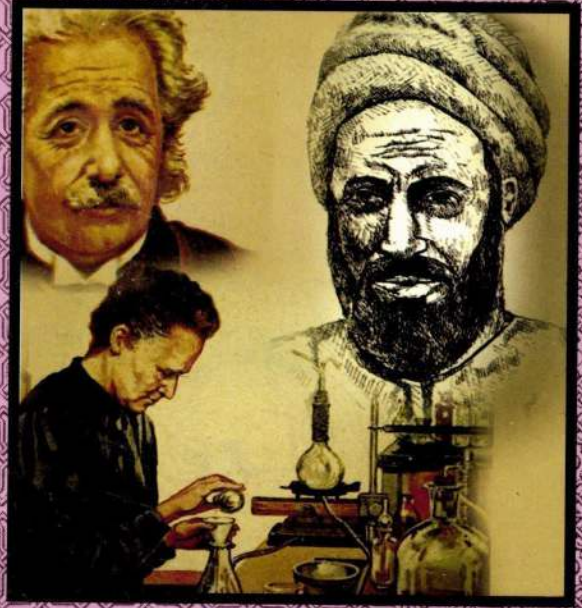


قطوف من سيرة العلماء

تأليف
عبدالله البرمكي
الأستاذ الدكتور

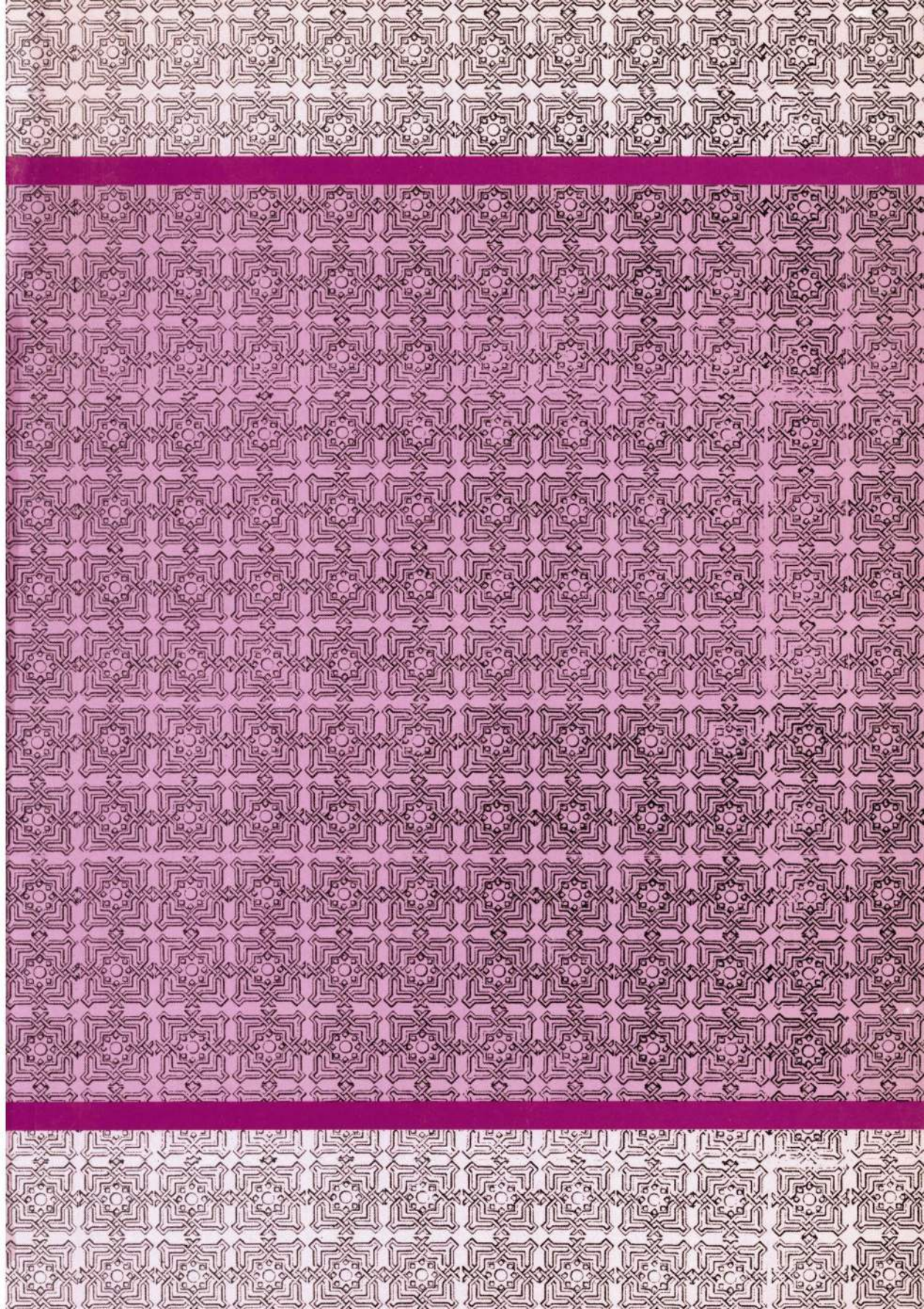
تقديم
عبدالحافظ عيسى
الأستاذ الدكتور



الجزء الثاني



سلسلة الثقافة العلمية
الطبعة الأولى ١٩٩٧ م



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر



قطوف من سيرة العلماء

تأليف

الأستاذ الدكتور
صبري الدرود
كلية التربية - جامعة الكويت

تقديم

الأستاذ الدكتور
عبد الحافظ محمد
عميد كلية العلوم سابقاً - جامعة عين شمس

الجزء الثاني



سلسلة الثقافة العلمية
الطبعة الأولى ١٩٩٧ م

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر



قطوف من سيرة العلماء

تأليف

الأستاذ الدكتور
صبري الدرود
كلية التربية - جامعة الكويت

تقديم

الأستاذ الدكتور
عبد الحافظ حمادي محمد
عميد كلية العلوم سابقاً - جامعة عين شمس

الجزء الثاني



سلسلة الثقافة العلمية
الطبعة الأولى ١٩٩٧ م



الباب الرابع

تابع الفصل الثامن

- ٧٧٩ (٥٩) أبو الريحان البيروني : الأستاذ .
- ٨٠٧ (٦٠) أوحد الزمان بن ملكا : فيلسوف العراقيين .
- ٨١٣ (٦١) أبو الفتح الخازن (الخازني) : أبو علمي الديناميكا والهيديروستاتيكا .
- ٨٢١ (٦٢) الإمام فخر الدين الرّازي : صاحب كتاب المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعات .
- ٨٢٧ (٦٣) نصير الدين الطوسي : العلامة .
- ٨٣٥ (٦٤) قطب الدين الشّيرازي : صاحب كتاب نهاية الإدراك في دراية الأفلاك .
- ٨٣٩ (٦٥) كمال الدين الفارسي : صاحب كتاب تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر .
- ٨٤٥ الفصل التاسع : رواد الفيزيقا غير المسلمين
- ٨٤٧ (٦٦) أرشميدس : صاحب القاعدة .
- ٨٥٧ (٦٧) إيفانجليستا توريشلي : صاحب الفراغ .
- ٨٦١ (٦٨) كريستيان هيجنز : صاحب الساعات البندولية والنظرية الموجية للضوء .
- ٨٦٧ (٦٩) روبرت هوك : أبو الرصد الجوي .
- ٨٧٧ (٧٠) بنيامين فرانكلين : نيوتن عصره .
- ٨٩١ (٧١) الكونت أليساندرو فولتا : واضع نظرية التيار الكهربائي .

الباب الرابع

تابع الفصل الثامن

- ٧٧٩ (٥٩) أبو الريحان البيروني : الأستاذ .
- ٨٠٧ (٦٠) أوحّد الزمان بن ملكا : فيلسوف العراقيين .
- ٨١٣ (٦١) أبو الفتح الخازن (الخازني) : أبو علمي الديناميكا
والهيدروستاتيكا .
- ٨٢١ (٦٢) الإمام فخر الدين الرّازي : صاحب كتاب المباحث
المشرقية في علم الإلهيات والطبيعات .
- ٨٢٧ (٦٣) نصير الدين الطوسي : العلامة .
- ٨٣٥ (٦٤) قطب الدين الشّيرازي : صاحب كتاب نهاية الإدراك
في دراية الأفلاك .
- ٨٣٩ (٦٥) كمال الدين الفارسي : صاحب كتاب تنقيح المناظر
لذوي الأبصار والبصائر .
- ٨٤٥ الفصل التاسع : رواد الفيزيكا غير المسلمين
- ٨٤٧ (٦٦) أرشميدس : صاحب القاعدة .
- ٨٥٧ (٦٧) إيفانجليستا توريشلي : صاحب الفراغ .
- ٨٦١ (٦٨) كريستيان هيجنز : صاحب الساعات البندولية
والنظرية الموجية للضوء .
- ٨٦٧ (٦٩) روبرت هوك : أبو الرصد الجوي .
- ٨٧٧ (٧٠) بنيامين فرانكلين : نيوتن عصره .
- ٨٩١ (٧١) الكونت أليساندرو فولتا : واضع نظرية التيار الكهربائي .

