٢٦. موفق الدين أبو العباس أحمد بن القاسم بن خليفة بن يونس السعدي الخزرجي، المعروف بابن أبي أصيبعة، "*كتاب عيون الأنباء في طبقات الأطباء*"، الجزء الأول، تحقيق ودراسة: عامر النجار، دار المعارف، القاهرة، ١٩٩٦.

٢٧. مصطفى النشار، "*مدرسة الإسكندرية الفكرية بين التراث الشرقي والفلسفة اليونانية*"، دار المعارف، القاهرة، ١٩٩٥.

٢٨. ياسين خليل، "*الأعمال الفلسفية الكاملة، المنطق وفلسفة العلوم في التراث العربي الإسلامي*"، الجزء الأول، إعداد وتقديم: مشهد العلاف، دار نينوى للدراسات والنشر والتوزيع، دمشق، ٢٠١٤.

٢٩. يوسف كرم، "*الفلسفة الأوروبية في العصر الوسيط*"، مؤسسة هنداوي، القاهرة، ٢٠١٢.

٣٠. يمنى طريف الخولي، "*مفهوم المنهج العلمي*"، مؤسسة هنداوي، القاهرة، ٢٠٢٠.

٣١. يمنى طريف الخولي، "*فلسفة كارل بوبر: منهج العلم.. منطق العلم*"، مؤسسة هنداوي، القاهرة، ٢٠٢٠.

English References:

1. Encyclopedia Britannica online, *https://www.britannica.com/*
2. Internet Encyclopedia of Philosophy, *iep.utm.edu*.
3. Robert Briffault, "The Making of Humanity," George Allen & Unwin, London, 1919.
4. Rosanna Gorini, "*Al-Haytham the Man of Experience. First Steps in the Science of Vision*", Journal of the International Society for the History of Islamic Medicine (JISHIM), vol. **2**, No. 3, October 2003, page 53.
5. George Sarton, *Introduction to the History of Science*, vol. 2, The Williams and Wilkins Company, Baltimore, USA.

١٢. زكي نجيب محمود، *"نظرية المعرفة"*، مؤسسة هنداوي، وندسور، المملكة المتحدة، ٢٠١٨.
١٣. عبد الرحمن بدوي، "*مناهج البحث العلمي*،" وكالة المطبوعات، الكويت، ١٩٧٧.
١٤. علي سامي النشار، "*مناهج البحث عند مفكري الإسلام*،" دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨٤.
١٥. فؤاد زكريا، *"التفكير العلمي"*، عالم المعرفة، الكويت، ١٩٧٨.
١٦. فتحي حسن الملكاوي، "*منهجية التكامل المعرفي: مقدمات في المنهجية الإسلامية*"، المعهد العالمي للفكر الإسلامي، هيرندن، الولايات المتحدة الأمريكية، ٢٠١٦.
١٧. كامل محمد محمد عويضة، "*فرانسيس بيكون؛ فيلسوف المنهج التجريبي الحديث*"، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، ١٩٩٣.
١٨. صالح أحمد العلي مع مجموعة من المؤرخين، "*حضارة العراق*،" دار الجيل، بيروت لبنان، ١٩٨٣.
١٩. ماكس مايرهوف، "من الإسكندرية الى بغداد،" محاضر جلسات الأكاديمية البروسية للعلوم، قسم الدراسات التاريخية الفلسفية، مجلد ٢٣، أيلول (سبتمبر) ١٩٣٠.
٢٠. محمد بن مطر الزهراني، *"تدوين السنة النبوية"*، مكتبة دار المنهاج، الرياض،
٢١. مصطفى نظيف بك، *"الحسن بن الهيثم: بحوثه وكشوفه البصرية"*، الجزء الأول، مطبعة نوري بمصر، القاهرة، ١٩٤٢.
٢٢. محمد عابد الجابري، "*مدخل الى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور العقل العلمي*"، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ٢٠٠٢.
٢٣. محمد عبد الله عنان، *"الحاكم بأمر الله وأسرار الدعوة الفاطمية"*، مكتبة الخانجي، القاهرة، ١٩٨٣.
٢٤. محمد عجاج الخطيب، *"السنة قبل التدوين"*، دار الفكر، القاهرة.
٢٥. محمود فهمي زيدان، *"الاستقراء ومنهج البحث العلمي"*، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، ٢٠٠٣.

مراجع البحث

المراجع العربية:

١. أبو علي الحسن بن الهيثم، كتاب *المناظر*، تحقيق: عبد الحميد أبو صبرة، السلسلة التراثية، الكويت، ١٩٨٣.

٢. أحمد بن عبد ربه الأندلسي، *"العقد الفريد"*، دار الكتب العلمية، بيروت.

٣. إغناسيو أولاغوي، "العرب لم يستعمروا إسبانيا"، ترجمة: علي المنوفي وطارق شعبان، مركز نهوض للدراسات والنشر ومكتبة الإسكندرية، بيروت، ٢٠١٩.

٤. توبي أ. هف، "فجر العلم الحديث، الإسلام - الصين - الغرب"، ترجمة: محمد عصفور، عالم المعرفة، الكويت، ٢٠٠٠.

٥. توفيق الطويل، "جون ستيوارت مل"، دار المعارف بمصر.

٦. جلال الدين السيوطي، "الفارق في قطع السارق"، تحقيق: عبد الحكيم الأنيس، دائرة الشئون الإسلامية والعمل الخيري، حكومة دبي، مدينة دبي، الطبعة الثانية، ٢٠١٦.

٧. جمال الدين الشيال، "التاريخ الإسلامي وأثره في الفكر التاريخي الأوروبي في عصر النهضة"، دار الثقافة، بيروت - لبنان.

٨. جميل صليبا، "المعجم الفلسفي، بالألفاظ العربية والفرنسية والإنكليزية واللاتينية"، الجزآن الأول والثاني، دار الكتاب اللبناني، بيروت، ١٩٨٢.

٩. جورج مينوا، *"الكنيسة والعلم: تاريخ الصراع بين العقل الديني والعقل العلمي"*، ترجمة: موريس جلال، مراجعة: د. جمال شحيد، المؤسسة العربية للتحديث الفكري، سورية، دمشق، ٢٠٠٥.

١٠. دانا دارك، *"السرقة من المسلمين (الساراسيين): كيف شكلت العمارة الإسلامية أوروبا؟"*، ترجمة: عامر شيخوني، الدار العربية للعلوم ناشرون، ٢٠٢٢.

١١. زكي نجيب محمود، *"جابر بن حيان"*، مكتبة مصر، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ١٩٦١.

بتطوير البرنامج، وهم قد يجهلون من هو "فان كوخ" وطبيعة مدرسته الفنية؟ ومثل ذلك الآن مسألة تشخيص الحالات المرضية من خلال استخدام برامج الذكاء الاصطناعي، التي أثبتت في بعض التطبيقات أنها أكثر قدرة على التشخيص من الأطباء؟ ثم إذا حصل وتطورت البرامج، وبدأت الأجهزة بتحليل نتائج البحث العلمي، والوصول إلى تفسيرات معينة للظواهر، فمن هو الذي يملك الحق في هذه النتائج، وهل سوف يكون بإمكان العلماء نشر تلك النتائج بأسمائهم في الدوريات العلمية؟ وما السبيل إلى التحقق من عدم استخدام تلك البرامج؟ هذه الأسئلة والعشرات غيرها بحاجة إلى وقفة متأنية، تعيدنا إلى أصول المنهجية، ودورها في مثل هذه الحالات.

