفكار هاغستروم لاقت انتقادات شديدة من أولئك الأنثروبولوجيين الذين عاشوا في مختبرات العلماء وعاصروا تفاصيل حياة عمل العلماء. وكان من أهمهم برونو لاتور الذي عبر في كتابه **حياة المختبرات وعملية صناعة الحقائق**[10] عن أن النظرة إلى عمل العلماء من وجهة نظر هاغستروم وبورديو تغيّب دور العالِم في المجموعة، وتبسط الفعل الاجتماعي في مجتمع العلماء بنظريات السيطرة والمصلحة والاعتراف وموازين القوى.[11] ويعتقد لاتور أن النظرية الماركسية قد تفيد إلى حد ما في تفسير السلوك الاجتماعي للعلماء، إلا أن الوسط الاجتماعي للمتحدات العلمية والوسط الذي يتحرك فيه العلماء هو أكثر تعقيداً من ذلك. ويتحدث لاتور عن نقطة ضعف لنظرية بورديو، بحيث أنها تهمل جوانب داخلية ونفسية هي في غاية الدقة والتفصيل، وتؤثر بشكل قوي تماماً كما تؤثر العوامل الخارجية -مثل الاعتراف- على حياة عمل العلماء. ويدخل لاتور مصطلح «المصداقية» الذي يتفاعل مع عوامل خارجية وداخلية ليقود عمل العلماء، ويربط عاملي الثقة والاعتبار بالمعتقد الخاص للعالِم، حيث كلما زاد مخزون المصداقية، زادت قدرة العلماء على الاستثمار في السوق العلمية تبعاً للعرض والطلب، وبالتالي فإن «المصداقية» مفهوم يدل على مخزون استثماري بالمفهوم الاقتصادي الرأسمالي أيضاً. ويضيف لاتور أن هذا النوع من الاستثمار -أي مخزون المصداقية- يمر عبر قنوات مختلفة منها: أن يتم الاتصال بالعالم من قبل علماء آخرين مبدين اهتمامهم بموضوعه، أو قبولاً للإدعاءات العلمية التي ينشرها، أو أن يساندوه في مواقفه ويسمعوا لما يقوله في أوساط اجتماعية مثل المؤتمرات والمتحدات العلمية، أو أن يعرضوا عليه موقعاً أفضل، أو أن يعتمدوا البيانات التي «يصنعها» في مختبره دون التشكيك بها، وجميعها أمور تتشابك مع بعضها البعض لتحرك حلقة «المصداقية» على حد قول لاتور.

ويؤكد لاتور على أن تفاصيل الأمور الحياتية داخل المختبرات لا يمكن لها أن تظهر في الأوراق العلمية الجاهزة، ولا بد من فتح ما أسماه بـ«الصندوق الأسود»؛ أي العيش بين العلماء وإجراء البحوث الأنثروبولوجية التي من خلالها يتم الكشف عن حيرة العلماء في اتخاذ قراراتهم، وتنافسهم مع بعضهم البعض، والتناقضات التي كانوا يعيشونها. يقول لاتور مشيراً إلى شكل 1: «إذا تناولت هاتين الصورتين- صورة المعرفة

كصندوق أسود وصورة المعرفة بشكلها المكشوف- فهما صورتان مختلفتان تماماً كما هو الحال بالنسبة للصورتين على وجه قطعة نقود: الأولى العلوم أثناء العمل، والثانية العلوم جاهزة. يجب أن نتخذ قراراً هنا: يجب أن ندخل العلوم والتكنولوجيا من خلال باب صناعة العلوم وليس من باب العلوم الجاهزة». [21]

شكل 1



وأريد في الفقرات التالية أن أعرض جزءاً مما يعرضه لاتور في كتابه **العلوم أثناء الفعل**[13] الذي من خلاله استطاع أن «يفتح الصندوق الأسود» المتعلق «باكتشاف» شكل الحمض النووي الـ (DNA) من قبل واتسون وكريك. سوف أعرض مشاهد منتقاة ومأخوذة من مذكرات واتسون نفسه، [14] ويعرضها لاتور ليبرهن وجهة نظره من عملية صناعة المعرفة العلمية.