- (٧٢) أندريه ماري أمبير : مؤسس علم المغناطيسية الكهربائية . ١٩٥
- (٧٣) جورج سيمون أوم : أبوالكهرباء التيارية . ٩٠١
- (٧٤) ميشيل فاراداي : أبوالفيزيقا التجريبية . ٩٠٥
- (٧٥) جوزيف هنري : مكتشف الحث الذاتي . ٩٣١
- (٧٦) ويلهلم كونراد رونتجن : مكتشف الأشعة السينية . ٩٤١
- (٧٧) السير أوليفر لودج : صاحب المباحث في البرق والصواعق . ٩٤٧
- (٧٨) أنطوان هنري بيكريل : مكتشف النشاط الإشعاعي . ٩٥٣
- (٧٩) ألبرت أبراهام مايكلسون : مُبدّد الأثير . ٩٥٧
- (٨٠) هاينريتش رودولف هرتز : مكتشف الموجات اللاسلكية . ٩٧١
- (٨١) ماكس كارل إرنست بلانك : صاحب نظرية الكم . ٩٨٣
- (٨٢) جورج فرانسيس فيتزجيرالد : صاحب الانكماش . ٩٩٣
- (٨٣) فرنر هايزنبرج : صاحب نظرية ميكانيكا الكم . ٩٩٩

الباب الخامس

رواد الكيمياء

- الفصل العاشر : رواد الكيمياء المسلمون ١٠٠٥
- (٨٤) خالد بن يزيد : أول كيميائيّ الإسلام . ١٠٠٧
- (٨٥) جعفر الصادق : ثاني الكيميائيين المسلمين . ١٠١٣
- (٨٦) جابر بن حيّان : شيخ الكيميائيين . ١٠١٥

- (٨٧) أبو المنصور الموفق : صاحب كتاب الأبنية في حقائق الأدوية . ١٠٣٩
- (٨٨) الحسن الهمداني : لسانُ اليمن . ١٠٤١
- (٨٩) أبو القاسم الجريطي : كيميائيُّ المشرق . ١٠٤٧
- (٩٠) أبو إسماعيل الطُّغرائي : صاحب كتاب جامع الأسرار . ١٠٥٣
- (٩١) أبو القاسم العراقي : صاحب نظرية الفلزات الستة . ١٠٥٧
- (٩٢) عز الدين الجلدكي : صاحب كتابيُّ نهاية الطلب والتقريب في أسرار التركيب . ١٠٥٩
- الفصل الحادي عشر : رواد الكيمياء غيرُ المسلمين ١٠٦٥
- (٩٣) روبرت بويل : صاحب قانون بويل . ١٠٦٧
- (٩٤) هنري كافندش : مكتشف الهيدروجين والنتروجين . ١٠٧٣
- (٩٥) جوزيف بريستلي : مكتشف الأكسجين . ١٠٨١
- (٩٦) أنطوان لافوازييه : مؤسس الكيمياء الحديثة . ١٠٩٥
- (٩٧) السير همفري ديفي : أبو الكيمياء الكهربائية . ١١١٥
- (٩٨) فريدريتش وهلر : أبو الكيمياء العضوية . ١١٢٧
- (٩٩) ألفريد برنارد نوبل : مخترع الديناميت وصاحب الجوائز . ١١٤١
- (١٠٠) ماري كوري : مكتشفة العناصر المشعة . ١١٥١

الباب السادس

قطف الثمار

- الفصل الثاني عشر : خصالُ العلماء . ١١٧٧

- (٨٧) أبو المنصور الموفق : صاحب كتاب الأبنية في حقائق الأدوية . ١٠٣٩
- (٨٨) الحسن الهمداني : لسانُ اليمن . ١٠٤١
- (٨٩) أبو القاسم المجريطي : كيميائيُّ المشرق . ١٠٤٧
- (٩٠) أبو إسماعيل الطُّغرائي : صاحب كتاب جامع الأسرار . ١٠٥٣
- (٩١) أبو القاسم العراقي : صاحب نظرية الفلزات الستة . ١٠٥٧
- (٩٢) عز الدين الجلدكي : صاحب كتابي نهاية الطلب والتقريب في أسرار التركيب . ١٠٥٩
- الفصل الحادي عشر : رواد الكيمياء غير المسلمين ١٠٦٥
- (٩٣) روبرت بويل : صاحب قانون بويل . ١٠٦٧
- (٩٤) هنري كافندش : مكتشف الهيدروجين والنتروجين . ١٠٧٣
- (٩٥) جوزيف بريستلي : مكتشف الأكسجين . ١٠٨١
- (٩٦) أنطوان لافوازييه : مؤسس الكيمياء الحديثة . ١٠٩٥
- (٩٧) السير همفري ديفي : أبو الكيمياء الكهربائية . ١١١٥
- (٩٨) فريدريتش وهلر : أبو الكيمياء العضوية . ١١٢٧
- (٩٩) ألفريد برنارد نوبل : مخترع الديناميت وصاحب الجوائز . ١١٤١
- (١٠٠) ماري كوري : مكتشفة العناصر المشعة . ١١٥١

الباب السادس

قطف الثمار

- ١١٧٧ الفصل الثاني عشر : خصال العلماء .

١٣٤٥

الفصل الثالث عشر: العلم عبر التاريخ .

المراجع

١٤٧٧

أولا : المراجع العربية

١٤٩٣

ثانيا : المراجع الأجنبية

ملحق

١٤٩٥

الأشكال الواردة بالموسوعة : أرقامها ، وأرقام مراجعها ،

وأرقام الصفحات المأخوذة منها

١٥٠٣

الكشاف التحليلي .

(٥٩)

أبو الرِّيحان البيروني

al- Biruni

الأستاذ

(٣٦٣ - ٤٣٣ هـ) (٩٧٣ - ١٠٤١ م)



أجل هو الأستاذ ، باسمه سمّت
جامعات ، وعن سيرته وأبحاثه
ومؤلفاته أصدرت مجلّدات ، ولإنجازاته
فائقة النظير قيلت كلمات المدح
والتقدير ، ذلكم هو من اعتبروه أعظم
علماء عصره ومن أعظم العلماء في
كل العصور ، البيروني (شكل رقم
١٢٨) ...

شكل رقم (١٢٨) : أبو الرِّيحان البيروني

عاشق.. الطبيعة

في ضاحية بيرون ، من ضواحي مدينة «كاث» عاصمة الدولة الخوارزمية ،
عاش يتيماً ، محمد بن أحمد ، وتكنيه أمه « أبو الرِّيحان » . فقد كان مذ حادثه
عاشقاً للطبيعة ، يقضي نهاره يطارد الفراشات ويتأمل الزهور ويسير مفتوناً في
الغابات ويصعد التلال والهضاب ويعدو في الصحراء ، ويقفل كل يوم إلى بيته
عائداً ومعه باقة من أعواد الرِّيحان يضعها في كوب ، فينشر الهواء أريجها في
البيت الفقير .

كان والد أبي الرِّيحان تاجراً صغيراً ، وحين مات ، لم تجد أمه مفرّاً من
كسب رزقها هي وولدها من جمع الحطب لتبيعه في سوق بيرون . وكان أبو

الريحان يساعدها في جمع الحطب في خريف كل عام قبل حلول الشتاء فتغرق الأمطار البساتين والغابات .

لقاء... مع عالم نبات

ذات يوم التقى أبو الريحان ، في بستان ، بعالم نبات من اليونان . رآه يجمع الزهور من البساتين ويقطع النباتات النادرة تحت أشجار الغابات . فتقدم منه أبو الريحان محتجاً : لماذا تقطع الزهور والنباتات يا سيدي؟ بوسعك رسمها مثلي دون أن تقطعها وتحرمها الحياة . ضحك العالم اليوناني قائلاً : أجمعها من أجل العلم يا بني ، فمنها نأخذ العقاقير والأدوية لشفاء الناس من الأمراض . عندئذ صاح أبو الريحان بانبهار : أنت عالم نبات إذن يا سيدي . قال العالم : نعم ، وإني لأراك تحب الزهور والنباتات يا ولدي . قال أبو الريحان : وأحب الطبيعة بأسرها : نجومها وكواكبها وأشجارها وأزهارها وجبالها وهضابها ووديانها ، وكل ما فيها .

قال العالم : أتحب أن تصحبني يا ولدي لأعَلِّمك ما أعلمه عن عالم النبات . قال أبو الريحان بحماس : يا ليت! لكن ماذا أفعل وأنا أساعد أُمِّي على الرزق؟ ربت العالم على رأس أبي الريحان بحنان قائلاً : لا تحمل لذلك همّاً ، ستساعدني في عملي جمع الزهور والأعشاب ، وأعَلِّمك أسرار علمي ، وأدفع لك أجراً يكفيك وأمك .

بكى أبو الريحان فرحاً ، لأنه سيربح أمه من جمع الحطب ، ولأنه سيتعلم علماً . وجلس مع العالم يريه رسومه للأزهار والنباتات والأشجار ، ويحدثه عن نفسه وأبيه الذي تركه في الدنيا صغيراً وحيداً بعد أن خسر كل ما يملك من مال وتجارة . وكم كانت دهشة العالم حين عرف أن هذا الصبي يعرف لغتين : العربية لغة دينه ، والفارسية لغة قومه . ووعده أن يُعَلِّمه لغتين أخريين هما : اليونانية والسريانية ، قائلاً له : بهذه اللغات الأربع يا بني ستعرف علوم الأقدمين والمحدثين .

وراح العالم يُعلمه المبادئ الأولية لعلم النبات ، وعمر أبي الريحان آنذاك إحدى عشرة سنة ، منذ أن ولد في يوم سبت ، اليوم الثاني من ذي الحجة سنة ثلاثمائة وثلاث وستين هجرية ، الرابع من سبتمبر سنة تسعمائة وثلاث وسبعين ميلادية .

أول.. الإنجازات

ثلاث سنوات مضت ، وأبو الريحان في عامه الرابع عشر ، وقد أجاد لغتي اليونان والسرّيان ، وعرف على يدي العالم اليوناني الكثير عن عالم النبات ، فتعمّق حبه لعلوم الطبيعة .

وفي يوم فاجأ العالم تلميذه برغبته في العودة إلى بلاده ، وبشّره ، إن هو واصل طلب العلم ، أنه سيكون عالماً يُعرف في الناس بلقب «البيروني» .

حزن أبو الريحان لفراق أستاذه ومعلمه ، ولعودته هو لجمع الخطب وبيعته في الأسواق . ولما أدرك العالم حزن تلميذه طمأنه بأن يصحبه في الغد ليقدمه لعالم الفلك والرياضيات «أبو نصر منصور بن علي بن عراق» ، أمير من أمراء الأسرة الخوارزمية المالكة في مدينة كاث .