خاتمة القول: إن العديد من التحديات التي نواجهها اليوم هي عابرة للحدود، مثل أزمة المناخ، والأمراض المعدية، والأمراض النفسية، والآثار السلبية للتكنولوجيا على نوعية حياة البشر. هذه التحديات كبيرة جدًّا، لدرجة أنها يمكن أن تهدد الوجود البشري على هذا الكوكب الصغير، الذي يسبح في فضاء الله الواسع. ولذلك فالبشرية اليوم بحاجة ماسة إلى إيجاد الحلول الناجعة للمعضلات التي تواجهها. وليس هناك من وسيلة سوى تكاتف جهود العلماء في العالم أجمع لمواجهة هذه التحديات، وهذه الجهود تستلزم أولًا -وقبل كل شيء- العودة إلى منهجية البحث العلمي القائمة على قيمها الأصيلة التي نشأت عليها، وهي: الإنسانية والصدق والتجرد لنتائج البحث من دون ميل واتباع هوى؛ لأنها الشروط الأساسية للنجاح. وإننا لنأمل أن هذا العمل المتواضع في التذكير بجذور منهجية البحث العلمي، يكون مساهمة متواضعة في هذا الجهد الكبير.

والله الموفق للسداد، وهو ولي التوفيق.

١. الذكاء الاصطناعي.
٢. أشباه الموصلات والكمبيوتر الكمي (Quantum Compting).
٣. المعلومات الكبيرة (Big Data).
٤. هندسة الأنسجة الحيوية.
٥. الطاقة المتجددة.

إن دخول التنافس العالمي على مثل هذه القضايا التقنية من شأنه أن يضعف التعاون العلمي العالمي، وأن يحرم الأغلبية من سكان العالم من ثمار هذه التقنيات.

خامسًا: الذكاء الاصطناعي، والحاجة إلى إعادة تعريف الإبداع:

لم يعد لازمًا أن تكون بارعًا في الكتابة مثل الرافعي لتكتب موضوعًا إنشائيًّا جيدًا؛ فكل المطلوب هو أن تمتلك جهاز حاسوب فيه برنامج الذكاء الاصطناعي، كذلك الرسم والتصميم والإنتاج العلمي، وللتدليل على ذلك، فقد قمت بمساعدة ابني عمر قبل فترة بتجربة أحد برامج الذكاء الاصطناعي، فقمنا بالطلب من البرنامج أن يكتب موضوعًا مختصرًا، وأعطيناه مفاتيح الموضوع، وهي عبارة عن أربع كلمات، وبعد أقل من نصف دقيقة قدم لنا الحاسوب موضوعًا في غاية الجمال، وقد أعدنا التجربة عدة مرات، وكانت النتائج أقل ما يقال عنها إنها باهرة، ثم طلبنا منه أن يرسم لنا لوحة فنية عبارة عن غابة فيها الضباب ساعة السحر، وأن يكون الرسم على طريقة فناني المفضل "فان كوخ"، فقدم لنا ثلاثة لوحات جميلة جدًّا، كلها يمكن أن أعلقها على الجدار في مكتبي. بالطبع هذه الإنجازات ما هي إلا شيء بسيط من قدرات هذه التقنية، التي لم تصل إلى مداها، أو إلى عشر معشاره اليوم. هذه القضية تثير مسألة مهمة، وهي تعريف الإبداع والملكية الفكرية. فهل اللوحة الفنية التي رسمها البرنامج، هي من ملكي أنا؛ بوصفي الشخص الذي أبدع ذلك من خلال إعطاء الأمر باختيار تلك العبارات التي كانت كافية لإنجاز اللوحات؟ أم أنها ملك الذين قاموا

ثالثًا: دور المصالح السياسية والاقتصادية في نشر ما يسمى "بالحقائق البديلة":

إن أحد أكبر الأخطار التي تواجه العلم اليوم هي في وصول القيادات الشعبوية التي تناهض العلم إلى الحكم في الدول المتقدمة، والتي سوف تسعى -بدون أدنى شك- إلى الحد من حرية العلماء؛ لأنها ترفض النتائج العلمية التي تخالف توجهاتها السياسية ونظرياتها التي عفى عليها الزمان، ومن ذلك النظرة العنصرية، والأسس العلمية لعملية الاحتباس الحراري، وظهور الأوبئة وسبل معالجتها. لقد وصلت الأمور ببعض السياسيين إلى التشكيك بالحقائق القابلة للإثبات، من خلال تقديم "حقائق بديلة"، وهي تغطية على عملية الكذب على الناس. لقد كان في وصول النازية والفاشية إلى الحكم في ثلاثة بلدان هي ألمانيا وإيطاليا واليابان، الآثار التدميرية الكبيرة على المجتمعات والحركة العلمية، وكان من نتائج ذلك هجرة معظم العلماء الألمان إلى الدول الأوروبية والولايات المتحدة؛ طلبًا للحرية العلمية، وقد ذكرنا العديد منهم في هذا الكتاب، مثل كارل بوبر وأينشتاين وشرودنجر، وغيرهم كثير. إن في ذلك لعبرة في أن أجواء الحرية إذا ما كانت متوفرة، فإنها بحاجة إلى الإدامة، وإلا فإن اختفاءها سوف يكون أسرع بكثير من تأسيسها، وما أصدق قول الإمام علي رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ:"ما أكثر العبر وقلة الاعتبار".

رابعًا: تمحور التنافس العالمي حول القضايا العلمية:

هناك دعوات لإخضاع النتائج العلمية للحدود السياسية بدعوى المصالح الوطنية، وهذه قد تكون مقبولة في حدود ضيقة، لكن التوسع فيها قد يشكل مصدر خطورة. وقد كتبت مؤخرًا عن تزايد حمى التنافس العالمي حول بعض القضايا العلمية، وفي مقدمتها ما يلي[1]:

---

(١) غانم الجميلي، "٦ مجالات تعاون لإقامة شراكة إستراتيجية بين دول الخليج وأمريكا"، مجلة آراء حول الخليج، العدد ١٨٠،سبتمبر ٢٠٢٣.

تثبت أن العلم البشري في حالة دائمة من التغيير، وأن الالتزام ببعض النتائج في وقت من الأوقات سوف يؤدي إلى حرمان البشرية من اكتشاف حقائق جديدة. لذلك يجب عدم وضع أية قيود على البحوث العلمية التي تستوفي شروط البحث العلمي بسبب النتائج التي تتوصل إليها؛ لأن تلك النتائج -مثل سابقتها- قابلة للتغيير مع الزمن.