مشهد 1: «يحصل كل من جيم واتسون وفرانسيس كريك على نسخة من الورقة التي كتبها العالم الكيميائي لينوس بولينج، حيث يكشف فيها عن شكل الـ (DNA)، وقام بإحضارها لهما ابن العالِم بولينج والمدعو بيتر: يقول واتسون في مذكراته:

«من الواضح أن بيتر كان يخفي شيئاً مهماً عندما دخل علينا المختبر. عندها شعرت بوعكة وأن معدتي تغطس في أحشائي، فكل شيء عملناه قد ضاع هباءً. لم أستطع الصبر ولم أتحمل التوتر وسألته عن ما يحمل من أخبار، فسارع بيتر بالقول: «إن نموذج الـ (DNA) هو ثلاثي إهليجي، وإن جزيء الفوسفات هو في مركز الشكل الإهليجي ويشكل العمود الفقري لبنية الـ (DNA)". لقد بدا لنا الأمر وكأنه مؤامرة، فقد توصلنا إلى هذا النموذج الثلاثي العام الماضي، وتخلينا عنه. وعندها فكرت كيف أنه لو سمح لنا رئيسنا براغ بمتابعة دراسة هذه البنية لكنا قد توصلنا إلى الشكل النهائي قبل بولينج" (واتسون: 1968 في لاتور، ص: 7).

«يسارع واتسون وكريك بقراءة الورقة وفحص موضع سكر الفوسفات (شكل 2) في بنية الـ (DNA)، وما إذا كان كافيا ليحمل بنية الـ (DNA) بأكملها. لكن لدهشتهما، وجدا أن الحلقات الثلاث الموصوفة في ورقة بولينغ لم تكن تحمل ذرات الهيدروجين التي تربط الحلقات بعضها ببعض، فمن دونها تسقط بنية الـ (DNA) تماماً. إنه خطأ في أساسيات الكيمياء ارتكبه أكبر العلماء في الكيمياء. يقول واتسون:

«كان بيتر ابن العالم بولينج متيقناً من النتيجة ومن البنية التي أوجدها والده، فكيف يشكك بنتائج عالم الكيمياء بولينج؟ لكن عندما أيدني زميلي كريك في رأيي ودهش لهذا الخطأ نفسه، بدأت أتنفس الصعداء من جديد. هنا عرفت أننا ما زلنا في اللعبة. لكن لم يكن كلانا على دراية بالخطوات التي اتبعها العالم بولينج للتوصل إلى بنية الـ (DNA). لو أن طالب في أي كلية في الكيمياء ارتكب الخطأ نفسه، لكان قد طرد من دائرة الكيمياء في الحال. حاولنا أن نستقرئ ما إذا كان في ورقة بولينج (براديغمات) ثورية في الكيمياء لم ندر عنها، أو أن هناك علاقة جديدة بين الأحماض توجد استثنائيا في المركبات الكبيرة، ما جعل بولينج يتوصل إلى ما توصل إليه. لكن نغمة الورقة لم يكن فيها أي دليل على أي نظرية كيميائية جديدة . . . كنا نعرف أن العالم بولينج سوف يعرف الخطأ، وسوف يعمل دون توقف حتى يكشف البنية الصحيحة لـ (DNA). أملنا الوحيد هو في زملائه الكيميائيين- نرجو أن يثقوا أكثر من ذي قبل بذكاء بولينج، وأن لا يدخلوا في تفاصيل البنية المقترحة. لكن بما أن الورقة قد تم تقديمها إلى مؤتمر الأكاديمية العالمي، وأنه مع أواسط آذار، سوف توزع الورقة على جميع أنحاء العالم، فإنه يبقى لدينا مجرد أيام قبل أن يتم الكشف عن الخطأ. في أحسن الأحوال معنا ستة أسابيع قبل أن يتعرف بولينغ على الشكل الصحيح لـ (DNA)" (واتسون: 1968 في لاتور، 1987، ص: 8).

يؤكد لاتور من خلال هذا المشهد على آليات دمج السياق بالمحتوى العلمي عبر تعابير مثل التوتر، اللعبة، نغمة، تأخير ستة أسابيع، وهي كلمات غير مألوفة في وصف البنية الجزيئية لمادة ما. هذه الكلمات موجودة على الأقل في السياق، أي في مرحلة إنتاج المعرفة، لكنها تتلاشى حال التحقق من المعرفة عبر القنوات العلمية مثل المؤتمرات ومراجعات الخبراء.

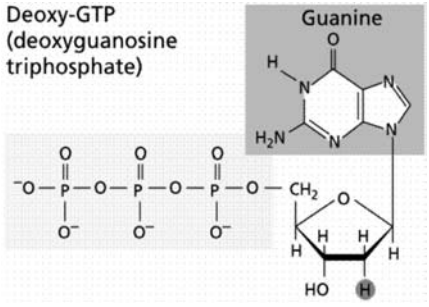
مشهد 2: "يقوم جيم واتسون بتصوير تشكيلات عدة لأزواج القواعد التي تكون الـ (DNA) من كتب مختلفة، ويجرب ترتيب هذه القواعد مع بعضها، وفحص ما إذا كان التماثل يتحقق أم لا. وقد اندهش عندما وجد أن الأدينين يمكن أن يتحد مع أدينين آخر من سلسلة (DNA) أخرى، وكذلك الجوانين والسايتوسين والثايمين. قام واتسون بفحص التماثل وكيف يرتبط سكر الفوسفات في المنتصف. يقول واتسون:

«بدأت بفحص التشكيلات في مكتبي، لكن جاءني عالم البلورات الأمريكي جيري دونوهو واعترض على فكرة فحص التماثل التي أقوم بها، حيث أن النماذج التي قمت بتصويرها من كتاب «دافيدسون» كانت في رأي دونوهو غير صحيحة. قلت له إن هناك كتباً كثيرة تضع التماثلات لقواعد الـ (DNA) على شكل اينول (enol) تماماً كما يعرضها كتاب دافيدسون. لم يقتنع جيري دونوهو بهذا الكلام، وأضاف أن الكثير من الكتب تضع التمثيلات بشكل فرضي وتفضيلي عن بقية التمثيلات، لكن هذا لا يعني أنها صحيحة أو مؤكدة. كنت أتمنى أن يكون جيري على حق، وأخذت نقده على محمل الجد . . . فهو يعرف

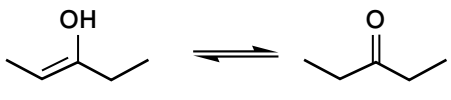
عن تشكيلات وروابط القواعد وتشكيلات روابط الهيدروجين عليها أكثر من أي عالم كيمياء في العالم، حتى من بولينج نفسه، لخبرته الطويلة في العمل مع بولينج وفي مختبر كال التكنولوجي في مجال علم تشكيل البلورات. لم يراودني أدنى شك بأن هذا الشخص يعرف تماماً ما يقول، ولم أخبره يفتي بشيء لا يعرف عنه. فعدت إلى مكتبي وأنا قلق محاولاً أن أتلاعب بالتمثيلات لعلي أنقذ قانون التماثل" (واتسون: 1968 في لاتور، 1987، ص: 8-9)

يعلق لاتور على المشهد ويقول: "لقد أخرج جيم واتسون الحقائق العلمية مباشرة من الكتب، حيث وفرت له صندوقاً أسود جميلاً – أي قانون تشكيلات الأينول (انظر تشكيل الأينول 2 مقابل تشكيل الكيتون حسب جيري دونوهو في شكل 3). لكن كان لا بد لهذا القانون من أن يخضع للتساؤل أو على الأقل هذا ما كان يراه جيري دونوهو. فهل يصدّق واتسون ما يقوله الكيميائيون في الكتب عن حقيقة الأينول أم يصدق هذا العالم الذي درس مع بولينج وعمل في مجال الجزيئات، ولم يفت في أمور غريبة طوال عمله خلال الأشهر الستة مع واتسون وكريك؟ نلاحظ كيف تختلط أمور مثل الانضباط، والسيرة الذاتية والحالة النفسية مع واتسون لكي يتخذ قراراً علمياً. من الأفضل لواتسون أن يضحي بقانون "التماثل" بدلاً من التضحية بنصيحة جيري دونوهو. مهما كانت الحقيقة مباشرة، وتساعد في حل اللغز، فلا بد من أن يتم التخلي عنها في هذا السياق. بالتالي، فإن الوجه الأيسر (في شكل رقم 1) يعبر عن القوانين والمبادئ العالمية كحقيقة مطلقة، بينما تصبح في الوجه الأيمن وجهة نظر، أو محط تحقق تعتمد على أمور إنسانية واجتماعية".[15]