رحّب الأمير بأبي الريحان ، وأفرد له ولأمه بيتاً في كاث وغُرْفَةً خاصةً به في قصره لدرسه ، وأجرى عليه راتباً شهرياً ، وصار له مريباً ومعلماً في الفلك والرياضيات حتى بلغ أبو الريحان من العمر تسع عشرة سنة ، وقد طمحت نفسه لاكتشاف الجديد في هذين الميدانين .

فكر أبو الريحان في معرفة الموقع الجغرافي لمدينة كاث ، فصنع لذلك حلقة مقسّمة إلى أنصاف الدرجات ، رصد بها ارتفاع الشمس عن الأرض فوق المدينة وقت الزوال (الظهر) حين يصبح كل شيء لا ظل له . وبالحسابات نجحت محاولة أبي الريحان . وعرف خط العرض الذي تقع عليه المدينة . وأطلع معلمه أبا نصر على كشفه ففرح به ، وقدمه إلى أستاذه «عبدالصمد بن عبدالصمد الحكيم» ليعلمه ما أوتي من علوم الأقدمين في الفلك

والرياضيات . وظل أبو الريحان تلميذاً وصديقاً للحكيم إلى أن بلغ من العمر ثلاثاً وعشرين سنة .

الفرار.. إلى الرِّيِّ

كانت الدولة الخوارزمية تابعةً في سياستها للدولة السامانية في الجنوب ، مثلما كانت الدولة الزيارية جنوبي بحر قزوين تابعةً لدولة آل سامان . وكان السلطان «نوح بن منصور» السَّاماني دائم الإيقاع وهو في عاصمة ملكه بُخاري بين أمراء الدويلات التابعة لدولته ، حتى لا يقوى أحدهم على مناوأته عملاً بسياسة «فرِّق تسد!» .

وكان أبو الريحان مشغولاً في ذلك الحين عن السياسة والخصومات بين الأمراء ، بعمل سلسلة من الأرصاد الفلكية في قرية صغيرة جنوبي كاث ، بواسطة آلة فلكية تتكوّن من حلقة كبيرة قطرها يزيد عن سبعة أمتار مقسومة إلى أنصاف الدرجات . لكن أبا الريحان لم يتمكن من رصد ارتفاع الشمس في ذروة ارتفاع صيفي لها في أحد الأيام ، فقد قطع عليه عمله نشوب الحرب بين أمراء الدولة الخوارزمية ومنهم أميرهم الأكبر «أبو العباس» في كاث ، وخاصة بين أمير مدينة الجرجانية الواقعة غرب نهر «جيجون» (أموداريا الآن) والأمير أبي العباس . وخاف أبو الريحان على مصير أمه في بيتها بكاث فسارع بالعودة إليها .

وأسفر الصراع عن مصرع الأمير أبي العباس ، وانتقل الملك في كاث إلى الأمير المأمون بن محمد ، وهنا قرر أبو الريحان الفرار من وطنه مع من يفر من العلماء ، هارباً بعلمه ومستقبله من الفتن السياسية ، تاركاً وراءه أمه فقد كبرت في السن ، معطياً لها ما كان قد أدخره من مال .

اتجه أبو الريحان في فراهِ جنوباً عابراً ديار وطنه وديار السَّامانيين غرباً ، ثم في دولة البويهيين (إيران الآن) ، حتى وصل إلى مدينة الرِّيِّ قرب طهران .

وفي الرِّيِّ عاش أبو الريحان معيشة فقر وبؤس ، حتى تغير حاله من عُسرٍ إلى

يسر بفضل تعرفه على فلكي الدولة البويهية «الخوجندي» الذي أعجب بعقلية أبي الريحان وعلمه فصّار له صديقاً واتخذه مساعداً له في أبحاثه الفلكية في مرصد فلكي أقيم بأعلى جبل في مدينة الرّي .

وكان الخوجندي مكلفاً من قبل الأمير فخر الدولة أمير الرّي بسلسلة من الأرصاد الفلكية يعرف بها ارتفاعات الشمس في وقت الزوال في مختلف شهور السنة وفصولها . وتحقيقاً لهذه الغاية صنع الخوجندي آلة رصد مسدّسة الشكل سماها ، تكريماً لأمير الرّي ، «آلة السّدس الفخرية» . وانتهازاً أبو الريحان هذه الفرصة ، كمساعد للخوجندي ، وكتب وصفاً مفصلاً لهذه الآلة في كتيب سماه «حكاية الآلة المسماة بالسّدس الفخري» ، وضمن كتيبه الأول هذا بياناً مفصلاً للأرصاد الفلكية التي تمت بها لمعرفة ارتفاعات الشمس وقت الزوال عبر فصول السنة .

رصد خسوف القمر

استقرت الأحوال من جديد في وطن أبي الريحان ، فعاد إلى كاث بعد سنوات ثلاث ، وكانت عاصمة الدولة الخوارزمية قد انتقلت منها إلى مدينة الجرجانية ، وكم فرحت أمه بعودته بعد طول غياب .

وكان سبب مسارعة أبي الريحان بالعودة علمية كذلك ! . فقد توقّع وهو بالرّي حدوث خسوف للقمر بالحسابات الفلكية في اليوم الرابع والعشرين من مايو عام تسعمائة وثمان وتسعين ، فرغب في رصد هذا الخسوف في كاث . كما كان قد اتفق ، وهو بالرّي ، مع العالم الفلكي «أبو الوفا البوزجاني» ليرصد بدوره الخسوف فوق بغداد .

وخُسِف القمر في اليوم المتوقع له ! وحدّد كل من العالمين لحظتها فوق مدينته ، ولما ترأسلا عرفا من الفرق بين وقت ظهور الخسوف في كاث ووقت ظهوره في بغداد ، المسافة بين المدينتين وأحدهما بخوارزم والآخر بالعراق ! .

ولكن أبا الريحان لم يستقر طويلاً في كاث ، فقد قرّر وعمره ست وعشرون أن

يتخذ من مدينة بخاري موطناً له ؛ ليكون في حماية سادة المنطقة بعيداً عن صراعات خوارزم وفتنها ، وكان المُلْك في بخاري قد انتقل من نوح بن منصور إلى ابنه منصور الثاني .

لقاء.. المعلم الثالث

في بخاري ، راح البيروني يتردد على مكتبتها العامة الضخمة الملحقة بقصر السلطان وكان الفيلسوف المسلم «ابن مسكويه»^(١) يعمل قيماً (مديراً) لهذه المكتبة . وراح البيروني يقرأ في مكتبة بخاري ما لم يكن قد وصل إلى يديه من كتب العلماء الأقدمين والمعاصرين .

وعلى المكتبة ذاتها كان يتردد المعلم الثالث «ابن سينا»^(٢) ولم يكن عمره آنذاك يتجاوز ثمانية عشر عاماً . وكانت لابن سينا حظوة في البلاط الساماني منذ أن وفقه الله إلى شفاء السلطان الراحل نوح بن منصور قبل عامين من وفاته من مرضٍ شديدٍ أصابه .

وتعارف العالمان الشابان : البيروني وابن سينا ، وكان كل منهما قد سمع عن علم الآخر . وتطورت المعرفة إلى صداقة وطيدة دعامتها الإخاء في العلم . وأعان ابن سينا صديقه فقدّمه إلى السلطان المنصور الثاني الذي أعجب بعلمه في الرياضيات والفلك والنبات والطبيعة وبمعرفته لغاتٍ أربعاً ، فأجرى عليه راتباً شهرياً وضمّه إلى مجلس علماء عصره .

وكان العلماء في بخاري يُعلّم بعضهم بعضاً ما يعرفونه ، وكان البيروني واحداً منهم يُعلمهم ويتعلم منهم ، وكم حدثت بينه وبين ابن سينا مناظرات علمية ومحاورات في حضور الملك المنصور .

كشف البيروني للعلماء عن معارف كثيرة : فسرعة الضوء أكبر من سرعة الصوت . وحدّد لهم الفرق بدقة بالغة بين درجة حرارة الماء الساخن والماء

(١) سبق الحديث عنه تفصيلاً في الفصل الخامس .

(٢) سبق الحديث عنه تفصيلاً في الفصل الأول .

البارد . وعُلِّلَ تمدد المعادن بالحرارة وانكماشها بالبرودة . وشرح لهم الكيفية التي تصعد بها مياه الفؤارات «العيون» إلى أعلى ، إلى القلاع ورؤوس المنارات ، والكيفية التي تتجمّع بها مياه الآبار بالرشح من الجوانب وبصورة موازية لمصادر المياه القريبة ، وكيفية حدوث الينابيع الطبيعية والآبار الاصطناعية (الارتوازية) باستخدام قوانين توازن السوائل . وعرض عليهم تطبيقات يمكن أن تُستثمر بها الظواهر التي تتعلق بضغط السوائل وتوازنها . وكم كانت دهشتهم وهم يرون زميلهم البيروني يُحدّد بدقة الوزن النوعي لاثني عشر معدناً ، وكانت هذه المحاولة من البيروني هي الأساس لوزن العناصر في جدول مندلييف في العصر الحديث!^(١) .

وقدّم البيروني للسلطان المنصور خلاصة نتائجه في تلك المجالات : كتابه «الجواهر في معرفة الجواهر» ، وكتابه «النسب التي بين الفلزات والجواهر في الحجم» (الوزن النوعي) ، فأمر السلطان بضمهما إلى مكتبته ونسخهما لعلماء بُخاري ، وكافأه على إنجازاته العلمية .

الرحيل.. إلى جرجان

إذ كان البيروني في بُخاري ، وفد على البلاط السّاماني الأمير شمس المعالي «قابوس بن وشكمير» أمير دولة الزياريين جنوبي بحر قزوين . كان الأمير طريداً من عاصمة إمارته جُرجان بعد أن قام قوَّاد جيشه بتمرد ضده . وجاء شمس المعالي إلى بُخاري يستعين بالمنصور لإمداده بجيشٍ يعود به منتصراً إلى عاصمة بلاده ، فحقّق له الملك غايته .