لكن تأتي المصالح الاقتصادية والسياسية، وباقي القوى الخارجية التي تسعى إلى التأثير على العلماء؛ لكي يغيروا من نتائج بحوثهم التي لا توافق تلك المصالح. هذه القضية تحصل في كل زمان ومكان، وهي ليست حكرًا لفئة دون أخرى. بالأمس كنت أستمع إلى مقابلة مع البروفسور رونالد فراير، أستاذ الاقتصاد في جامعة هارفرد، وهو أمريكي من أصل أفريقي، وقام بدراسة موضوع على غاية في الحساسية، خصوصًا في السنوات الأخيرة، وقد نشر نتائج دراسته في بحث أسماه "تحليل المعلومات عن أثر الفروق العنصرية في استخدام الشرطة للقوة"، وقد وجد من خلال دراسته أنه في حالة "استخدام القوة غير المفرطة (Non-lethal force)، فإن هناك احتمالًا -يصل إلى أكثر من ٥٠٪- بأن يتعرض الأشخاص من خلفية إسبانية أو سوداء إلى استخدام القوة، وأن إدخال العديد من العوامل لم تفسر هذا الفرق الكبير، لكن -وهنا بيت القصيد- أن الدراسة وجدت أن حالات استخدام القوة المفرطة، فإن المعلومات المتوفرة لا تشير إلى وجود فارق بين مختلف الأجناس. غني عن القول إن هذه النتائج لم تعجب الكثير ممن يدعون الدفاع عن الحقوق المدنية، حيث وصل الأمر بالبعض إلى تهديد الباحث بنتائج وخيمة ما لم يغير من تلك النتائج. بالطبع لسنا هنا بصدد الدفاع عن الباحث، أو النتائج التي توصل إليها؛ لكننا نقف مع حقه في نشر تلك النتائج، إذا كان البحث مستوفيًا للشروط العلمية، والتي من أهمها عدم وجود الميل، وغياب المؤثرات الخارجية.

الكوفيد-١٩، وقد وجدت الدراسة أن حوالي نصف السكان في الولايات المتحدة (٤٨٪) يعتبرون أن مواقع التواصل الاجتماعي هي مصدر لبعض المعلومات (٣٠٪)، وأغلب المعلومات (١٨٪) حول اللقاح[1]. بالطبع إن هذه النسبة سوف تكون أعلى بكثير في المجتمعات الأقل تطورًا من الولايات المتحدة. المشكل في الأمر أن المعلومات التي تبث من خلال المواقع ليست خاضعة لأي معيار من حيث المصداقية؛ لذلك كان لها الأثر السلبي الكبير الذي أشار إليه تقرير منظمة الصحة العالمية أعلاه.

ثانيًا: تزايد الضغوط على العلماء؛ للتأثير في نتائج أبحاثهم:

المسألة الأساسية وراء منهجية البحث العلمي هي وضع خارطة طريق للبحوث العلمية؛ لكي تمنح الناقد الثقة بالنتائج التي يتوصل إليها العلماء، سواء كانت موافقة للرأي العام أو مخالفة له. والسبب وراء ذلك هو الحقيقة الأساسية أن الأفكار التي تشكل الرأي العام تتغير بتغير المعطيات والمعلومات المتوفرة، ففي وقت من الأوقات كان مجرد التفكير بأن الأرض تدور حول الشمس يعتبر نوعًا من الكفر، وقد دفع العلماء الذين آمنوا بهذه القضية ثمنًا باهظًا في سبيل ذلك. لكننا اليوم ندين للأولئك الشجعان بالكثير؛ بسبب ثباتهم، ودفاعهم عن حقهم بنشر أفكارهم. لكننا ما إن تجاوزنا تلك المعضلة حتى وقعنا في أخرى، وهي أن مركزية الشمس كانت تعني ثبوتها عن الحركة، وأن الكواكب فقط هي التي تدور حولها، وهذا صحيح إلى حد ما إذا نظرنا إلى المجموعة الشمسية بوصفها نظامًا معزولًا، ولكن الاكتشافات الحديثة أثبتت أن الشمس التي هي بمثابة نجم صغير في مجرة متوسطة الحجم تسمى درب التبانة، تدور حول مركز المجرة، وأنها تكمل دورتها في ٢٥٠ مليون سنة. هذه الأمثلة

(1) Amy Mitchel and Jacob Liedtke "About Four in Ten Americans Say Social Media is an Important way to Following COVID-19 VaccineNeeds," at pewresearch.org.

٣. شيوع استخدام وسائل التواصل الاجتماعي كوسيلة للحصول على المعلومات:
وسائل التواصل الاجتماعي ظاهرة من الظواهر الجديدة التي نشأت نتيجة التوسع الهائل في وسائل الاتصالات؛ حيث تقدر أعداد الهواتف المحمولة في العالم بأكثر من ٧ مليار هاتف، هذه الأجهزة -وخصوصًا ما يسمى بالذكية منها- يمكن أن تكون من خلال ارتباطها بشبكة الإنترنت جهازًا للبحث عن المعلومات، كما أنها يمكن أن تكون جهازًا لإنتاج الأفلام الوثائقية والمحاضرات، بالإضافة إلى أنها تعمل على بث المعلومات إلى الشبكة العالمية؛ مما جعل بإمكان أي شخص في العالم أن يكون مصدر المعلومات ومقدمها ومنتجها ومصدر الإرسال.

برز دور وسائل التواصل الاجتماعي بجانبيه السلبي والإيجابي على أوضح صوره في أزمة الكوفيد-١٩، التي -بحسب أبحاث أجرتها منظمة الصحة العالمية- "أظهرت عملية التضخم الهائل، وانتشار المعلومات الخاطئة حول الوباء على مواقع التواصل الاجتماعي والمواقع الإلكترونية الأخرى، والتي أثبتت الوقائع أنها بنفس خطورة الوباء على الصحة العامة.

إن التقدم التكنولوجي ومواقع التواصل يمكن أن تمثل فرصة للحفاظ على السلامة من خلال إيصال المعلومات، لكن تلك الوسائل لها القدرة أيضًا على تضخيم المعلومات الخاطئة، التي تقف عائقًا أمام الاستجابة العالمية للوباء، وتعرقل الإجراءات التي يمكن أن تساعد في السيطرة على الوباء"[1].

ومما زاد في أهمية الأمر أن عددًا كبيرًا من الناس كان يستخدم وسائل التواصل الاجتماعي للحصول على المعلومات حول الوباء والوقاية، وكذلك النظرة إلى دور اللقاح في العلاج، وقد أجرى مركز "بيو للدراسات" استطلاعًا للرأي في الولايات المتحدة، حول استخدام مواقع التواصل الاجتماعي كمصدر للمعلومات حول لقاح

(1) WHO، "Social Media and Covid-19"، December 19، 2021.

والبحث العلمي، إلا أنها تلعب دورًا مهمًّا في بعض الحالات التي تتطلب إيصال المعلومات العلمية الموثقة إلى الناس.

