قصة العلم التجريبي

الذروة التي بلغها البحث العلمي

للدكتور محمد محمود غالي

يعتمد العلماء اليوم على منابع أربعة للتجديد العلمي : الميراث العلمي، والبحث النظري، والبحث التجريبي، والتعمق العقلي في حقائق الاشياء ووضعها في قوانين لا تتعارض مع النتائج النظرية والتجريبية

ولن أتناول بالبحث في هذه المقدمة الميراث العلمي فقد أشرنا إلى الدرجة التي وصل إليها من العظم حتى أصبح غير ميسور لباحث أن يتعرف في فرع واحد من العلوم كل ما ينشر فيه . أما البحث النظري فقد أصبح من القوة بحيث لا يستطيع المشتغلون بالعلوم التجريبية والذين تستنزف التجارب بين جدران المعامل كل أوقاتهم ، الاستغناء عن تتبع التطورات التي تحدث في كل عام من الناحية النظرية، وإن في أعمال إينشتاين وبلانك ودي بروى وشرودنجر ما يدل على ما للطبيعة النظرية من القوة اليوم

أذكر أني طالعت منذ عشرة سنوات في إحدى صحف الصباح بباريس أن لويس دي بروى Louis de Broglie ، وكان عمره في ذلك الوقت حوالي خمسة وثلاثين عاماً حاز جائزة نوبل في الطبيعة وكان كل ما بلغه من منصب علمي وظيفة محاضر في السوربون Maitre de Conference وفي مساء نفس اليوم حضر كعادته للمعمل الذي كنت أعمل فيه بالسوربون الأستاذ موتون ، وهو عريق في منصب الأستاذية فأردت أن ألمّ بشيء عن دي بروى فقال لي : « لا تظن أني أعرف عنه أكثر مما تعرف » ، وبعد سبع سنوات من هذا التاريخ ، وقُبيل وفاة الأستاذ موتون ذكر لي وهو طريح الفراش في مستشفى معهد باستير ، وكنت أطالع له عملي : « لم يصبح لدينا من الوقت ما يكفي لتتبع دي بروى وفرانسيس بران[1] (Francis Perrin) ولا أنصحك أن تنفق وقتاً كبيراً لتتبعهم ، ولكن يظهر لي أن عالم التخمين لم يصبح أقل أهمية من عالم التجارب »

أما البحث التجريبي في العلوم الطبيعية فقد بلغ ذروة تدل عليها التطبيقات التي تمت داخل معامل الابحاث وخارجها مثل الاختراعات العديدة التي أصبحت تتداخل في جزء من حياتنا اليومية

ولنضرب الآن أمثلة من التقدم في دائرة معامل البحث ونشير إلى شيء من المقدرة التي أبداها العلماء في القيام بالتجارب العلمية . ولعل في إشارتنا ما يجعل جماعة ممتهني العلوم الكيميائية والطبيعية الذين يشبهون في حياتهم كيميائي القرون الوسطى Al-chemistes وهم كثيرون بيننا يستفيدون من الرجوع لهذه المقالات . ويقيننا أنهم إذا طالعوا بإمعان ما تتضمنه مقالاتنا سيطفئون مشاعلهم التي أفسدت الجو بدخانها ويفارقون بوادق صهرت الكثير من نقود أصحابها ويوقنون أن قصة المعامل اليوم تخالف قصتهم وأن العلماء اليوم متجهون اتجاهاً آخر في مباحث بلغت من القوة شأوا حمل الناس على الايمان بها والتسليم بسموها وعظمتها .