شكل2: الفوسفات في خارج الحلقة



شكل 3: تمثيل الكيتون مقابل تمثيل الأينول



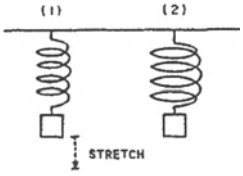
أردت من المشهدين السابقين أن أوضح ما كان يقصد به لاتور بالوجه الشاب للمعرفة العلمية وأهمية السياق في تحديد ممارسات العلماء ضمن اتحاد علمي معين. حاول لاتور عبر مشاهد مختلفة من التاريخ أن يقارن بين وجهين للعلوم: العلوم الجاهزة والعلوم أثناء «التصنيع»، فالأولى تخفي الأدوات والمواد والأحاديث الجانبية وعلاقات القوى والمصداقية في عمل العلماء، وهي تلك التي تظهر في الدوريات والصحف التي تعطي الانطباع بأن العلوم ما هي إلا ممارسة موضوعية بحتة. ومن خلال سرد تاريخي لقصص حدثت داخل مختبرات العلوم- مثل تلك التي تتعلق بنموذج الـ(DNA)، يؤكد لاتور أن الإمبريقية المنقادة بالاستقصاء والطريقة العلمية المزعومة قلما تقود العمل في فترة الأزمات، بل تتحول إلى خيار من بين خيارات أخرى. وهنا نتذكر كون عندما تحدث عن تصرف العلماء المنقاد بالنوازع الشخصية والمعتقدات السابقة والقيم في مرحلة "الثورة العلمية". إلا أن لاتور هنا يسلط الضوء على الجانب الاجتماعي، كون العمل العلمي في هذا العصر لا يقتصر على أفراد يعملون وحدهم في مختبرات أسفل بيوتهم، بل جماعة اتحاد علمي يعملون معاً ضد متحدات أخرى منافسة، وهنا يدخل لاتور في خطاب الأفراد ضمن المتحد العلمي الواحد الذي من خلاله نستطيع أن نرى طبيعة العلوم. ولأول مرة، يظهر لاتور تفاصيل حياة العلماء وخطابهم وتفاوضهم والإيماءات المؤسساتية اللاواعية، ومشاكلهم مع الآلات المخبرية، وغيرها من الممارسة اليومية التي على حد قول لاتور تتفاعل مع صناعة الحقائق والنظريات العلمية. وهذا ما يميز أفكار لاتور عن أفكار كون، حيث يدخل لاتور في "سيرورة التفسيرات"، بينما ينظر كون إلى عمل العلماء في شريط زمني قصير وجمعي. وهنا يربط لاتور بين "الفرد"؛ أي العالم ضمن المجموعة، وبين سيرورة التفسيرات وصناعة الحقائق.

الثورة الذهنية ودورها في الثورة العلمية

يبدي معظمنا الإعجاب بالمعرفة العلمية، وبخاصة تلك القوانين والنظريات المهمة في تاريخ الإنسانية كنظرية كبرنيكوس المتعلقة بمركزية الأرض، وقوانين جاليلو ونيوتن، نموذج روذرفورد للذرة، والنظرية النسبية لأينشتاين، والنظرية الضوئية والكهرومغناطيسية وغيرها. ويأتي هذا الإعجاب من كون المعرفة العلمية نتاجاً إبداعياً إنسانياً ذهنياً. واتفق تماماً على أن المعرفة العلمية هي إبداع ذهني، لكن ربما

أختلف مع أولئك الذين ينظرون إلى هذا الإبداع على أنه نتاج أو مخرج كما لو كان المخرج لوحة فنية أو جهازاً تكنولوجياً ما. فالإبداع يشمل أيضاً ذلك الجانب العملياتي من التفكير أثناء سيرورة العمل العلمي، التي من خلالها تم إنتاج هذه المعرفة العلمية. فهل الإبداع في الجانب العملياتي هو نتاج تفكير ممنهج عبر مشاهدات إمبريقية منفصلة أم أنه نتاج ثورة «ذهنية» بمعنى الانقلاب على نمط التفكير الممنهج المتمثل في الاستقصاء الإمبريقي؟ سأحاول الإجابة عن هذا السؤال في هذا الجزء عبر دراسة قام بها عالم النفس الذهني كليمنت،[16] حيث تابع تفكير أحد تلامذة الفيزياء أثناء قيام الأخير بحل مسألة في تمدد الزنبرك باستخدام بروتوكول التفكير بصوت عال.

شكل 4



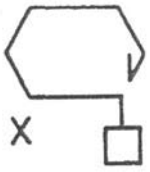
شكل 5

شكل 6

طلب من الطالب أن يفكر ويتحدث عمّا يجول في خاطره بصوت عال، وهو يجيب عن السؤال التالي: أي من الزنبركين في شكل 4 يستطيل أكثر من الآخر؟ ولماذا؟ وطلب منه أن يفسر الإجابة باستخدام تمثيلات ونماذج توضيحية. في البداية كان أول ما فكر به الطالب هو نموذج لسلك معدني قصير ومنحني (انظر الشكل 5)، ليظهر أن التقوس في السلك، الذي يعتمد على معامل التمدد للمادة، هو الذي يجعل الزنبرك يمتد. لكنه لم يرضَ عن هذا النموذج لعدم تفسيره الفرق في تمدد الزنبركين في شكل 4. وسرعان ما رسم نموذجاً آخر يمثل الزنبرك على شكل سلك معدني منحنٍ بشكل متعرج (شكل 6) لتفسير الظاهرة المتمثلة في شكل 4. وأثناء الحل كان الطالب يسأل نفسه وبصوت مسموع: «لماذا يزداد طول الزنبرك بشكل عام؟ ماذا لو كان شكل الزنبرك مربعاً لولبياً وليس دائرياً». وقام برسم نموذج معدل لذلك على الورق (شكل 7).