هذه الحقيقة برزت أثناء أزمة الكوفيد-١٩ التي هزت العالم، وكشفت ما كان مستورًا في العديد من الجوانب، ومنها عدم التزام الإعلام الغربي بنقل الحقائق من دون ميل، وقد دلت على ذلك دراسة موسعة قام بها فريق بحثي في جامعة "دورتموث" الأمريكية، شملت طبيعة تغطية وسائل الإعلام الأمريكية والعالمية لأزمة الكوفيد-١٩، ونشرت صحيفة نيويرك تايمز ملخصًا لهذه الدراسة، التي وجدت أن وسائل الإعلام الأمريكية الوطنية، وهي تشمل كبريات وسائل الإعلام التي تغطي الساحة الأمريكية، كانت الغلبة في تغطيتها لأزمة الكوفيد-١٩ "الأخبار السيئة" بنسبة قاربت ٨٧٪ للإعلام الأمريكي، مقابل ٥٧٪ بالنسبة للإعلام العالمي. هذا التباين في التغطية استمر حتى بعدما أعلنت شركة فايزر عن نجاحها تطوير اللقاح المضاد؛ حيث هبطت نسبة الأخبار غير السارة في الإعلام الأمريكي إلى ٨٠٪، في مقابل حوالي ٤٠٪ بالنسبة للإعلام العالمي. وقد يقول قائل إن هذه الاختلافات ربما تعكس طبيعة الأزمة في الولايات المتحدة، مقابل دول العالم، وقد ردت نتائج الدراسة على ذلك، من خلال متابعتها للإعلام الأمريكي المحلي، الذي كانت نسب التغطية فيه أقرب للإعلام العالمي منه إلى الإعلام الوطني الأمريكي، كما وأن الدراسة لم تجد فروقًا تذكر في التغطية الإعلامية بين الإعلام الليبرالي النزعة أو اليميني التوجه. هذه الأرقام أساسها ميل الإعلام الأمريكي إلى استخدام عناصر الخوف والترهيب، التي تزيد من التصاق المشاهد بوسائل الإعلام، وتزيد من نسب المشاهدة، والتي بدورها ترفع موارد دخل المؤسسات الإعلامية، في مقابل نشر الوقائع كما هي من غير رتوش، والتي لا تمتلك عناصر الإثارة التي تجذب المشاهدين؛ لذلك تصبح الحقيقة هي الضحية في زحمة التهويل.

أعيذها نظرات منك صادقة أن تحسب الشحم فيمن شحمه ورم
وما انتفاع أخي الدنيا بناظره إذا استوت عنده الأنوار والظلم

لقد كانت حالة غياب منظومة القيم ربما محصورة في المجتمع الأثيني، أو عموم اليونان؛ لكنها اليوم -وبسبب قوة التواصل بين البشر وسرعة الانتقال- أصبحت ظاهرة عالمية. هذه الأحوال دفعت بالعديد من الكتاب والفلاسفة إلى وصف زماننا هذا بأنه "عصر التفاهة"، (The Age of Mediocrity)، وكما يقول جوزيه أورتيغا: "إن الصفة المميزة لزماننا هذا هو الحقيقة المرة المتمثلة بأن أصحاب النفوس التافهة التي تعلم بأنها تافهة، أصبح لديها الجرأة لفرض حقها في التفاهة على المجتمع، وفرض نفسها في أي مجال شاءت".

٢. انحياز الإعلام: يعتبر دور الإعلام أساسيًّا في نشر الوعي في جميع مناحي الحياة، ومنها إيصال المعلومات العلمية الموثقة إلى عامة الناس. لكن أصابع الاتهام دائمًا ما توجه إلى الإعلام بالانحياز في نقل المعلومات. فغالبية الإعلام في العالم تتحكم فيه الحكومات الشمولية، التي تلزمه بتقديم الصورة التي تناسب الروايات الحكومية حول القضايا العامة، ومنها التي تخص العلم ونتائج البحث العلمي التي تجري تغطيتها، بحسب ملاءمتها لسياسة الحكومة. وليس الإعلام في الغرب، والذي يسمي نفسه بالإعلام الحر، بمنأى عن التحيز، وإن كان لأسباب مختلفة تمامًا؛ ولكن النتيجة واحدة. ذلك أن الإعلام في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، تسيطر على معظمه خمس شركات إعلامية عملاقة، تمتلك كبريات الواجهات الإعلامية من الصحافة المطبوعة ومحطات التلفزة والقنوات الإخبارية. هذه المؤسسات غايتها الأولى، ليست التوعية، ونقل الحقائق إلى المستمعين والقراء والمشاهدين، وإنما خدمة مصالح وتوجهات المالكين، وتحقيق أعلى مستوى من الأرباح، بغض النظر عن الوسائل، وهذه قد تكون مسألة بعيدة عن العلم

كبير- منظومة القيم التي كانت سائدة في المجتمع الإغريقي في المرحلة التي درسناها في الفصل الثاني من هذا الكتاب. ذلك أن القيم التي يمكن أن تقيم الأمم قد غابت اليوم، واستبدلت بقيمة واحدة، وهي قيم "المرح، والترفيه"، التي أصبحت الشغل الشاغل للجميع، وهو التجارة الرابحة، والإوزة التي تبيض ذهبًا. لذلك نرى أن أكثر الناس شهرة هم الذين يقدمون خدمة الترفيه هذه، مثل أهل الفن، وليس كل فن؛ بل هو النوع الرخيص منه؛ لأنه لا يكلف الناس عناء التفكير، وكذلك تحولت الرياضة إلى ترفيه، وأصبح لاعبو الكرة من أكثر الناس دخلًا، حيث تصل أجورهم إلى عشرات ومئات الملايين، وقد وصل العديد التافهين إلى قمة الشهرة والثراء، ليس من خلال تقديم أي شيء يذكر، سوى عرض حياتهم الخاصة، والتعرية في وسائل التواصل الاجتماعي. وليت الأمر توقف عند ذلك، لكن الأخطر هو أن كل شيء أصبح يقاس بقيمة الترفيه، فالأخبار يجب أن تكون ترفيهية، والخطب والمحاضرات صارت الغاية منها الترفيه، وحتى وصل الأمر إلى السياسة، ففي البلاد التي تتمتع بشيء من الحرية، أصبح لازمًا على كل من يتقدم للترشيح للمناصب السياسية أن يكون شخصية جاذبة للجمهور؛ لأن لا أحد يهتم للأفكار والسياسات اليوم، بقدر اهتمام الناس بكون المرشح شخصية مرحة تشد المشاهدين. هذه الحالة نتج عنها صعود العديد من القيادات الشعبوية، التي لا تمتلك حظًّا من الفكر، غير السعي نحو الشهرة إلى سدة الحكم في العديد من الدول الديمقراطية. ومما زاد في خطورة الأمر شيوع الجهل بين عموم الناس، ولسنا نقصد بالجهل هنا عدم معرفة القراءة والكتابة؛ ولكن المقصود هو غياب التفكير العلمي، فكم من متعلم للقراءة ولا يقرأ، وكم ممن لا يحسن القراءة وهو يمتلك عقلية التفكير السليم؛ لأنه يعرف من أين يستقي المعلومات، ويستطيع التمييز بين الغث والسمين، ولله در أبي الطيب المتنبي حين قال:

عودة على بدء: بوبر والحسن بن الهيثم:

اهتم كارل بوبر بدراسة منهجية الحسن بن الهيثم وكتابه "المناظر"، وذلك من خلال الدراسة التي تقدم بها تلميذه في جامعة لندن الباحث الأمريكي من أصل مصري، الدكتور عبد الحميد صبرة رَحِمَهُ ٱللَّهُ (١٩٢٤-٢٠١٣)، الذي أصبح فيما بعد أستاذًا لتاريخ العلوم في جامعة هارفرد، وكانت رسالة الدكتوراه التي قدمها الدكتور صبرة حول الحسن بن الهيثم وكتاب المناظر، والتي كانت أساس تحقيق كتاب المناظر الذي نشر في الكويت[١].