وانتهز الأمير الفرصة ، وهو في بُخاري ، وبعد أن حضر مجلساً للعلماء استمع فيه إلى آراء علمية من البيروني وابن سينا ، فانفرد بهما وأخذ يغريهما بالسفر معه إلى جُرجان ؛ ليقبلا في بلاطه ورعايته ، لكن الاثنین اعتذرا له وفاءً لآل سامان .

(١) سبق الحديث عن هذا الجدول تفصيلاً في الفصل الرابع .

وظل البيروني مقيماً مع صديقه ابن سينا في بُخاري يقرأ ويدرس ويرصد ويجادل وينظر ويؤلف الكتب . ولكن لم تتَّصل إقامة البيروني في بُخاري ، فقد توفَّى المنصور الثاني ، وبدت على الدولة السَّامانية من بعده أعراض الضعف والانهيار ، وناوشها بالحرب أمراء الإمارات في خراسان (أفغانستان الآن) ، وتمكن الأمير «سُبُكتكين» أمير غزنة (كابول الآن) من إنشاء الدولة الغزنوية بخراسان ، وأخذ يمد سلطانه مع ابنه محمود إلى بُخاري والجرجانية والهند ، بالحرب حيناً وبالسلم أحياناً .

وتشاور الصديقان : البيروني وابن سينا ، وتذكَّرا دعوة الأمير شمس المعالي لهما ، فسارعا بالرحيل مع أهلهما إلى جُرجان .

الفرار إلى الجرجانية

رحَّب الأمير شمس المعالي بالعالمين الشابين في قصره بجرجان ، وكان البيروني قد بلغ من العمر إحدى وثلاثين سنة ، وأحقَّهما كعالمين ببلاطه .

وفي بلاط جُرجان تعرَّف البيروني على العالم الكبير «أبو سهل المسيحي» ، كما أنجز تأليف كتاب في التاريخ بعنوان «الآثار الباقية من الأمم الخالية» وأهداه إلى الأمير شمس المعالي ومعه رسائل ثلاث : الأولى عن الحساب العشري ، والثانية في الرصد الفلكي ، والثالثة عن الأسطرلاب الذي يعرف الفلكيون بواسطته ارتفاع النجوم والكواكب .

وفي العام نفسه تمكن البيروني من رصد خسوفين للقمر ، وهدته حساباته الفلكية إلى حدوث خسوف آخر للقمر في يونية بالجرجانية ، فاستأذن الأمير وسافر إليها حيث تمكن من رصد الخسوف المرتقب .

كان الأمير «المأمون بن المأمون» قد تولى عرش الدولة الخوارزمية بعد أبيه ، فاستدعى البيروني إليه ورحَّب به ، وطلب منه أن يعرف له درجة خط الطول الأرضي في مكان محدَّد يقع بالأراضي الصحراوية شرقي بحر قزوين ، فشرع البيروني في تنفيذ طلب المأمون ، لكنه ما لبث أن توقف عن

إتمام عمله حين بلغه عدم رضى الأمير شمس المعالي عن خدمته العلمية
للأمير المأمون .

ولم يكد البيروني يسعد بحسن الصحبة مع ابن سينا وأبي سهل في جرجان
فاجأه كلاهما بعزمه على الرحيل عن جرجان إلى همذان . فقد دُعي ابن سينا
من الأمير شمس الدولة إلى همذان ليكون رئيساً لوزرائه ! وعبثاً راح كلاهما
يحاول إقناع البيروني بالسفر معهما إلى همذان ، فالدولة الزيارية على وشك
الانهيار ، وقادة الجيش يتمردون مرة أخرى ضد الأمير شمس المعالي .

كان البيروني لا يريد أن يفارق مواطن أحبها شرقي بحر قزوين وجنوبه ،
ومن ثم ودّع صديقه على وعدٍ بالتراسل والتواصل العلمي .

وجاءت الرسالة الأولى . . من ابن سينا من همذان تحمل للبيروني نبأ وفاة
العالم الكبير أبو سهل وهما في الطريق بالصحاري الفسيحة إليها ، فحزن علماً
لوفاة صديقه حزناً شديداً .

وفي جرجان عاش البيروني سنواتٍ سبعة ، نشبت بعدها ثورة عسكرية
أطاحت بعرش شمس المعالي وقضت على حياته ، ولم يجد البيروني - والحال
كذلك - بُدأً من الفرار مرة أخرى - إلى أين؟ إلى الجرجانية : العاصمة الجديدة
للدولة الخوارزمية .

البيروني .. مستشاراً سياسياً !

فرح الأمير المأمون ، أمير خوارزم بأسرها ، بقدوم البيروني إلى الجرجانية
وضمّه كأستاذ كبير إلى «مجمع العلوم» مع علماء الجمع العظيم من مثل : ابن
مسكويه الفيلسوف المسلم ، وعبدالصمد الحكيم الرياضي الفلكي الذي كان
أستاذاً للبيروني في شبابه .

توطدت أواصر صداقة حميمة بين البيروني والأمير أبي العبّاس شقيق أمير
خوارزم . وبفضل هذه الصداقة صارت للبيروني مكانة في بلاط الجرجانية تفوق
مكانة أبي العبّاس نفسه . وصار أكثر قرباً من أمير خوارزم ، المأمون بن المأمون .

كان الأمير المأمون محباً للعلم وللعلماء ، وعندما أدرك قدرات البيروني العقلية اتخذته مستشاراً سياسياً له ، وأسكنه قصره ، وأخذ يعهد إليه بمهام سياسية داخل خوارزم لطلاقة لسانه ورجاحة عقله .

وشغلت هذه المهام عالماً عن إنجاز الكثير من أعماله العلمية ، ولكنه استطاع مع ذلك أن يقيم في الجرجانية حلقة رصد كبيرة أجرى بها خمسة عشر رصداً لارتفاعات الشمس في أوقات الزوال ، وصنع لنفسه كرة قطرها عشرة أذرع ، رسم عليها الحلول التي يراها لبعض المسائل الجغرافية ، كما رسم عليها الأقاليم والبلدان والبحار ، وحدد عليها خطوط الطول والعرض ، فكان بهذا أول من وضع أصول الرسم للخرائط على سطح كرة .

كما ابتكر البيروني طريقة تمكن بها من عمل خريطة مستديرة للعالم ، ونقلها من صورة الأرض الكروية إلى الورق المسطح لأول مرة ، مستعيناً بالمعلومات التي حصل عليها نتيجة لانتشار الإسلام في أفريقيا وآسيا وغربي أوروبا . ولم تكن هذه المعلومات معروفة على عهد اليونان والرومان . كما ابتكر كذلك طريقة جديدة لعمل النماذج الجغرافية المجسمة .

ومن كتبه التي أنجزها في تلك الفترة : «التفهيم لأوائل علم التنجيم» ، و«تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن» ، و«الكتاب في الأسطرلاب» .

البيروني يكتب له .. عمر ثان

كان الأمير المأمون زوجاً لأخت السلطان محمود الغزنوي ، وارث الدولة السامانية ومؤسس الدولة الغزنوية في عاصمتها غزنة . وبسبب هذه المصاهرة حمى المأمون بلاد خوارزم من التبعية الكاملة للدولة الغزنوية الجديدة .

ولكن الأمور لا تسير بشكل انسيابي ، لقد وقع حدث . في عام ألف وأربعة عشر أنعم الخليفة القادر العبّاسي في بغداد على الأمير المأمون بلقب شاه (ملك) ، وبعث إليه برسولٍ يحمل خُلعة لقب الملك إليه . ولكن المأمون

خشي عاقبة قبوله للقب الملك قبل أن ينال موافقة صهره السلطان محمود . فسارع بإيفاد علمنا لملاقاة رسول الخليفة في الطريق ، وأمره بأن يصحبه مع خلعة الخليفة إلى السلطان محمود ويستأذنه في أن يحمل المأمون لقب الملك .

ووافق السلطان كارهاً ، وأسرها في نفسه للمأمون والبيروني معاً إلى حين . وعاد البيروني إلى الجرجانية ومعه رسول الخليفة فخلعت على المأمون خلعة الملك في مجلسٍ حافل .

ومنذ ذلك الحين ، وبسبب حمل المأمون للقب الملك ، بدأ السلطان محمود يتحرش بزواج أخته ويمد عينيه إلى ملكه ، وراح يتلمس لذلك الأسباب ...

بعث السلطان إلى المأمون يطلب منه أن يذكر اسمه في خطبة الجمعة مع اسم الخليفة . وحرار المأمون في طلب السلطان : خشي ، إن هو أطاع الأمر ، أن يغضب عليه أمراء الدولة الخوارزمية . وخشي ، إن هو عصى تنفيذ هذا الأمر ، أن يغضب السلطان عليه ويحتاج دولة خوارزم بجيشه . وبعد مشاورات ومداولات سارع الملك المأمون ، وهو وجل ، فأصدر أمراً لخطباء المساجد بذكر اسم السلطان في خطبة الجمعة في مساجد مدينتي كاث والجرجانية دون سواهما من مساجد الدولة في الأقاليم .

هنا وقعت الواقعة ..

ثار أمراء الدولة وقواد الجيش على المأمون ، وأحاطوه بقصره وقتلوه وأخذوا زوجته ، شقيقة السلطان ، أسيرة رهينة . ولم يكن البيروني ، لحسن حظه ، موجوداً عندئذ بالقصر . وأسرع حين بلغه الخبر بالفرار مع أهله إلى كاث .

... وثالث!!

انتهر السلطان محمود الفرصة التي سعى إليها ودبر لها ، وكان دموي الطبع ، فزحف بجيش كبير احتل به ديار خوارزم واستولى على مدينتي كاث والجرجانية في يولية من عام ألف وسبعة عشر .