شكل 7

شكل 8



بناء على النموذج المرسوم في شكل 7، وعلى فرضية «التقوس»، فإنه يفترض أن يستطيل الزنبرك العريض أكثر من الزنبرك الرفيع في شكل 4، لكن في حقيقة الأمر يحدث العكس تماماً. يقول الطالب: «لا أستطيع أن افهم لماذا؟ هل أرفض نموذج السلك المربع؟ هل اللف الدائري للزنبرك يختلف عن اللف الرباعي؟ إنها معضلة عليَّ أن أفكر في حلها»، لكن جميع ما كان يفكر به الطالب لحل المعضلة كان منحصراً في إطار فرضية «التقوس»، على أنها السبب الرئيسي وراء استطالة الزنبركات بشكل عام.

متى حدث الإبداع في التفكير لدى الطالب؟ حدث تقدم ملحوظ عندما استخدم الطالب نموذج السلك السداسي الملفوف (شكل 8). فبعد أن خاض الطالب عراكاً ذهنياً ما بين نموذج السلك الرباعي وبين فرضية التقوس، أدرك الطالب أن هناك عاملاً آخر ربما يكون السبب وراء شد الزنبركات وتمددها، وهو عامل «الفتل» أو «اللف». إن هذا العامل هو الذي يحافظ على الخاصية الزنبركية للزنبرك؛ أي هو العامل الذي يجعل زنبركاً ما يستطيل أكثر من الآخر بعد وضع ثقل معين عليه. يستنتج كليمنت من حوار الطالب مع نفسه أن العراك الذهني الذي خاضه الطالب بين الخاصية «التقوسية» التي قادت تفكيره وخطوات حل المشكلة بشكلها السابق، وبين عدم قدرته على تفسير الظاهرة في شكل 4 أدى إلى نوع من الانطلاقة الثورية نحو حل للمشكلة. ويلجأ كليمنت إلى تحليل بروتوكولات تفكير الطالب بصوت عال ليبرهن على أن التحول في تفكير الطالب كان سريعاً ولحظياً، وكان مرافقاً لحالة سيكولوجية تعبر عن فرح الطالب بهذا التقدم، ذلك بعد حالة الإحباط التي تزامنت خلال مرحلة ما قبل الانطلاقة، التي كان يفكر فيها الطالب

من خلال نموذج التقوس السابق. وقد عرف كليمنت مرحلة الانطلاقة في التفكير بالبصيرة، فهي تشبه التحول الجشتالطي الذي تحدث عنه كون سابقاً. واستطاع كليمنت أيضاً أن يعرف نموذجين للتفكير الذهني خاضهما الطالب أثناء حل المعضلة، الأول نموذج «التفكير النفعي» والمتمثل في تبني الطالب لفرضية «التقوس» كأساس لتمدد الزنبركات، وهو تفكير حدسي بطبيعته، ومريح أيضاً حتى لو لبعض الوقت. أما النموذج الثاني فهو النموذج التفسيري والمتمثل في تبني الطالب لفرضية «اللف أو الفتل» في المعدن لتفسير الظاهرة. ويبدو أن النموذج النفعي هو بناء ذهني إمبريقي، فعبر المشاهدة نستطيع أن نرى «انمغاط» الزنبرك وانثناء أجزائه أثناء وضع الثقل عليه. لكن النموذج التفسيري هو نموذج خفي غير مرئي ولا يعتمد على الإمبريقية بشكل مباشر، بل هو أقرب إلى نموذج تخيلي، ولا يظهر كجزء من التفكير إلا باللجوء إلى تشبيهات مرئية معينة. فهل يمكن أن نستنتج أن الإمبريقية والتفكير الخطي لا يمكن أن يأتيا بثورة وإبداع فكري؟ ما الفرق بين هذا النوع من التفكير الذي خاضه الطالب في توصله إلى الحل وبين التفكير العادي الذي يقوم به الإنسان في حل المشكلات اليومية؟

إذا عدنا إلى مثال الزنبرك السابق، نستطيع أن نرى أن التفكير المتعلق بالنموذج النفعي؛ أي أثناء استخدام الطالب فرضية التقوس، كان تفكيراً تقنياً عبر خطوات مدرجة مسبقاً في البنية الذهنية للطالب. ففرضية التقوس كانت تحكم تفكير الطالب وتتحكم في خطوات الحل. لكن التحول المفاجئ ربما حصل بمساعدة نموذج السلك السداسي، الذي استحث تفكيراً مغايراً نجم عنه هدم وإعادة بناء بنية معرفية سابقة بعد مرحلة من اليأس والإحباط عبّر عنها الطالب في مناسبات كثيرة أثناء الحل. فهل يحدث هذا لدى العلماء في مرحلة الثورة العلمية التي تحدث عنها كون سابقاً؟ هل يمكن القول إن «العلوم العادية» في عمل العلماء -حسب كون- تشبه ذلك التفكير النفعي حسب كليمنت؟ هل عملية التفكير الإبداعي التي تنتج معرفة علمية مهمة تنجم عن عملية تحرر من الأطر الفكرية السائدة أو البراديغمات التي تحكم طريقة العمل والتفكير؟ أم أن الإبداع عملية تزاوج بين الأطر الفكرية المختلفة ورؤيتها على أنها متشابهة بدلاً من كونها مختلفة؟