تحديات المنهجية في القرن الحادي والعشرين:

إن النجاحات التي حققها العلماء، هي باهرة جدًّا، وتزيد من فهمنا للكون ولأنفسنا يومًا بعد يوم؛ لكنها لا تعني أن طريق العلم والعلماء أصبح ممهدًا ومفروشًا بالورود؛ بل العكس، فإن النجاح له ثمنه، وهو محاولة البعض من أصحاب المصالح ركوب موجة العلم، واستخدام صفة "العلم"، أو تسخير العلم لمصالحهم الخاصة. ولذلك فمن المتوقع أن تواجه الحركة العلمية تحديات كبيرة، لعل من أهمها:

أولًا: السفسطائية الحديثة:

الأوضاع القائمة الآن تشبه -إلى حد كبير- الأجواء التي كانت سائدة في أثينا، التي أدت إلى ظهور الحركة السفسطائية، ولعل من أهم أوجه التشابه ما يلي:

١. انهيار منظومة القيم في العالم: ليس هناك من دالة على حالة المجتمعات أكبر وأهم من منظومة القيم المعتبرة بين الناس في أي زمان ومكان؛ لأنها -كما يقول فرانك سوننبرغ- "إن القيم تشبه خارطة السير بالنسبة للطيار، فبدونها نطير عميانًا". كذلك فإن منظومة القيم اليوم، أو قل إن شئت ضحالتها اليوم، تشبه -إلى حد

(١) أبو علي الحسن بن الهيثم، كتاب المناظر، تحقيق: عبد الحميد أبو صبرة، السلسلة التراثية، الكويت ١٩٨٣.

بالقرب من المجرات أو المادة المظلمة، التي عادة ما تكون في وسط المجرات. فهل لنا أن نقول إن نظرية نيوتن في الجاذبية باطلة بسبب هذه القضية؟ لا أعتقد أن أحدًا من العلماء يمكن أن يقبل بهذه النتيجة. إذًا يبقى السؤال هنا: ما هي طبيعة المعيار الذي يحدد بطلان النظرية من عدمها؟ الجواب بالطبع يعتمد على طبيعة النظرية، وهل هي تتعلق بتفسير ظاهرة واحدة أم عدة ظواهر.

لا يقتصر الموضوع على قانون نيوتن في الجاذبية؛ فهناك معادلات ماكسويل في وصف الطبيعة الموجية للأشعة الكهرومغناطيسية، وهي من أهم المعادلات في وصف طبيعة الضوء، وكانت المصدر للعديد من القوانين الفيزيائية، التي شكلت -وما تزال- الأسس العلمية للعديد من المكتشفات المهمة، لكن هذه المعادلات لا تستطيع تفسير طبيعة التفاعل بين الضوء والمادة؛ لأن الأشعة الكهرومغناطيسية -ومنها الضوء- لا تلتزم بالسلوك الموجي عند تفاعلها مع المواد؛ لأنها تتصرف بشكل أقرب إلى المادة منه إلى الموجات؛ ولذلك نحتاج إلى الفيزياء الكمية؛ لوصف هذه العملية، فهل يكون هذا القصور من جانب نظرية ماكسويل سببًا لإبطالها، بالطبع لا أحد يقول بذلك.

خلاصة القول إن النظريات العلمية الحديثة -وهي نظريات جاءت نتيجة جهود علماء من جميع بقاع العالم- أثبتت محدودية علم الإنسان، وبعدنا عن الوصول إلى الحقائق الكبيرة. لذلك فإن النظرة هي أننا نكتشف جوانب من تلك الحقائق، وأن القوانين والقواعد التي نتوصل إليها من خلال نتائج التجارب العلمية، هي مفيدة جدًّا؛ لأنها الأساس للعديد من التطبيقات العلمية التي طورت حياة الإنسان، إلا أنه ليس بمقدورنا الادعاء بالتوصل إلى الحقائق الكونية التي يمكن أن تفسر جميع الظواهر.

قام بوبر بتطبيق هذا المبدأ على نظرية ماركس؛ حيث اعترف أن النظرية الأولية التي وضعها ماركس كانت علمية؛ لأنها تنبأت بالعديد من النتائج التي يمكن إثباتها، ومن ذلك ادعاء ماركس بأن بريطانيا سوف تكون من أول الدول التي تطبق الماركسية؛ بسبب أوضاع الطبقة العاملة هناك، لكن، وبسبب أن العديد من التنبؤات التي تقدم بها ماركس لم تتحقق؛ الأمر الذي دفع بمفكريها فيما بعد إلى تحويرها؛ لتتحول إلى فكرة غير قابلة للإثبات، ومن ثم فقد فقدت صفتها العلمية، حسب نظرة بوبر.

فكرة بوبر هذه سهلة من حيث النظرية المنطقية، لكنها تثير العديد من المشكلات عند التطبيق، فعلى سبيل المثال، هل في واقع الأمر أن إثبات حالة واحدة لا تنطبق عليها النظرية تكفي لإثبات فشل تلك النظرية؟ لقد كانت نظرية نيوتن في الجاذبية، على سبيل المثال، تقول إن أي كتلتين في الكون تتجاذبان بقوة تتناسب مع كتلتيهما، وعكسيًّا مع مربع المسافة بينهما. هذه النظرية أثبتت فاعليتها في العديد من المجالات العلمية، مثل قوانين كبلر في وصف حركة الكواكب حول الشمس، وكذلك حساب قوة الجاذبية في تحديد قوة الصواريخ التي تنطلق خارج نطاق الحاذبية الأرضية، أو تدخل في مجال جاذبية الشمس أو الكواكب الأخرى. لكن هذه النظرية فشلت في اختبار تأثر الضوء بالجاذبية، وذلك أن الضوء ليس له كتلة في حالي السكون، بمعنى أن كتلته تساوي الصفر؛ مما يعني أنه لا يتأثر بقوة الجاذبية، وأن مساره لن يتأثر أثناء دخوله في أي مجال جاذبي؛ لكن النظرية النسبية لأينشتاين والتجارب العلمية التي جاءت بعدها أثبتت أن الضوء يتأثر بالجاذبية، وأن هذه الخاصية هي التي مكنت العلماء من تفسير الإشكالية التي حيرت العلماء لزمن طويل، حول تفسير نتائج رصد مسار الكوكب عطارد حول الشمس، وكذلك الظاهرة التي يسميها العلماء "عدسة الجاذبية"، التي تشير إلى عملية انحناء الضوء خلال مروره