خذ مثلاً من العلم التجريبي كان النجاح فيه لأستاذين لا زمناها وجاورناها في معاملهما طويلاً هما كوتون وموتون، ففي سنة ١٩٠٦ استطاعا بإنارة معينة للجسيمات الميكروسكوبية أن يكتشفا ما نسميه اليوم الألترا ميكروسكوب وهو ميكروسكوب عادي إلا أن الجسيمات المراد فحصها تضاء بطريقة تسمح برؤية الجسيمات المتناهية في الصغر والتي لا يكشفها الميكروسكوب أو على الأقل تسمح برؤية مواضع

(١) عالم حديث وهو ابن جان بيران Jean Berrin الحائز لجائزة نوبل والمعروف باكتشافه بشحنة الألكترون وفرنسيس بران مدرس بالسوربون ولا شك أنه من المرشحين لجائزة نوبل

هذه الجسيمات ، خذ النتائج السريعة لمثل هذا الاكتشاف العلمي فقد استطاع جان بران فى سنة ١٩٠٨ أن يتتبع حركة جسيمات صغيرة جداً كالجسيمات المعلقة مثلاً فى نقطة من الحبر[١] وهى حركة مبنية على قوانين الصدفة إلا أنها نوع من الصدفة المنظمة ـ أما سبب حركة هـذه الجسيمات فهو حركة دائمة فى جزئيات الماء نفسه التى تتصادم مع هذه الكرات المعلقة فى السائل فتحركها معها، وهذه الحركة الدائمة فى كل سائل هى التى تسبب ضغط السائل على جدران الإناء . وقد استطاع بيران (بإدخال حسابات قام بها العالم المعروف أينشتاين) أن يدرس نظام توزيع هذه الجسيمات الصلبة داخل السائل واستنتج من ذلك نتائج علمية عظيمة الأثر منها تحديده لعدد جزئيات الغازات فى حجم محدود[٢] ومنها معرفته لشحنة أصغر جسيم كهربائى أو وحدة الكهرباء (الالكترون Electron)

وللألكترون أهمية كبرى ويكفى أن يعرف القارئ أن العلماء يتجهون الآن إلى تحديد كل ما نراه وحصر كل ما يكون العالم فى أربعة أنواع من الجسيمات المتناهية فى الصغر هى الألكترون والبوزتون والنيترون والفوتون . وسنأتى فى مقالاتنا القادمة على شرح كل واحد من هذه الجسيمات الأولى الأربعة المكونة للخليقة وعلى الظروف التى أدت إلى اكتشاف كل منها ، وإنما أردنا أن ندل القارئ على أن اكتشاف الألترامكروسكوب واكتشاف الألكترون كانا عاملين أحدهما مساعد للآخر. ومما يجدر بالذكر أن الالترامكروسكوب لعب دوراً كبيراً فى تجارب مليكان الخالدة التى فصل فيها جسيماً واحداً يحمل الكتروناً حراً[٣] واحداً، هذه التجارب التى آمل أن أفصلها يوماً لقراء الرسالة ولكن لا أترك الألكترون دون أن أعطى القارئ فكرة عن حجمه أو كتلته

تصور أنك تدخن سيجارة وأنت جالس فى الشمس وتصور أن تركت أطراف السيجارة على أصبعك بعض آثار الورق المذهب بحيث أن أشعة الشمس تساعدك عند النظر لأصبعك أن تكشف بالعين أحد هذه الجسيمات البراقة المتناهية فى الصغر والتى تركتها السيجارة . إذا تصورت هذا وأردت أن تتصور الالكترون فاعلم أن حجم هذا الجسيم الصغير يحوى ملايين المرات حجم الالكترون الواحد ، فإن نسبته لهذا الجسيم البراق الصغير جداً كالنسبة بين الأخير وبين المكتب الذى أكتب عليه الآن هذا المقال

يمكنك أن تتصور أيضاً أنك تأكل تيناً وأنه قد أصاب أصبعك إحدى أشواكه الصغيرة — إنه يلزمك فى العادة ملقاط لإخراج هذه الشوكة التى إذا خرجت تراها بصعوبة بالعين المجردة ، إن هذه الشوكة ربما تحوى من الألكترونات قدر ما تحوى شجرة التين من الشوك . هذا هو الالكترون الذى استطاع مليكان أن يفصل جسيماً واحداً يحمل الكتروناً حراً واحداً ويرى موضع هذا الجسيم بل ويرفعه ويخفضه كما يشاء