واستنقذ السلطان أخته الأسيرة ، وقتل الزعماء المتمردين على صهره ، وأسر بقية الأمراء والقوَّاد وزَجَّ بهم في السجون في أماكن متفرقة ، وأمر أحد قوَّاده على عرش خوارزم .

ولكن ماذا عن أعضاء مجلس العلوم؟ أخذهم السلطان معه إلى غزنة وعقد لهم محاكمة سريعة اتهمهم فيها بالكفر والزندقة ، لأنهم يشتغلون بعلوم لا يفيد منها إلا القرامطة ، أعداء مذهب أهل السنة ، لأنهم زجوا بأنفسهم في أمور السياسة ، وأمر بإلقاء عدد كبير منهم ، من بينهم أستاذ البيروني عبد الصمد الحكيم ، من بُرج في قلعة قصره ، فلقوا حتفهم جميعاً! .

وماذا عن البيروني نفسه؟ كاد أن يلقي نفس المصير لولا تدخل القدر . لقد نجح رجال بلاط السلطان وعلى رأسهم الوزير أحمد في الإبقاء على حياته ، عندما أكدوا للسلطان أنه أكبر عالم في عصره في الدنيا كلها ولا ينبغي للدولة أن تخسر عقله وعلمه ، فعدل السلطان عن قتل البيروني واكتفى بتحديد إقامته في قرية «جيفور» التي تبعد بضعة كيلومترات عن غزنة .

وفي جيفور عاش عالماً مع أهله حياة ملؤها البؤس والضنك ، ومع هذا فقد راح البيروني يقطع ساعات ليله ونهاره في تأليف كتاب في الفلك دعاه «التحديد» ، وكذلك القيام بأرصَاد لتحديد خط عرض قرية جيفور . وقد ابتكر لذلك لوحة حسابية وضع عليها قوساً مدَّرجاً واستطاع بالحسابات ، وباللوحة والقوس ، تحديد خط عرض جيفور . كما استطاع تحديد خط عرض غزنة كذلك ، بعد أن كان يستأذن السلطان للذهاب إليها لهذا الغرض بين الحين والحين ، بواسطة آلة رصد سمَّاها «الحلقة اليمينية» ، تقرباً للسلطان محمود بعد أن أنعم عليه الخليفة العبَّاسي بلقب «أمين الدولة» .

وطوال سنوات ثلاث ، كان البيروني يواصل وهو في جيفور تعلمه اللغة السنسكريتية إحدى اللغات السائدة بالهند ، ويتقصى أخبار حضارة الهند ، فقد كان على ثقة من أن السلطان سيكون بحاجة إليه يوماً ويصحبه معه إليها .

إنجازات البيروني بالهند

كان السلطان محمود قد مَدَّ حدود دولته إلى شبه القارة الهندية ، بفتحه لأقاليم واهند وملتان وبهاتندا ، إلى ثلاثمائة ميل شرقي نهر الأندوس . وكان البيروني ما يزال يلقي إهمال السلطان له وسوء معاملته إياه .
وجاء اليوم المرتقب . . .

«نصحبك معنا يا بيروني في حروبنا بالهند ؛ لتدوّن لنا مالا نعرفه نحن المسلمين عن الهند : تاريخها وأرضها وحضارتها وعقائدها وعاداتها وتقاليدها وأنهارها وجبالها . فلن تنتشر دعوة الإسلام بالهند ويستقر أمره بين الهنود إلا بهذه المعرفة» .

هكذا وجّه السلطان محمود في غزاة الدعوة إلى البيروني لمصاحبته في حروبه بالهند . ومنذ عام ألف وعشرين والبيروني يصحب السلطان في حروبه تلك ، يشاهده وهو يكتسح وادي الكنج وكشمير وجزيرة كاتياوا ، إلخ ، ويشاهده وهو يهدم الصنم الكبير المقام بمعبد «سمنات» بالجزيرة ، ويأخذ قطعاً منه يأمر بوضعها عند مدخل جامع غزنة كي ينظف فيه المصلون أقدامهم .

والأماكن التي زارها البيروني مع السلطان ، طوال سنوات سبع بالهند ، تقع في إقليمي البنجاب وكشمير .

واستطاع البيروني وهو بالهند أن ينجز أعمالاً كثيرة . فقد استطاع أن يحدد بالأرصاد خطوط العرض لإحدى عشرة مدينة هندية قام بزيارتها من بين خمس وستين مدينة رآها رؤيا العين . كما نجح وهو مقيم بحصن «نندانا» أن يعرف قطر الأرض وطول محيطها ، مستعيناً بمسقط ظل لجبل بالحسابات الهندسية . وكان هذا المكان يطل على البقعة التي هزم فيها الإسكندر الأكبر المقدوني جيش الملك الهندي «بُوروس» وفيلته .

وكان الحصاد . فقد خرج البيروني من رحلاته تلکم بعدد من الكتب أهمها ، كتاب نقدي تاريخي كبير عن حضارة الهند ، عنوانه «تحقيق ما للهند من مقولة ، مقبولة في العقل أو مردولة» . وقد ضم الكتاب معلومات عن الهند كانت جديدة على المسلمين في زمانه ، وظلت جديدة على الثقافة الغربية الحديثة إلى أواخر القرن التاسع عشر . ولم ينته البيروني من كتابه هذا إلا بعد سنوات عشر ، في نفس السنة التي توفي فيها السلطان محمود ، وقد تُرجم هذا الكتاب منذ عصر النهضة الأوروبية الحديثة إلى عدد من اللغات الأوروبية الحية ، واشتهر بين علماء التاريخ والجغرافيا في أوروبا باسم «تاريخ الهند» أو «الهند» .

كما نقل البيروني خلال رحلاته تلك ، عدداً من الكتب الهندية من السنسكريتية إلى العربية وعدداً من الكتب العربية إلى السنسكريتية ، فحقّق بترجمات هذه تواصل الثقافة بين الشعوب الهندية والإسلامية .

كما نقل إلى العالم كذلك الأرقام الحسابية العُبارية من الهند إلى العرب ، وهي الأرقام المستعملة الآن في قارات أوروبا وأمريكا وآسيا وفي بلاد الشمال الأفريقي ويعرفونها بـ «الأرقام العربية» . ولم تعرف أوروبا هذه الأرقام عن العرب إلا بعد قرنين من وفاة البيروني ، وهي أرقام تقوم على الزوايا الهندسية .

وأتاح له هذه الرحلات بالهند أن يتحدّث ، ولأول مرة ، عن تاريخ الرياضيات عند كل من العرب والهنود ، ولولا صنيعه هذا لاندثر هذا التاريخ إلى الأبد . وما يزال نهر «إنجارا» بالهند يحمل الاسم ذاته الذي خلعه عليه البيروني .

بلوغ.. مطلع الشمس!

ظلت مكانة البيروني لدى السلطان محمود قلقة حيناً وفاترة أحياناً ولم تتحسن إلا إثر واقعة . فقد وفد وفدٌ من قبل سلطان أتراك الفولجا إلى غزنة عام ألف وأربعة وعشرين ، وكانت لهؤلاء الأتراك صلات تجارية تقوم على المقايضة للسلع من سكان المناطق القطبية الشمالية .

وحضر البيروني لقاء الوفد بالسلطان . وفي اللقاء ذكر رئيس الوفد ، وهو يتحدث عن بلاده ، أمراً أغضب السلطان ، حيث قال : في أقصى الشمال من الأرض يا مولاي تبقى الشمس مشرقة شهوراً متتالية لا تكاد تغيب إلا لتشرق من حيث غربت ، ثم تغيب شهوراً أخرى متتالية لا يرى فيها لها شروق . فيكون النهار نصف عام والليل نصفه الآخر! صاح السلطان : كفرٌ وإلحاد . وإن لم ترجعوا عما قلتم لأمرنَّ بسجنكم أو طردكم . وهنا تقدم أحد العلماء ، «أبو نصر بن مشكان» ، ليخفف من غضبة السلطان قائلاً : يا مولاي إن رئيس الوفد لم يقل برأي يراه ، وإنما هو يتحدث عن رؤية حقّة وعلينا نحن العلماء أن نبحث عن تفسيرٍ لها وتعليل .

كان البيروني مطرق الرأس يفكر ، فالتفت إليه السلطان : ماتقول فيما سمعت الآن يا أبا الريحان؟ . ردَّ البيروني : مولاي . الأتراك لم يكذبوا في خبرهم ، وفي كتاب الله مصداق ذلك . يقول عز من قائل : (حتى إذا بلغ مطلع الشمس وجدها تطلع على قوم لم نجعل لهم من دونها ستراً) . وبالوسع - يامولاي - تعليل هذا القول جغرافياً إذاً وضعنا كرة تمثل الأرض وأدناها أمام مصباح .

هدأت غضبة السلطان عندئذ ، وأقبل على أتراك الفولجا يسمع ما عندهم من عجائب الأخبار عن ديار نهر الفولجا وعن ديار سكان القطب الشمالي .

ومن بعثة أتراك الفولجا هذه إلى غزنة ، ومن بعثة أخرى وفدت من الصين إليها ، ومن الرحالة والتجار القادمين من مختلف أنحاء الأرض ، عرف البيروني كثيراً من المعلومات الجغرافية عن بلاد كثيرة : بلاد الروس ، وسيبيريا ، والقطب الشمالي ، والشرق الأقصى وغيرها ، ضمَّنها كتابه الأشهر «القانون في الهيئة والنجوم» .