إثبات الفشل، فالنظرية النسبية التي سمع شرحها من أينتشاين بنفسه فتحت أمام عينيه تساؤلًا مهمًّا، وهو أن نظرية أينشتاين تختلف اختلافًا جوهريًّا عن نظريات فرويد وأدلر، التي يدعي أصحابها أنها "علمية"، وهي أن أينشتاين تحدى العلماء من خلال قوله بانحناء الضوء بالجاذبية؛ لكي يثبتوا صحة أو خطأ نظريته، أما نظريات فرويد وأدلر فهي لا تمتلك هذه الصفة المهمة. ولكي يقرب فكرته عن التحليل النفسي، فإنه يضرب مثلًا برجلين أحدهما يلقي بطفل في النهر ليغرقه، وآخر يلقي بنفسه في النهر لينقذ الطفل من الغرق. "إن القضية واضحة جدًّا، فإن نظريات فرويد وكذلك أدلر، لا تستطيع استثناء أي شخص، بغض النظر عن الفعل الذي قام به، وتبعات ذلك الفعل، وفي ما إذا كان ذلك على شكل أن يخاطر الإنسان بحياته لإنقاذ طفل (قضية سمو)، أو في ما إذا كانت مسألة محاولة قتل الطفل بإغراقه (قضية اضطهاد)، فإن القضيتين ليس بإمكان نظريات فرويد أو أدلر التنبؤ بإحداهما دون الأخرى".

في المقابل يجد بوبر أن نظرية أينشتاين يمكن نقضها عن طريق التجربة؛ لأن النظرية توصلت إلى نتيجة محددة، وهي أن الضوء ينحني بالجاذبية؛ لذلك فهي تمثل تحديًا للعلماء لإثبات النقيض، وهو أن الضوء لا ينحني بالجاذبية، والتي إن ثبتت تعني رفض النظرية بالكامل، هذه الصفة في "نظرية النسبية" ليست موجودة في نظريات فرويد وأدلر؛ ولذلك فهو يرى أن هذه النظريات التي صيغت بطريقة لا يمكن إثبات عجزها، لا يمكن إطلاق صفة "العلمية" عليها. يقول في وصف نظريته، "إن الإسناد الحقيقي يمكن الحصول عليه فقط من خلال الاختبار (أي محاولة إثبات العكس)، ولذلك فإن مبدأ إمكانية إثبات العكس (Criteria of Refutation) يجب أن يوضع مقدمًا؛ لذلك يجب الاتفاق على طبيعة المعيار، الذي إذا ثبت فإن النظرية قد تم إبطالها". هذا يعني وبالعودة إلى النظرية النسبية، فإن انحناء الضوء بالجاذبية هو المعيار لمصداقية النظرية؛ ولذلك فإن إثبات العكس هو عمليًّا إثبات بطلان النظرية النسبية.

نظريات فرويد. وقد عايش بوبر هذه النظريات، من خلال تطوعه للعمل في إحدى عيادات أدلر الخاصة بالأطفال المحرومين. جاءت الفرصة الكبيرة أثناء الاستماع إلى محاضرة لأينشتاين عن النظرية النسبية، التي تضمنت نتائج يمكن للعلماء التثبت من صحتها من خلال التجارب العلمية. هذه الفكرة فتحت آفاق ذهنه على الفروق بين هذه النظرية ونظريات ماركس وفرويد وأدلر.

هذه الأفكار دفعت به إلى ترك التعليم في المدارس الثانوية، والتوجه إلى الدراسات العليا في مجال الفلسفة؛ حيث وقع اختياره على موضوع التحليل النفسي للذاكرة الإنسانية، بإشراف الأستاذ كارل بيولر؛ حيث بدأ البحث بدراسة في الفصل الأول عن منهجية البحث العلمي، وهي البداية التي فتحت أمام التلميذ والأستاذ آفاقًا مهمة، تتركز حول العلاقة بين المنهجية ونظريات علم النفس، ومدى "علمية" تلك النظريات.

انتقل بوبر إلى نيوزلندا للتدريس عام ١٩٣٧، وذلك بعد زحف الجيش الألماني نحو النمسا لإلحاقها بألمانيا النازية؛ حيث نشر كتابه المهم عن المجتمع المفتوح، الذي أدان فيه طبيعة الحكم الشمولي، وذلك في عام ١٩٤٥. قضى بوبر فترة الحرب في نيوزلندا، التي غادرها بعد نهاية الحرب إلى بريطانيا عام ١٩٤٦؛ للتدريس في كلية لندن للاقتصاد، وليصبح أستاذًا للمنطق ومنهجية البحث العلمي.

نظرية بوبر في المنهجية العلمية:

كانت خلفية بوبر العملية، والأجواء العامة التي مر بها -ومنها التطورات العلمية الكثيرة التي رافقت نشأته، والنزعة العامة عند العديد في إطلاق صفة العلمية على العديد من "الأفكار"، بغض النظر عن مصدرها- هي العامل الأساس في تشكيل نظرة بوبر للمنهجية. لذلك طور فكرته الأساسية حول محاولة التمييز بين النظرية العلمية والأخرى التي يسميها "أشباه العلمية"، على أساس خضوع النظريات العلمية لاختبار

الوصول إلى النتيجة المهمة للنظرية النسبية العامة، وهي أن الضوء ينحني بمجال الجاذبية، وهي نتيجة تتصادم مع المفاهيم القائمة على قانون نيوتن للجاذبية، كما أسلفنا. وقد أثبتت التجارب -مثل رصد مسار عطارد- صحة هذه النظرية.

كارل بوبر يعيد صياغة منهجية البحث العلمي:

الإنجازات العلمية الكبيرة التي غيرت العديد من المفاهيم، ورفعت مكانة العلماء، وشرحنا بعضها أعلاه، جعلت الناس تعتقد بأن القدرات العلمية ليس لها حدود؛ ولذلك فقد أصبح "العلم" صفة تجذب الناس، وأصبح كل شيء هو نتاج العلوم. هذه القضية وإن كانت نعمة بالنسبة للعلم والعلماء، إلا أنها وفرت تحديًا جديدًا، كان لابد من التصدي له وتوضحيه، ألا وهو التمييز بين ما هو "علمي" و"غير علمي". وقد تصدى لهذا التحدي العالم والفيلسوف البريطاني من أصل نمساوي كارل بوبر، الذي يعد من أهم الفلاسفة الاجتماعيين في القرن العشرين، وواحدًا من أهم منظري منهجية البحث العلمي على الإطلاق، فمن هو؟ وما هي إنجازاته العلمية في مجال منهجية البحث العلمي؟

ولد كارل ريموند بوبر (Karl Raimund Popper) في فيينا عام ١٩٠٢، لعائلة على مستوى عال من الثقافة، فالوالد كان محاميًا، وكان مهتمًّا بالفلسفة، وغرس في ابنه الاهتمام بالقضايا الاجتماعية والسياسية، أما الوالدة فقد ورثت ابنها حب الموسيقى الكلاسيكية، لدرجة أن الموسيقى كانت المادة الثانية في دراسته للدكتوراه فيما بعد. كانت مرحلة الشباب بالنسبة لبوبر رحلة في اتجاهات عملية وفكرية عديدة، فبعد دخوله الجامعة عام ١٩١٨، اكتشف النظرية الماركسية، التي أعجب بها كثيرًا؛ لكنه سرعان ما اكتشف قصورها. كانت تلك الفترة الزمنية تعج بنظريات سيغموند فرويد حول التحليل النفسي، وكذلك نظريات ألفرد أدلر في علم النفس الفردي، التي تقوم على أن القوة الدافعة عند الإنسان هي شعوره بالنقص، والتي خالف في بعض جوانبها

أزالت مبدءًا مهمًّا في العلوم القديمة، وهو مبدأ "حفظ المادة"، فالمادة إذًا أصبحت مظهرًا من مظاهر الطاقة، ويمكن إعادتها إلى طبيعتها الأولية من خلال التفاعلات الانشطارية أو الاندماج النووي.