مرحلة التخلي عن الاستقصاء كالطريقة العلمية - دور الخيال في الإبداع

ربما قصوت قليلاً عن الاستقصاء، فهي طريقة عمل في العلوم دخلت صفوفنا حديثاً. وأقول ذلك لأننا في أمس الحاجة إلى التفكير باستقصاء يبدأ من المحسوس ويضع محددات بين العلوم وبين الميتافيزيقيا والغيبيات. لا بد لنا من أن نمتلك الثقافة العلمية والتفكير العلمي الذي يحدد ما إذا كانت ظاهرة علمية -كالكسوف مثلاً- تستحق الاختباء في البيوت أم نخرج لنراقبها ونتعلم عنها أكثر؟ لكن هل نستطيع فعل ذلك حقاً؟ هل نستطيع أن نضع محددات تميز بين العلوم والمتافيزيقيا؟ ربما تكون الإمبريقية -فكرة خضوع الظاهرة إلى المشاهدة والتجريب الحسي- هي مناسبة لذلك. لكن إذا كانت المشاهدة نفسها غير موضوعية ومنقادة بالنظريات السابقة والأطر الفكرية كما حصل مع بيرتسلي ولافوازييه --كلاهما رأى غازاً يتصاعد من الأنبوب، لكن الأول رآه غاز الفلوجستون أما الثاني فرآه أكسجيناً- فهل نعتمد على الإمبريقية في تحديد الفرق بين العلوم والميتافيزيقيا؟ والسؤال الأهم، هل الاستقصاء والطريقة العلمية هي الكفيلة في تحديد الفرق بين العلوم والميتافيزيقيا؟ أسئلة تبقى مفتوحة، وما زال الجدل حولها مستمراً بين فلاسفة العلوم. وإذا كان كون قد تحدى أولئك الذين حاولوا وضع حدود تفرق بين العلوم واللاعلوم مبرهناً، عبر تاريخ تطور النظريات، بأن تلك المعارف العلمية المهمة تطورت عبر طرق تشبه معارف الميتافيزيقيا، فهل يوجد معنى لأن نضع محددات بين العلوم والميتافيزيقيا أو بين العلوم والفنون أو حتى بينها وبين المعرفة الدينية؟ ربما حان الوقت لكي ننظر إلى العلوم بشكل مختلف، وأن نطرح أسئلة جديدة. فبدلاً من التفكير في وضع محددات بين العلوم واللاعلوم، لماذا لا نسأل ما الذي يجمع بين العلوم واللاعلوم؟ وهل من الضروري أن ننظر إلى الأمور ضمن أطر فكرية معينة دون الأخرى؟

وبدلاً من أن نفكر من خلال أطر فكرية وبراديغمات، ونعمل من خلال طرق علمية مؤطرة واستقصاء تقني ممنهج، ربما علينا أن نطلق العنان في صفوفنا إلى تفكير نقدي بالمسلمات الفكرية والأطر البراديغماتية، وأن نضيف إلى حلقة الاستقصاء التقنية المتبعة عناصر أخرى تشجع على الإبداع الفكري. وقد حاولت من خلال ما سبق أن أعرض مفهوماً مغايراً للإبداع في العلوم عن ذلك المفهوم الذي يعبر عن مخرج ما، أو «اكتشاف علمي» كمنتج يربط المعرفة العلمية الجديدة بشخص وزمن معينين، إلى ذلك المفهوم الذي ينظر إلى المعرفة العلمية على أنه إبداع فكري يشمل التخيل والاختلاق وممزوج بالقيم الفردية والمعتقدات الثقافية الاجتماعية وقيم المتحدات العلمية، والاعتراف ضمن سيرورة العمل في العلوم أثناء الصناعة. وحاولت خلال النقاش أن أبين أن نقيض الإبداع هو العمل ضمن وصفات لطرق ممنهجة مثل خطوات الاستقصاء، وحل المشكلات، التي اختزلت تحت عنوان «الطريقة العلمية».