مؤلفات البيروني

كان البيروني عالماً موسوعياً امتدت مؤلفاته وتشعبت لتشمل ضروباً من المعرفة مختلفة ومتعددة : الفلك ، والرياضيات ، والفيزيكا ، والطب ، والصيدلة ،

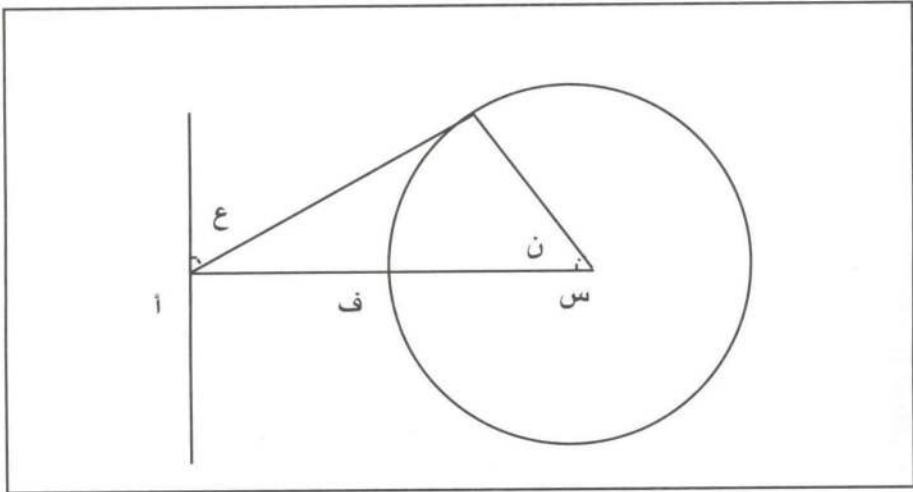
والكيمياء والتاريخ ، والجغرافيا ، والنبات ، وعلم الأرض ، وعلوم الحكمة وغيرها . وقد ترجم الكثير من هذه المؤلفات عدة مرات من العربية إلى عدد من اللغات الأخرى . إنها العبقريّة الفذة ، وإنك إذ تطالع تصانيفه تجد فيها من الغزارة والشمول ، فضلاً عن الابتكار والجدة ، كأنما توقفت عقارب الزمن عنها منذ ألف عام ويزيد! .

وقد بلغت تصانيف البيروني ، حسب قائمة أعدها بنفسه وهو في الثالثة والستين ، ١١٣ كتاباً ومقالة ورسالة ، وقد ضمّنها المستشرق «إدوارد سخاو» مقدمته الألمانية لكتاب البيروني «الآثار الباقية عن القرون الخالية» على النحو التالي : الهندسة والفلك ١٨ ، الحساب ٨ ، الأسطرلاب ٥ ، المواقيت والفصول ٥ ، منازل القمر ١٢ ، المذنبات ٥ ، التنجيم ٧ ، الضوء ٤ ، الجغرافيا ١٥ ، تصانيف فارسية وقصص أخرى ١٣ ، الأديان ٦ ، تصانيف لم يبق البيروني منها نسخاً لنفسه ٥ ، كتب غير مستكملة ١٠=١١٣ تصنيفاً .

ومن أهم مؤلفات البيروني قاطبة كتابه النفيس « القانون المسعودي في الهيئة والنجوم » الذي أنجزه في رعاية السلطان مسعود وأهداه له ، وهو مصنف ضخم في علوم الفلك والجغرافيا والرياضيات . يقع في أجزاء ثلاثة في نحو ألف وخمسمائة صفحة عدا المقدمة والفهارس ، وهو مقسم إلى إحدى عشرة مقالة ، يضم كل منهما عدداً من الأبواب . ففي المقالة الأولى أحد عشر باباً ، وفي الثانية اثنا عشر باباً ، وفي الثالثة تسعة أبواب ، وفي الرابعة تسعة عشر باباً ، وهكذا فعدد أبوابه ١٤٢ باباً ! .

في الفلك : برهن البيروني في قانونه على صحة أشياء كثيرة : كروية الأرض ، وكروية النجوم والكواكب السيّارة ، ودوران الأرض حول نفسها ، ودورانها حول الشمس ، ودوران القمر حولها . فسبق ببراهينه هذه علماء الفلك الغربيين بنحو ستة قرون . وكان أسبق علماء الفلك في العالم في اكتشاف الحركة المحورية للأرض حول نفسها على محور مائل ، واكتشاف الحركة الدورانية والدورية للأرض حول الشمس مرة كل سنة أرضية . وقدّم تصوراً لقوة الجاذبية الأرضية

كان أحد براهينه على دوران الأرض حول نفسها . كما برهن على حركة النجوم حول محور فلك البروج . وحدد مواقع ألف وتسعة وعشرين نجماً واضحاً كل نجم منها في مجموعته بدقة في خرائط فلكية للسماوات . وساق توضيحاً هندسياً لحركة الكواكب ، وربط بين حركاتها وحركة الأرض حول الشمس ، وقاس طول السنة وعرف فصولها ، والاعتدالين وعين أوقاتهما! ووضع معادلته الشهيرة المقترنة باسمه «معادلة البيروني» لمعرفة قطر الأرض وطول محيطها في خط عرض «نندانا» بالهند على بعد مائة كيلومتر من مدينة إسلام آباد (عاصمة باكستان الآن) ، ولم يزد الفرق الذي حدده لنصف قطر الأرض بمعادلته عن أربعة عشر كيلومتراً إلا قليلاً! ^(١) . انظر شكل رقم (١٢٩) ، وهو بمثابة رسم توضيحي يشرح معادلة البيروني لقياس س نصف قطر الأرض : حيث أ = قمة الجبل ، ف = معادلة الجبل ، الزاوية ن = الزاوية ع (لأن كل منهما تتمم زاوية ع أ د) .



شكل رقم (١٢٩) : رسم توضيحي يشرح معادلة البيروني لقياس نصف قطر الأرض

(١) يقدر نصف قطر الأرض ، كما هو معروف حديثاً بنحو ٦٤٠٠ كيلومتر . بينما مقداره عند البيروني ٦٤١٤,٢٥ كيلومتر . ويعتقد أن البيروني توصل إلى قياس نصف قطر الأرض في الشكل المشار إليه من خلال العلاقة التالية :

$$\text{نق} = \frac{\text{ف حتا ن}}{\text{ن - حتا ن}}$$

وفي الجغرافيا : وضع البيروني في «قانونه» طريقة رياضية جديدة لتحديد الجهات الأربع الأصلية أينما كان الإنسان على سطح الأرض في برٍ كان أم في بحر . وشرح ، مع الرسم والتعليل ، كسوف الشمس وخسوف القمر وشفق ما بعد الغروب وأسباب ظهور الفجر قبل شروق الشمس . واكتشف أن نقطة بعد الشمس عن الأرض تتحرك بمقدار درجة واحدة كل خمس وثلاثمائة من السنين! . كما تحدث عمّا يزيد على ستمائة بلد ومكان ، وصحّح مواقعها على خطوط الطول ، معتمداً على وقت حدوث خسوف للقمر في مكان مجهول وآخر معلوم ، وعلى وقت الزوال في كل بلد لتحديد خطوط العرض . وعرف من الفروق في أوقات الخسوف والزوال المسافات بين البلدان . كما وصف هيئة الأرض وتضاريسها ، واضعاً بذلك الأساس لعلم جديد هو «علم الجيوديسيا» أي علم هيئة الأرض .

وفي الرياضيات : قدّم البيروني في «قانونه» جداول رياضية استعمل فيها النسب المثلثية ، وأوجد من المساحة أطوال أضلاع الأشكال الهندسية المنتظمة ، وتوصل إلى إيجاد قيمة النسبة التقريبية (ط)^(١) . وعرف طريقة التقريب المتتابع التي يعرفها الرياضيون المحدثون . كما نجح في اشتقاق قوانين رياضية جديدة من نظرية أرشميدس القديمة عن الخط المنكسر .

ومن مؤلفاته الأخرى : «التفهيم لأوائل علم التنجيم» ، و«تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن» ، و«الكتاب في الأسطرلاب» ، و«إيضاح

(١) معرفة النسبة التقريبية (ط) معرفة قديمة . فقدماء المصريون مثلاً طَبَّقوها في بناء الأهرام ، إذ لو قسمنا طول محيط قاعدة الهرم على ارتفاعه لحصلنا على هذه النسبة . كذلك كانت معروفة في الحضارة الإغريقية . وهي تساوي (تقريباً) $\frac{22}{7}$ أو $\frac{355}{113}$. وقد توصل البيروني في الباب الخامس من «القانون المسعودي» إلى إيجاد (ط) برسم مضلع منتظم داخل دائرة بعدد من الأضلاع = ١٨٠ فوجدها = $3,14174660$ ، مع أن أرشميدس وجدها أقل من $\frac{3}{7}$ وأكبر من $\frac{310}{71}$ لأنه رسم مضلعاً ذا ٩٦ ضلعاً لتحقيق هذا الغرض . أما في الهند فقد وجدها الرياضي أربھاتا الصغير (عام ٥١٠م) $3,1416$. وبرهمكوبت استخدم العدد ٣ من الوجهة العملية والعدد $\frac{10\sqrt{10}}{3}$ كقيمة حقيقية لها . وأيّد في ذلك ماهاويرا (عام ٨٥٠م) وسبردهارا (عام ١٠٢٠م) . وفي الصين قدّرها شوغ شيج (عام ٤٧٠م) ما بين $3,1415927$ و $3,1415926$. وأدق قيمة لـ (ط) وصل إليها العلماء العرب تلك التي وصل إليها جمشيد غياث الدين الكاشي ، بعد البيروني بثلاثة قرون تقريباً ، وهي : ط = $3,141592653589793238462643383279502884197169399375105820974941597374614708179949337678399564655862548179848320662990696536618458442664783822227397007894666677744481665791536$.

الأدلة على معرفة كيفية سمت القبلة» ، و«إفراد المقال في أمر الظلال» ، و«مفتاح علم الهيئة» ، و«كرية السماء» ، و«في تحقيق منازل القمر» ، و«رؤية الأهلّة» ، و«تحديد المعمورة وتصحيحها في الصورة» ، و«جلاء الأذهان في زيج البتّاني» ، و«الآثار الباقية من القرون الخالية» ، و«استخراج قدر الأرض برصد انحطاط الأفق عن فلك الجبال» ، و«مواقع السمّت» ، و«الدستور في الفلك» ، و«الإرشاد في أحكام النجوم» ، إلخ .