إلى هذا الحد وصل العلم التجريبى فى سنة ١٩٠٩ أيام تجارب بيران ومليكان . أما اليوم وقد مضى ثلاثون عاماً على هذه التجارب فاذا أقصه عليك فى هذه المقدمة التى أرجو من ورائها للقارئ إيماناً علمياً يشبه إيمان العوام. ولهذا أكتفى بالتنويه بثلاثة موضوعات كأمثلة جديدة فى العلم التجريبى الحديث

الموضوع الأول : تصل إلينا أشعة يسمونها اليوم الأشعة الكونية سأجعلها موضوع مقال خاص فى أعداد الرسالة القادمة . تخترق هذه الأشعة سقوف منازلنا كما تخترق أجسامنا وهى مكونة من الألكترونات السابقة الذكر وبوزيترونات سريعة ، وليست الشمس هى مصدر هذه الأشعة كما يتبادر للذهن وذلك لأسباب سنذكرها عند ما نتكلم عليها بالتفصيل

لقد أمكن اليوم بما يسمونه أنبوبة ولسون Chambre de Wilson عد هذه الالكترونات فى اتجاه معين بل وسماعها كما تسمع صديقاً لك ورسمها على اللوح الفوتغرافى كما ترسم طفلك يوم عيد ميلاده وذلك بعد أن تخترق هذه الجسيمات ما سمكه حوالى خمسة أمتار من مادة الرصاص

الموضوع الثانى : إنه من الممكن اليوم أن نطلق بالوناً صغيراً يحمل ترمومتراً لقياس الحرارة وبارومتراً لتسجيل الارتفاع والضغط الجوى وهيجرومتراً لتسجيل درجة الرطوبة ، وأن يكون بهذا البالون محطة لاسلكية ولا يزن بمحطته وبكل هذه الأجهزة سوى كيلو جرام واحد ، وهـذا البالون يسجل بمفرده درجات

(١) الجسيمات التى استعملها بران بالذات كانت كرات صغيرة جداً من مادة « الجوم جيت »

(٢) هذا العدد معروف باسم عدد أنوجادرو

(٣) Electron libre

الحرارة والضغط الجوى والرطوبة ويرسل هذه النتائج مسجلة متعاقبة على ورقة موجـودة بمكتب رئيسى على الأرض دون أن يكون داخل البالون شخص لهذه العمليات ؛ هذا البالون كان نتيجة للبحث التجريبى الذى قام به هيدراك وروبير بيروه Robert Bureau فى سنة ١٩٢٧ — ويطلقون فى فرنسا فى كل يوم حوالى ثمانية من هذه البالونات كما أنهم يطلقون عدداً آخر من الباخرة المعروفة باسم الكارى ماريه Carimarée الفرنسية المستعملة للأرصاد الجوية فى المحيط الأطلانطيق

الموضوع الثالث : استطعت فى سنة ١٩٣١ لأسباب خاصة بدراسة توزيع جسيمات من طمى النيل داخل الماء أن أضع طريقة لتسجيل فترات سقوط كرة أو كرات داخل المـاء أو غيوم من الطمى لأقرب $\frac{1}{100}$ من الثانية وذلك بتحويل حركة الكرات أو الحالة الطميية إلى حالة كهربائية باستعمال العين الكهربائية ؛ وقد أمكننى أن أسجل فعلاً هذه الحوادث وأمثالها على ورق حساس

وفى العام المـاضى توصلت لوضـع طريقة لمعرفة وتسجيل منسوب النيل وعمق النيل وكمية الطمى المحمولة بمياهه مهما كان بعد المنطقة المراد دراستها عن مكتب رئيسى بالقاهرة مثلاً ، وقد اشترك معى فى هذا البحث العام الماضى روبير بيروه مخترع البالون المتقدم الذكر [1]