طور أينشتاين نظريته بعد ذلك بعشر سنوات بما أسماه النظرية النسبية العامة، والتي أضافت إلى النسبية الخاصة التطبيق الخاص بالضوء، وكان استنتاجه الأهم هو عملية الترابط بين الزمان والمكان (Time-Space)، وأن ذلك ناتج عن محدودية سرعة الضوء، بمعنى أن الضوء يستغرق ٩ دقائق لقطع المسافة من الشمس إلى القمر؛ ولذلك فعندما ننظر إلى الشمس فإننا نرصد حالتها قبل ٩ دقائق. الشمس بالطبع هي أقرب نجم لنا؛ لأن النجم الأقرب بعدها يبعد أكثر من أربع سنوات ضوئية، بمعنى أن الضوء يستغرق أكثر من أربع سنوات لكي يصل إلى الأرض، وهلم جرا. هذه النظرية أظهرت تصورًا جديدًا للكون على أنه نسيج من بعدي الزمان والمكان،وأننا بموجب هذه النظرة كلما ابتعدنا في النظر في الكون، ابتعدنا في بعد الزمن، فحاضر الكون مجهول بالنسبة لنا؛ بسبب محدودية سرعة الضوء، ولأن المعلومات في الكون لا يمكن أن تنتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء. وقد أكدت القياسات الحديثة صدق هذه المقولة، بإثبات أن موجات الجاذبية هي الأخرى تسير بسرعة الضوء، من خلال الربط بين قياس التغيير في موجات الجاذبية ورؤية الالتحامات بين الثقوب السوداء الكبيرة من خلال التلسكوبات الأرضية.

النظرية النسبية أحدثت تغيرًا أساسيًّا في فهمنا لدور الجاذبية، والتي أصبحنا ننظر إليها، ليس من خلال نظرة قانون نيوتن على أنها قوة تجاذب بين جسمين؛ بل من خلال تصور أن وجود أي كتلة يسبب انبعاجًا في نسيج الزمان والمكان، وأن مقدار الانبعاج يتناسب مع الكتلة؛ ولذلك فإن أي جسم أو أشعة ضوئية سوف تغير من مسارها؛ بسبب الانبعاج في نسيج الزمان والمكان. هذه النظرة مكنت العلماء

الشك في الجانب الملازم يزداد كلما حاولنا زيادة الدقة في الجانب الآخر. وشبيه ذلك حيود الضوء (Diffraction) عندما يمرر من خلال فتحة ضيقة وطويلة، فكلما ضاقت الفتحة زاد انتشار الضوء عرضيًّا. هذا التصور يلقي بظلال من الشك حول دقة النتائج التي يمكن أن نصل إليها من خلال التجارب العلمية. لابد من الإشارة هنا إلى أن مبدأ هايزنبرغ يتعلق بقضية نابعة من طبيعة المواد الدقيقة، وليس ناتجًا عن تأثير التجارب، كما هو شائع في العديد من النشريات، لكن بغض النظر عن طبيعته، فما يهمنا هنا ليس الدقة في وصف الظاهرة؛ بل الإشارة إليها بقدر ما يتعلق الأمر بالنظر إلى طبيعة نتائج التجربة العلمية في العصر الحديث، والتي هي مغايرة في العديد من الجوانب للنظرة القديمة، التي تقول إن غاية البحث العلمي هي اكتشاف الحقائق الكونية المطلقة؛ لأننا لا يمكن أن نصف ما نتوصل إليه بأنها "حقائق مطلقة".

٣. النظرية النسبية لأينشتاين: طور العالم النمساوي ألبرت أينشتاين النظرية النسبية الخاصة عام ١٩٠٥، والتي كانت من أهم نتائجها اكتشاف العلاقة بين المادة والطاقة، وأن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة، وعلاقة ذلك بسرعة الضوء، من خلال المعادلة المعروفة ($E=mc^2$)؛ حيث ترمز E إلى كمية الطاقة، و m إلى كمية المادة المتحولة، و c هي سرعة الضوء في الفراغ. هذه النظرية هي التي فسرت -على سبيل المثال- الطاقة الهائلة التي تشعها الشمس من خلال عملية الاندماج النووي (Nuclear Fusion)، وكانت أساس إنتاج القنبلة النووية، ومن بعدها الهيدروجينية؛ حيث أثبتت التجارب أن كمية المادة التي بقيت بعد الانفجار -سواء كان انشطاريًّا، كما هي الحالة في القنبلة الذرية المصنوعة من انشطار اليورانيوم، أو الاندماجية مثل القنبلة الهيدروجينية- أقل بقليل من كمية المواد المتبقية بعد الانفجار، وأن فرق المادة قد تحول إلى طاقة حسب المعادلة أعلاه. هذه النظرية إذًا

الكم، فإن المقابل لقانون نيوتن، هو معادلة شرودنجر؛ نسبة إلى العالم الذي وضعها، وهو النمساوي إروين شرودنجر (١٨٨٧-١٩٦١)، وهي معادلة موجية تسمى (Wave Equation Schrodinger)، يمكن بموجبها حساب احتمالية (Probability) وجود المادة الكمية في المكان المحدد. إذًا فالحديث عن وجود الإلكترون في أي من المدارات التي وصفها بور في نظريته الذرية، بحسب نظرية الكم، هو بمثابة الحديث عن احتمالية وجود الإلكترون في مكان ما، ولا يمكن الجزم بأنه موجود في مكان كذا. بالمناسبة فإن الحديث عن الإلكترون الذي ينظر إليه على أنه جسم صلب متناهي في الصغر يدور حول نواة الذرة، لا يمثل الصورة الصحيحة التي نفهمها من فيزياء الكم.

المثال الثاني يتعلق بمبدأ اللايقين (Uncertainty Principle)، الذي وضعه العالم الألماني ويرنر هايزنبرغ (١٩٠١-١٩٧٦) عام ١٩٢٧، والذي يعتبر من أهم المبادئ في الفيزياء الكمية، يقول المبدأ إنه لا يمكن تحديد خاصيتين متلازمتين من خواص مادة "كمية" بدقة متناهية، فعلى سبيل المثال، فإن خاصيتي الموقع والزخم بالنسبة للإلكترون لا يمكن تحديدهما في نفس الوقت بدقة عالية، فكلما اقتربنا من تحديد موقع الإلكترون زادت اللادقة في تحديد زخمه حتى تصل اللانهاية، والعكس بالعكس، فكلما اقتربنا من تحديد الزخم، زادت اللادقة في تحديد موقع الإلكترون. هذه العلاقة يعبر عنها بالمعادلة التالية:

$$\sigma_x \sigma_p \geq h/4\pi$$

حيث ترمز σ_x σ_p إلى مقدار اللايقين في قياس زخم وموقع المادة الكمية، على التوالي، في حين يرمز h إلى ثابت بلانك.