وفي هذه المؤلفات كتب عالمنا عن أشياء كثيرة وأحاط :

● فعن جغرافية العالم : كتب عن أقاليم العالم السبعة ، وبحر الثلج في الشمال الشرقي من أوروبا ، ووصف سلاسل الجبال الممتدة من جبال الهملايا بالهند إلى جبال الألب في أوروبا . وبرهن لأول مرة على اتصال المحيط الهندي بالمحيط الأطلنطي ، وكان له الفضل الأول في معرفة جغرافية جنوب أفريقيا .

● وعن الشعوب : تحدّث عن شعوب إقليم بيكال في سيبيريا الشرقية والشعوب الإسكندنافية وشعوب القارة الهندية .

● وعن الظواهر الطبيعية : كتب عن ظاهرة المد والجزر على نهج يتسق وأوجه القمر ، وفسّر تكون السهول والجبال والقشرة الأرضية والثورات الجيولوجية التي تنتابها بالزلازل والبراكين والفيضانات فيصير البحر براً والبر بحراً ! كما فسّر ظاهرتي الخسوف والكسوف .

● وعن المنظومة الشمسية : تحدّث عن الشمس وكواكبها السيارة مثل عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل ، محدّداً يوم كل منها وسنته ، وبين حركاتها ومداراتها راصداً كل ذلك في جداول فلكية ، كما تنبأ في مؤلفاته بعمران الجهة المقابلة للعالم من الأرض (الأمريكتين الآن) ، وقد أكدت رحلة كولمبوس ، بعد قرون ، صدق تلك النبوءة ! .

كان هذا هو حد علمنا بالآثار العلمية للبيروني حتى مطلع القرن العشرين ، إلا أن البحث والتنقيب المستمرين في خزانات الكتب العامة والخاصة قد وصل

بمجموع تصانيف البيروني إلى أكثر من مائة وتسعين! وكان أحدث ما أزيح عنه الستار من مؤلفاته كتاب «غرة الزيجات»، وقد ترجمه البيروني عن اللغة السنسكريتية مضيفاً له بعض الأمثلة والشروح. وهو يقع في ٦٧ صفحة، ويحتوي على أربعة عشر فصلاً في الفلك والأرصاد الفلكية وقياسات أبعاد الأرض. وقد تم تقديمه إلى المؤتمر الدولي الذي عقد عن البيروني بكراتشي في عام ١٩٧٣.

ولنا أن نتساءل: كيف تسنى لعلنا أن يحيط بكل هذه العلوم، وأن يؤلف كل هذه التصانيف؟ ولعل الإجابة تتضح عندما نشير إلى النقاط الثلاث التالية:

١- أن البيروني جمع المعارف التي توصل إليها السابقون: من مصريين وروم ورومان وهنود وسريان وفرس وعبرانيين حتى العصر الذي عاش فيه.

٢- أنه اتبع في أبحاثه ودراساته منهجاً علمياً له خصائص وسمات المنهج الذي نعرفه اليوم.

٣- أنه لم يكن ليترك من يده قلماً أو يرفع عن بصره كتاباً أو يسمح لفكره أن ينشغل بغير العلم إلا في يومين اثنين من كل عام: يوم النيروز ويوم المهرجان. وفيهما كان يؤمن ضروريات معيشته، وظل على هذا النحو طيلة عمره المديد الذي ناهز الثمانين عاماً. ويقال إنه حتى قبيل وفاته بلحظات كان يستخبر عن مسألة في الهندسة.

هذا، وقد كتب عالمنا الجانب الأكبر من مصنّفاته بلغة عربية رصينة، وأسلوب عذب دقيق، فيما عدا بعض مصنّفات قليلة كتبها بالفارسية، وهو لم يكن ليخفي حبه الشديد للغة الضاد وافتتانه بها بل وتحيزه لها، ولم لا؟ أليس هو من قال: «للهجؤ بالعربية أحب إليّ من المدح بالفارسية!». وتكشف كتاباته عن تمكنه من العربية وتملكه ناصيتها، حيث كان يستشهد دائماً - وفي المواضع المناسبة - بأي الذكر الحكيم وكذا بالشعرين الجاهلي والإسلامي والأمثال العربية.

منهج البيروني

تميز عالمنا بشخصية كريمة ونفس سمحة خالصة تحررت من كل انسياق أو تعصب أو ميل أو تحزب ، دائبة السعي إلى الحقيقة لذاتها ، متفانية في طلبها وتقصيها .

ومن دراساته وبحوثه تمكن علي عبدالله الدفاع وجلال شوقي في كتابهما «أعلام الفيزيكا في الإسلام» من تحديد معالم المنهج العلمي الذي كان ينتهجه البيروني في النقاط التالية :

١ - دراسة أعمال المتقدمين من علماء وفلاسفة دراسة شاملة ومتعمقة ، ساعده في ذلك إتقانه للغات عديدة مكنته من الاطلاع على المعارف في مصادرها الأصلية .

٢ - عدم التسليم بما انتهى إليه الآخرون من نتائج ، بل إخضاع هذه النتائج - من آراء وافتراضات ونظريات - للبحث والنقد والتحليل وصولاً للحقيقة المجردة .

٣ - دراسة القضايا العلمية دراسة موضوعية منزهة عن الميل والهوى ومتجرده عن الأوهام والخرافات .

٤ - الاحتكام إلى التجريب العلمي بمعناه الدقيق ، وما يتلوه من تحليل للنتائج ، فاستقراء لها وقياس وتمثيل .

٥ - الاهتمام بمقدمات مصنفاته ، حيث يطرح فيها القضايا التي ينوي تناولها ، كما يعرض للأسلوب الذي سينتجه في معالجتها .

٦ - التسلسل المنطقي في العرض مع الاقتصاد في ذكر الأمثلة حتى يجهد القارئ الجاد نفسه في البحث والاستقصاء . يقول البيروني في هذا الخصوص : «إني لأخلي تصانيفي من المثالات ليجتهد الناظر فيها ما أودعته فيها من كان له دراية واجتهاد وهو محب للعلم مقبل عليه . وأما من كان من الناس على غير هذه الصفة فلست أبالي فهموا أم لم يفهموا !» .

٧ - الحرص على إيراد الكلمات المتقابلة في اللغات العربية والفارسية واليونانية والسريانية والهندية وغيرها ، مما أضاف إلى القيمة العلمية والتاريخية لمؤلفاته قيمة لغوية أيضاً .

٨ - العناية البالغة بصياغة الأفكار ، وابتداع المصطلحات العلمية الدقيقة .

٩ - كتابة معظم أعماله بأسلوب علمي متأدب ، مُخَضَّبٌ بالاعتباس في الموضوع المناسب من القرآن الكريم والشعر الجاهلي والشعر الإسلامي والأمثال العربية .

١٠ - تقصِّي أنواع المعارف في الحضارات المتعاقبة وباللغات المتباينة ، مما جعل منه عالماً موسوعياً بكل أبعاد الموسوعية وعمقها وشمولها .

١١ - الحرص على ذكر مصادر معلوماته واقتباساته ، وتوضيح مدى إلمامه وحدود معرفته .

١٢ - صفاته الشخصية الفاضلة مثل : الشجاعة الأدبية ، والجرأة في الحق ، والنزاهة والأمانة ، والعدل والإنصاف ، والتواضع الجم ، والإشارة الدائمة في كل ما كتب إلى ضالكة ما نعرف إلى جانب علم الله .

البيروني.. والفيزيكا

يتركز اهتمامنا في هذا المجال على تصانيف أربعة أساسية للبيروني هي :

١ - مقالة في «النسب التي بين الفلزات والجواهر في الحجم» .

٢ - «كتاب الجماهر في معرفة الجواهر» .

٣ - كتاب «القانون المسعودي في الهيئة والنجوم» .

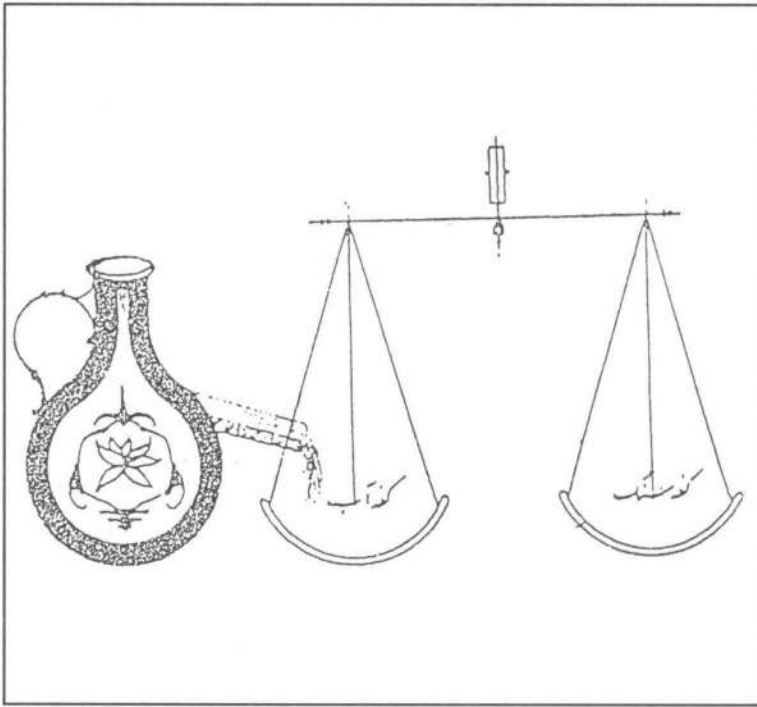
٤ - كتاب «الصيدلة في الطب» .