هذه أمثلة مما بلغه اليوم العلم التجريبى وما أصبح عليه من قوة

ولا يقتصر العلم التجريبى اليوم على دراسة المظاهر الطبيعية أوعلى اختراع الأجهزة. بل يضع هذه الظاهر تحت عوامل وظروف جديدة . مثلاً نسلط على المـاء تياراً كهربائياً فنحلله إلى عنصريه الأوكسجين والأيدروجين فنخلع عن الماء برقعه ، وبعد أن كان يظهر للعين كأنه مادة واحدة يتضح أنه مركب من غازين ، ونستقصى طبيعة الكهرباء وحقيقتها بأن نجعلها تخترق أنبوبة مفرغة من الهواء ، ونضع سماداً فى الأرض أو طبقة جديدة من طمى النيل ونرى أى العاملين أكبر أثراً على نبات الموسم القادم . ونغير رى الأرض ، وكمية الماء ونرى تأثير ذلك على محصول الفاكهة

وهكذا بتعديل متعمد للظروف الطبيعية وتغيير فى العوامل المؤثرة على الظاهرة التى يراد دراستها تزيد معرفتنا لحقائق الأشياء بدرجة عظيمة ونتعلم نتائج جديدة لاسبيل لمعرفتها بانتظار الأيام والظروف. وهذا ما نسميه فى العلم التجريبى الدراسة النوعية Etude qualitative على أن أهم ما فى العلم التجريبى هو الدراسة المقياسية Etude quantitave. كلنا يعلم أنه لتقليل حجم غاز مثلاً يجب أن نضغطه ولكن الباحث يريد أن يعرف القانون الكمى qualitative الخاص بهذا التغيير وتراه عندما ينتهى من وضع هذا القانون الذى يربط الحجم بالضغط يعتبر الحرارة كعامل ثالث فيضع قانوناً أعم للثلاثة عوامل الحجم والضغط والحرارة — كذلك يدرسون عدديا العلاقة بين التيار الكهربائى والضغط الكهربائى Tension electrique فى الأنابيب المضخمة Tubes amplificateurs فى محطات الاستقبال المستعملة فى الراديو Postes recepteurs de radio وهكذا أمثلة عديدة لدراسة الكميات

وإنما نذكر ذلك لما للدراسة الكمية والعددية من أثر فى الاكتشاف فإنها لا تؤدى فى بعض الأحيان لدراسة الظاهرة التى يراد دراستها فقط بل تؤدى إلى اكتشاف ظواهر جديدة كان لا يقصد الباحث اكتشافها . وطبيعى أنى سألجأ فى كتاباتى لسرد أمثلة من هذه الاكتشافات التى كان بعضها وليد الصدفة والتى قدمت معارفنا لحد كبير

أما المنبع الرابع للعلماء المشتغلين فهو التعمق العقلى فى حقائق الأشياء تعمقا زاد لدرجة قصوى فى العلوم الحديثة، وقد أصبحنا لا نكتفى اليوم بأن نكتشف القوانين وندعها منفردة بل نجمعها فى قوانين قليلة بحيث أنه بأقل الفروض نحاول أن نفهم عددا كبيرا من الحقائق . ولعل القانون النيوتنى للجاذبية خير مثل أقدمه، فهو قانون يجمع فى معادلة واحدة قوانين كوبرنيك وجاليليو وكبلر وهو الذى تناوله أخيراً إينشتاين باعتبارات جديدة وجديرة أن نتحدث عنها فى المقالات القادمة .

ومن السهل أن ندرك الآن أنه بمثل هـذه المنابع الأربعة يصل العلماء إلى نتائج تختلف عن النتائج التى نصل لهـا بتجاربنا اليومية ومن هنا اختلفت صورة العالم عن الصورة التى رسمتها لنا حياتنا العادية .

فإذا ذكرنا الحركة البرونية ذكرنا جان بران ونجد اسم أينشتاين بجانب النسبية والكتلة ، ولا يمكن أن نذكر الألكترون دون

(١) هذه الابحاث نشرتها بالمجمع العلمى الفرنسى بتاريخ ٢ مايو سنة ٩٣٨ و ١٢ و ١٢

أن نقرنه بأسماء ولسون والدوق موريس دى بروي ومليكان واستون دمبلر وأخيراً شيخ العلماء تومسون (J. J. Thomson) . وإذا ذكرنا البلورات ذكرنا دباى (Debye) وبراج (Les Bragg) وشيرر (Sherrer) ولوى (Laue) وإذا وصلنا للنشاط الإشعاعى وجهنا التحية لبكارل ومدام كيرى ورثرفورد ، جيجر (Geiger) وسودى ، وفى الأتوم يذكر دواماً رثرفورد وبوهر وسمرفيلد الكبير وستارك وزعان وبولى ، وفى الحرارة النوعية نكرر أسماء إينشتاين ودباى ولندمان ، وفى التبادل الضوئى الكهربائى نحيي مرة أخرى العالم إينشتاين ومليكان وموريس دى بروى وهنت