يتحدث بوهم[17] عن ضرورة «اللعب بالأفكار» في أثناء تدريس العلوم. فالبراديغم يجعل الأفراد يفكرون ويعملون بشكل غير واع، ويأخذون الكثير من الأمور المعرفية على أنها مسلمات دون الخوض في هذه المسلمات من جديد. إن العمل ضمن براديغم، يجعل أولئك الذين يعملون بضمنه مرتاحين نوعاً ما، لأنهم يظنون أن أي معضلة يمكن حلها، تماماً كما حصل مع الطالب أثناء حل مسألة الزنبرك. ونحن في صفوف العلوم نعمل في الاستقصاء في أطر فكرية براديغماتية محددة -نوجه الطالب مثلاً إلى رؤية خلية ما عبر المجهر، وبشكل معين، لكي يستنتج شكل الخلية الذي يتوافق مع الشكل العلمي لها، أو نخطط التجارب بشكل معين لكي نجعل الطالب يستنتج أن مصباحين موضوعين في دائرة كهربائية على التوالي يضيئان بشكل خافت أكثر من تلك الموزعة على دائرة التوازي- فجميعها تجارب استقصائية، لكنها تسعى إلى التأكيد على قانون أو مبدأ علمي ما ضمن براديغم معين.

الإبداع يحصل في أي وقت -ليس في الضرورة في مرحلة الثورة العلمية حسب كون- لكن شريطة أن يكون هناك لعب حر بالأفكار.[18] لماذا ننظر إلى العلوم من إطار فكري واحد؟ ولماذا يجب أن نعمل على أساس أن هناك نظرية واحدة صحيحة من تلك النظريات العديدة لتفسير ظاهرة ما؟ فهناك مثلاً معادلة فكرية إبداعية تجمع بين نظريتي شرودنجر وهايسنبرغ في النظرية الكمية، وهناك أيضاً معادلة رياضية أخرى تربط بين نظريتي

الضوء – النظرية الكمية والنظرية الموجية، حيث يمكن التفكير بالضوء على أنه جزيئات محمولة بموجات.

أريد أن أؤكد على فكرة بوهم حول اللعب الحر بين الأفكار والنظريات، ودور نماذج المحاكاة والتشبيهات في رؤية نظريتين مختلفين في مرحلة معينة على أنهما متلاقيتان ومتكاملتان. ربما هنا يكمن التشابه بين عمل كل من العالم المبدع والفنان المبدع: فكلاهما له القدرة الذهنية على المفاوضة بين النظريات المختلفة التي تبدو من الوهلة الأولى أنها متناقضة، وكلاهما يستطيع الربط بين النظريات المختلفة ورؤيتها في مرحلة ما مكملات لبعضها البعض، ويمكن جمعها والتكامل بينها في لغة مشتركة، وهذا عكس ادّعاءات كون حول اللاقياسية، وأن لكل فكرة أو نظرية لغة خاصة بها. فالتفكير الإبداعي حسب ديسوسور هو ذلك التفكير الذي يتحرر من التقنية الحسابية والانفتاح نحو ما هو غير متوقع.

إن النماذج والتشبيهات التي تحاكي الطبيعة، والتي يقوم بها العلماء من أجل فهم الظواهر وتفسيرها، هي أحد عناصر الإبداع والتخيل في العلوم، التي تشكل أرضية مشتركة للعلوم والفنون. ويؤسس غوته لنظرة تكاملية بين العالِم والفنان، ويقول إن العالِم "يحول الواقع الخارجي أو الظاهرة عبر انتباه حساس لظلال الظاهرة، وعبر فصل الظاهرة عن الطبيعة، وإعادة بنائها في تلك اللحظة التي يتم خلالها استخلاص مميزاتها، وصفاتها، ومزاياها المثيرة، وعبر عملية الاستخلاص هذه، يخترعها (أي العالِم) بقيمة أكبر".[19] إن عملية الاستخلاص هذه، والمتمثلة بالمحاكاة وبناء النماذج (مثلا نموذج الذرة)، هي عملية تقليد للطبيعة، وتحتاج إلى معرفة تكاملية ما-بين-تخصصية تستحضر في سياق ما من أجل عمل إبداعي يتمثل بإنتاج معرفة علمية معينة.