النظرية -كما يتضح من المثال- تدخل عاملًا للشك في دقة القياسات التي نجريها على المواد الدقيقة، مثل الإلكترون والبروتون، وما هو أصغر من ذلك، مقدار هذا

الإلكترونات، واستطاع من خلال نموذجه أن يقدم تفسيرًا للأطياف الضوئية للمواد المختلفة، وأسباب اختلافها بين العناصر.

إن نظرية الفيزياء الكمية لم تكن نظرية بالمعنى التقليدي للنظريات العلمية؛ فهي أكثر من كونها نظرية علمية تفسر ظاهرة طبيعية أو ظواهر معينة؛ لأنها في الحقيقة نظرة جديدة على المادة، وخصوصًا في عالم الدقائق، مثل تركيب الذرة، وطبيعة التفاعل بين الأشعة الكهرومغناطيسية، ومنها الضوء، والمادة.

إن استخدام الفيزياء الكمية قد غير من النظرة إلى مفهوم البحث العلمي في العصر الحديث؛ حيث كان ينظر إلى التجربة العلمية في السابق على أنها طريق الوصول إلى الحقائق والقوانين التي تحكم الطبيعة، لكن النظرة الجديدة وضعت نوعًا من الشك حول العديد من النتائج العلمية التي لا يمكن أن نحاول الوصول إليها بدقة مهما حاولنا. وأن هذه القضية لا يمكن تجاوزها بزيادة الدقة في التجارب؛ بل إنها نتيجة طبيعية للتفاعل بين الضوء والمادة أولًا، ولطبيعة الجسيمات الدقيقة (الحقيقة ليس من الصحيح إطلاق اسم الجسيمات، لكننا نذكره هنا للتقريب) التي لا تسلك سلوك المادة أو الأمواج؛ بل هي بين الاثنين. وللتدليل على الفرق في النظرة إلى نتائج التجارب العلمية في عالم الفيزياء الكلاسيكية وفيزياء الكم، سوف نتناول مثالين لشرح طبيعة النتائج العلمية، وهما معادلة شرودنجر ومبدأ هايزنبرغ:

ينص قانون نيوتن الثاني للحركة على أن الجسم إذا تعرض لقوى خارجية غير متعادلة، فإن محصلة القوى سوف تدفع بالجسم لكي يتحرك بتعجيل يتناسب عكسيًّا مع كتلة الجسم؛ أي أن الجسم الصغير يتحرك بتعجيل أكبر من الجسم الكبير. باستخدام هذه المعادلة نستطيع أن نتنبأ بدقة من خلال حساب محصلة القوى الفاعلة وكتلة الجسم على مكانه في أي وقت وبدقة عالية. لكن في عالم

أشعة ألفا خلال مرورها من خلال غشاء رقيق جدًّا من الذهب؛ حيث لاحظ أن معظم الأشعة مرت من خلال الغشاء من دون أي تغيير في الاتجاه، فاستنتج أن معظم المادة عبارة عن فراغ، ولكن كانت هناك نسبة من الأشعة التي غيرت اتجاهها بقليل؛ مما يعني أن هناك كتلة موجبة الشحنة؛ لأن أشعة ألفا موجبة الشحنة كذلك، وأن الأشعة انحرفت عن مسارها؛ بسبب قوة التنافر بين شحنتين متشابهتين، كذلك وجد أن كمية من الإشعاع ارتدت إلى الخلف مباشرة، وهي الظاهرة التي وصفها بقوله: "لقد كان شيئًا مدهشًا يمكن تشبيهه بإطلاقك لقذيفة من عيار ١٥ بوصة على غشاء ورقي، ولتكتشف أن القذيفة عادت إليك (بعد ارتطامها بالغشاء)"، وفسر ارتداد الأشعة بأنه نتيجة ارتطامها بالنواة. هذه الملاحظات جعلته يستنتج أن الذرة مركبة من نواة موجبة الشحنة وذات كتلة كبيرة، وتحوم حولها غيمة من الإلكترونات السلبية التي تعادل النواة في الشحنة فقط، وليس في الكتلة.

٢. نظرية الفيزياء الكمية (Quantum Physics): بعد ظهور نظرية ريذرفورد بعام واحد، بدأ العالم الدنماركي نيلز بور (١٨٨٥-١٩٦٢) زمالته مع ريذرفورد في جامعة فيكتوريا في مدينة مانشستر، وذلك بعد حصوله على الدكتوراه؛ حيث قام بعد سنتين بتطوير نظرية ريذرفورد حول تركيب الذرة، وقدم نموذجًا متطورًا قائمًا على استخدام نظرية الكم، التي تقول إن الضوء يجري امتصاصه أو إشعاعه من الذرات بكميات محددة، وليس أي كمية، وهي النظرية التي وضعها العالم الألماني ماكس بلانك عام ١٩٠٠. تمكن بور من خلال هذه المواءمة بين نتائج ريذرفورد واستخدام نظرية الكم من تطوير النظرية الذرية الحديثة، فتوصل إلى وضع تصور متكامل لتركيب الذرة، من خلال وصف المدارات المحددة التي تدور بها

الفصل السابع

منهجية البحث العلمي؛ الواقع والتحديات المستقبلية

منهجية البحث العلمي ليست عبارات منطقية مصاغة بشكل منمق، تستخدم لوصف شيء جامد لا يتغير؛ بل هي أشبه ما تكون بالكائن الحي الذي ينمو ويتطور؛ لأنها تتغير وتتطور مع الزمن؛ استجابة لمتطلبات البحث العلمي، والتحديات التي يواجهها العلماء، ربما أكثر من الفلاسفة. وليس هناك مثل على تطور المنهجية ومواءمتها لتحديات العصر من التغيير الكبير في النظرة إلى المنهجية ودورها؛ نتيجة الاكتشافات الباهرة التي توصل لها العلماء في مختبراتهم وأبحاثهم في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، فما هي هذه الاكتشافات؟ وما هو أثرها على دور المنهجية؟

تطور مفهوم منهجية البحث العلمي في القرن العشرين:

شهدت نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين ثورة علمية، غيرت العديد من المفاهيم والمسلمات العلمية التي كانت سائدة عند العلماء. تلك التطورات العلمية التي شملت العديد من المكتشفات التي توصل إليها العلماء في العديد من العلوم، وخصوصًا الفيزياء، رفعت من رصيد العلم والعلماء، فأصبح كل شيء ينسب إلى العلم، بالإضافة إلى تغييرها العديد من المفاهيم والمسلمات حول العلم والبحث العلمي، ولعل من أهم تلك الاكتشافات ما يلي:

١. تطوير نظرية التركيب الذري للمواد: قام العالم البريطاني من أصل نيوزلندي إرينست ريذرفورد (١٨٧١-١٩٣٧)، عام ١٩١٠ بتجربته الرائدة حول دراسة استطارة