وفى علاقة المغناطيس ونظرية الكم تكاتف الكثيرون مما لا يسع المجال ذكر أسمائهم جميعا، وأخيراً تم بناء آخر مرحلة نعرفها للهيكل الطبيعى بل تم آخر طلاء للصورة الجديدة بعملين كبيرين.

الأول الميكانيكا الموجية وما توحى به من فكرة جديدة لمؤسسها لويس دى بروى ثم شرود نجر وهايزنبرج وبورن وجاردان وديراك . الثانى الاحصاء الجديد Les novelles Statistiques لواضعيه بوز وفرمى ، والأخير حاز جائزة نوبل فى ديسمبر الماضى

هؤلاء هم بناؤا الهيكل الجديد للعالم الذى سأستعرضه للقارىء ما استطعت بالرجوع لأصول الأكتشافات نفسها وبتبسيط الموضوع ما أمكن، وسأبذل كل ما أستطيعه من مجهود لنتجول معا فى العالم الجديد ولنفهم الصورة الجديدة، وكل رجائى أن يكون فيما أذكره فائدة لعدد كبير من قراء العربية .

محمد محمود غالى
دكتوراه الدولة فى العلوم الطبيعية من السوربون

الرسالة فى عامها السابع

المجلة التى أحدثت فى الأدب الحديث مدرسة خاصة
المجلة التى ثبتت على مكاره الجهاد والانتقاد والزمن
المجلة التى تنسم بأريج الإسلام والعروبة والشرق
المجلة التى لا تتخلف ولا تتوقف ولا تهن

ستخطو هذا العام أوسع خطواتها وأجرأها

أدب . علم . فن . فلسفة . اجتماع . سياسة
اقتصاد . قصص . شعر . نقد . محاضرات
ربورتاج . مترجمات . مختارات . اخبار . مسرح . سينما

أسرة الرسالة فى سنتها الجديدة

الأستاذ العقاد ، الأستاذ المازنى ، الأستاذ توفيق الحكيم ، الأستاذ عبد الرحمن شكرى ، الأستاذ إسماعيل الشامى ، الأستاذ ساطع بك الحصرى ، الدكتور محمود عزمى ، الدكتور عبد الوهاب عزام ، الدكتور زكى مبارك ، الدكتور محمد مندور غالب ، الدكتور أحمد موسى ، الدكتور يوسف هيكل ، الأستاذ محمد أحمد الغمراوى ، الأستاذ سعيد العريان ، الأستاذ دريني خشبة ، الأستاذ عبد المنعم خلاف ، الأستاذ محمود الخفيف ، الأستاذ عمر الدسوقى ، الأستاذ محمد حسن ظاظا ، الأستاذ أحمد ضاكى ، الأستاذ على الطنطاوى ، الأستاذ أنور العطار ، الأستاذ أحمد الطرابلسى ، الأستاذ الحوماني ، الآنسة سهام فهمى ، الآنسة زينب الحكيم ، الآنسة الزهرة ، الآنسة فلاك طرزى ، الأستاذ محمد لطفى جمعة ، الأستاذ فليكس فارس ، الدكتور بشر فارس ، الأستاذ محمود غنيم ، الأستاذ محمود إسماعيل ، الأستاذ أحمد حسن الزيات .

ادفع من الآن لغاية آخر يناير ستين قرشاً

تكسب مجلة الرواية ومعها كتاب متوسط بالمجان . أو كتاب كبير بالتخفيض . أو مجموعة السنة الأولى أو الثانية من مجلة الرواية بحيث يصبح اشتراك الرسالة مع هذه الهدايا عشرين قرشاً