ومن مبررات تكامل العلوم والفنون هو أن للعلوم في مرحلة الإبداع جانباً جمالياً يشبه ذلك في الفنون. وهنا يقول جيروم ستولنيتز[20] إن للجانب الجمالي أربع لحظات مركزية: الاهتمام، التفاعل العاطفي، التأمل، الوعي. لنأخذ التفاعل العاطفي مثلاً، حيث أنه السياق الذي تفعل فيها الأجسام تحت الدراسة فعلها على المستقبِل -أي الإنسان- وهو عكس المفهوم السائد في العلوم والمتبع في مدارسَنا من عمليات إخضاع الجسم للفحص والاستكشاف عبر الاستقصاء الإمبريقي. ويشبّه ستولنيتز ذلك بردة فعل المستمع للموسيقى، فالموسيقى تفرض على المستمع تحريك أصابعه أو رجليه مع النغمات، وهذا التفاعل يحث على التأمل ثم الوعي والتقدير لهذا العمل الجمالي- أي الفعل الموسيقي. فمرحلة الوعي الأخيرة هي حالة محاورة الجسم أو الظاهرة التي من خلالها تبنى المعرفة.

وأخيراً، ليس المطلوب في هذه المرحلة التخلي عن الاستقصاء، لكن ما هو مطلوب هو إعادة بناء لمفهوم الاستقصاء، وطرق العمل به في الصفوف، ليشمل التخيل والمحاكاة. المطلوب أيضاً في صفوف العلوم أن «نلعب بالأفكار»، وأن نعلم الطالب التشكيك ومساءلة المسلمات العلمية، فطبيعة العلوم عبر ما سبق هي تخيلية إبداعية تتغير عبر الزمان والمكان. المطلوب هو استقصاء نقدي بكل ما تحمله الكلمة من معنى.

أنهي هذه المقالة بإجابة لعالمة الجينات باربرا مكلينتوك (1902 – 1992) عندما سئلت عن العوامل التي قادتها إلى اكتشاف أنماط ترتيب الكروموسومات في نبات الذرة الملون، إذ تقول:

> «دع الأجسام التي تتعامل معها تأخذك إلى المكان الذي تريد الوصول إليه، ودعها تخبرك في كل خطوة ما هي الخطوة التي تليها، لأن كل خطوة كفيلة في تكوين ترتيب ذهني جديد في عقلك. فأنت لا تتبع نمطاً فكرياً قديماً لأنك مقتنع بأن هناك الجديد، وبالتالي تركز في عملك على أنه لا بد من أن يكون هناك ما هو جديد. أنت لا تستطيع أن تتحكم في ذلك، فالجسم (تحت الدراسة) والعقل يكملان بعضهما البعض».[21]

نادر وهبة – مركز القطان

الهوامش

[1] كون، ثوماس س. (2007). **بنية الثورات العلمية**، ت: حيدر حاج إسماعيل، بيروت: المنظمة العربية للترجمة.

[2] *Kuhn, Thomas, S. The Copernican revolution* (1957). Harvard University Press, Cambridge.

[3] كون، ثوماس س. (2007). **بنية الثورات العلمية**. ت: حيدر حاج إسماعيل، بيروت: المنظمة العربية للترجمة، ص: 42.

[4] المرجع السابق، ص: 129.

[5] المرجع السابق، ص: 128.

[6] المرجع السابق، ص: 134.

[7] المرجع السابق، ص: 134.

[8] Hagstrom, Warren. *The scientific community*. Illinois University Press. 1975.

[9] Bourdieu, Pierre, et al. *Academic discourse* (Richard Teese, Trans. 1994). Oxford: Polity. 1965.

[10] Latour, Bruno & Woolgar, Steve. *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton University Press. 1986.

[11] دوبوا، ميشيل (2008). **مدخل إلى علم اجتماع العلوم**، ت: سعود المولى، بيروت: المنظمة العربية للترجمة.

[12] Latour, B. *Science in action:* How to follow scientists and engineers through society. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1987. P: 7.

[13] Ibid. 1987

[14] Watson, James. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, Atheneum, 1980.

[15] Latour, B. *Science in action:* How to follow scientists and engineers through society. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1987.P: 9.

[16] Clement, J. *Learning via model construction and criticism: Protocol evidence on sources of creativity in science*. In Glover, J., Ronning, R., & Reynolds, C. (Ed.), Handbook of creativity: Assessment, theory and research. NY: Plenum, 341-381. 1989

[17] Bohm, David & Peat, David. *Science, order and creativity*. Routledge, 1987.

[18] Ibid. 1987.

[19] Goethe, in McCarthy, John. *Remapping Reality. Chaos and Creativity in Science and Literature*. Radopi B. V. New York. 2006: p: 88.

[20] Stolnitz, Jerome. *The aesthetic attitude: The philosophy of the visual arts*. Ed. By Philip Alperson. New York: Oxford University Press, 1992.

[21] Keller, Evelyn Fox. A Feeling for the Organism: The Life and Work of Barbara McClintock. In McCarthy, John. *Remapping Reality: Chaos and Creativity in Science and Literature*. Radopi B. V. New York. 2006: p: 105.

من إحدى فعاليات جمعية الكمنجاتي في جنين.