في هذه التصانيف الأربعة يبحث البيروني في موضوعات ثمانية في مجال الفيزيكا بصفة خاصة والعلوم الطبيعية بصفة عامة ، وهي :

- ١ - الخواص الطبيعية لبعض المواد : كالألماس والزئبق وغيرهما .
- ٢ - قوة الجاذبية الأرضية .
- ٣ - الثقل النوعي للمعادن والأحجار الكريمة .
- ٤ - تباين الثقل النوعي للماء بحسب درجة حرارته .
- ٥ - تأثير الحرارة على المعادن بالتمدد والانكماش .
- ٦ - ضغط السوائل ، وتوازنها ، وتغير بعض الظواهر المتعلقة بسريانها .
- ٧ - ظاهرة المد والجزر .
- ٨ - سرعة الضوء .

شكل رقم (١٣٠) : جدول يوضح الثقل النوعي لبعض المعادن والأحجار عند البيروني وقيمها المعروفة حالياً

المادة	ثقلها النوعي عند البيروني	ثقلها النوعي حالياً
الذهب	١٩,٢٦	١٩,٢٦
الزئبق	١٣,٧٤	١٣,٥٦
النحاس	٨,٩٢	٨,٨٥
الحديد	٧,٨٢	٧,٧٩
القصدير	٧,٢٢	٧,٢٩
الرصاص	١١,٤٠	١١,٣٥
الياقوت	٣,٧٥	٣,٥٢
الزمرد	٢,٧٣	٢,٧٣
اللؤلؤ	٢,٧٣	٢,٧٥
البلور (الكوارتز)	٢,٥٣	٢,٥٨



شكل رقم
(١٣١) :
جهاز
البيروني
لقياس
الكثافات
النوعية

ونعرض فيما يلي لبعض إنجازات البيروني وإسهاماته في عدد من هذه الموضوعات :

● البيروني والثقل النوعي

اهتم البيروني كثيراً بهذه القضية الفيزيائية ، وأجرى تجارب عملية كثيرة عيّن من خلالها الثقل النوعي للكثير من المعادن والأحجار . وقد بلغت قياساته في هذا الخصوص درجة كبيرة من الدقة (راجع شكل رقم ١٣٠) . ويعد الجهاز الذي استخدمه البيروني في هذا المجال أقدم جهاز لقياس الكثافة في العالم . وهو عبارة عن إناء مخروطي الشكل ذي أنبوب ضيق يندفع منه السائل المزاح بواسطة الجسم الذي يجري غمره ، بحيث تخرج من الإناء كمية من السائل تساوي حجم الجسم المغمور ، ويوزن السائل المزاح يمكن حساب الثقل النوعي لمادة الجسم بقسمة وزنه في الهواء على وزن السائل المزاح (أي وزن حجم من

السائل مساو لحجم الجسم الجاري تعيين ثقله النوعي) . انظر الجهاز المستخدم في الشكل رقم (١٣١) .

وقد اتخذ البيروني الياقوت الأكهب «قطباً» ، أي مقياساً أو معياراً أو إطاراً مرجعياً ، للأثقال النوعية لسائر المعادن والأحجار التي بحث فيها . والثقل النوعي للياقوت الأكهب $3,6 = 100$. وعليه فإذا كان الثقل النوعي لمادة أخرى كالقصدير مثلاً $7,2$ ، فإن الثقل النوعي للقصدير $= \frac{7,2}{3,6} = 2 = 200$ (أي ضعف الثقل النوعي للياقوت الأكهب) .

وهنا يرد قول : إن النتائج العالية الدقة التي حصل عليها البيروني قد يكون من المتعذر الحصول عليها باستخدام الجهاز أو الإناء المشار إليه . ويرد على هذا القول - بالأسلوب العلمي - كلٌّ من علي عبدالله الدفاع وجلال شوقي في كتابهما المشار إليه بقولهما : «لعل البيروني يكون قد اتبع أسلوباً آخر بأن أخذ قطعتين متساويتي الوزن من مادتين مختلفتين ، ووزن كلا منهما على حدة وهي مغمورة في الماء مثلاً ، وذلك لإيجاد حجم كل منهما بتعيين ما تفقده كل منهما عند غمرها في الماء . وهي طريقة تغني عن استخدام الإناء المخروطي . ويجري حساب النتائج على النحو التالي :

وزن قطعة المادة الأولى = الوزن النوعي للمادة الأولى $\times$ حجم المادة الأولى .

وزن قطعة المادة الثانية = الوزن النوعي للمادة الثانية $\times$ حجم المادة الثانية .

وحيث أن وزني القطعتين متساويان ، فإن :

الوزن النوعي للمادة الأولى $\times$ حجم المادة الأولى = الوزن النوعي للمادة الثانية $\times$ حجم المادة الثانية .

وبفرض معرفة الثقل النوعي لإحدى المادتين ، وليكن $3,6 = 100$ كما اعتبرها البيروني بالنسبة للياقوت الأكهب ، أمكن حساب الثقل النوعي للمادة

الأخرى من العلاقة الأخيرة ، حيث أن حجم كل من المادتين يمكن تعيينه بواسطة حجم الماء المزاح في كلتا الحالتين . ويحصل عليه مما تفقده المادة من وزنها عند غمرها في الماء .

ويمكن لهذه الطريقة أن تؤتي نتائج دقيقة فعلاً كتلك التي وردت في كتابات البيروني . ولعل اتخاذ البيروني حجر الياقوت الأكهب قطعاً يُرجَّح استخدامه كذلك لتلك الطريقة في تعيين الأثقال النوعية المنسوبة إلى الياقوت» .

كذلك عيّن البيروني الثقل النوعي لكثير من السوائل بدقة غريبة . وقد وجد أن الثقل النوعي للماء البارد يقل عنه للماء الساخن بمقدار 0.41677 ، أي أن الماء يزيد حجمه عندما يتجمد بحوالي 4.1677% ، وهذا ما نلمسه بالفعل عندما نملاً زجاجة بأكملها بالماء عند درجة الحرارة العادية ثم نضعها - وهي محكمة الإغلاق - في مجمّد ثلاجة ، فنجد أن الزجاجة قد تهرّست بسبب زيادة حجم الماء المتجمد .

عجباً لهذه الدقة المذهلة التي توصّل إليها البيروني ، بإمكانات عصره المتواضعة ، للتباين في الثقل النوعي للماء بحسب درجة حرارته! .

● البيروني والمعادن

عُني البيروني في أبحاثه بدراسة ظاهرة تمدد المعادن بالحرارة وانكماشها بالبرودة . وقد لاحظ ذلك في أجهزة الرصد ، حيث تطرأ عليها تغييرات في الطول ما بين دفء صدر النهار وحرارته وصقيع آخر الليل وبرودته . وقد أفاض في شرح ذلك في كتابه «القانون المسعودي في الهيئة والنجوم» .

● البيروني والسوائل

تعرض البيروني - لاسيما في كتابه «الآثار الباقية عن القرون الخالية» - لموضوع اتزان السوائل ، فشرح الظواهر التي تقوم على ضغط السوائل واتزانها ،

وبيّن كيفية تجمع مياه الآبار والمياه الجوفية بالرشح من الجوانب ، وكذلك كيفية فوران المياه وانبثاق النافورات وصعودها إلى أعلى . وتدخل هذه المسائل في ميكانيكا السوائل (الهيدروستاتيكا والهيدروليكا) .

• البيروني والأشعة الضوئية

كان البيروني من مؤيدي القول بخروج الشعاع الضوئي من الجسم المُبصر (الرئي) إلى عين المُبصر (الرئي) ، تماماً كما نادى ابن الهيثم . كما فطن البيروني إلى أن سرعة الضوء - النور بتعبيره - عظيمة جداً إذا ما قيسَت بسرعة الصوت .

عن البيروني.. تحدثوا، وقدرّوا

عن عالمنا تحدث العلماء من شرقٍ ومن غرب .

فمن علماء الشرق يقول الإمام البيهقي في كتابه «تتمة صوان الحكمة» : «أبو الريحان البيروني من أجلّ المهندسين ، وقد سار في بلاد الهند أربعين سنة ، وصنّف كتباً كثيرة رأيت أكثرها بخطه» .

ومن علماء الغرب يقول المستشرق «سحاو» : «إن البيروني من أضخم العقول التي ظهرت في العالم ، وإنه لأعظم علماء عصره ومن أعظم العلماء في كل العصور» .

ويقول المستشرق الأمريكي «أريوبوب» : «في أية قائمة تحوى أسماء أكابر العلماء يجب أن يكون لاسم البيروني مكانه الرفيع . ومن المستحيل أن يكتمل بحث في الفلك أو الجغرافيا أو الرياضيات أو علم الإنسان دون الإقرار بمساهماته الفذة في كل من هذه العلوم» .

ويقول «مايرهوف» : «إن اسم البيروني لأبر اسم في موكب العلماء الكبار واسعي الأفق الذين يختال بهم العصر الذهبي للإسلام» .

كما يعترف «سميث» في كتابه «تاريخ الرياضيات» : «بأن البيروني كان ألمع

علماء عصره في الرياضيات ، وأن الغربيين مدينون له بمعلوماتهم عن الهند ومآثرها في العلوم .

نعم ، لقد عاش عالمنا في أكثر من وطن ، وعرف أكثر من لغة ، لذا تنازع الكثيرون جنسيته وانتماءه : الترك ، والفرس ، والأفغان ، والروس ، والعرب ، كل قوم به متمسكون ومباهون ومفاخرون ومفتخرون .

وتقديراً لفضل عالمنا أنشئت في طشقند عاصمة جمهورية أوزبكستان السوفيتية جامعة تحمل إسمه «جامعة البيروني» ، وأقام المتحف الجيولوجي بجامعة موسكو تمثالاً له بجوار تماثيل عمالقة علماء الجيولوجيا العظام في العالم . وفي عام ١٩٥٠ أصدرت أكاديمية العلوم السوفيتية مجلداً بعنوان «البيروني» ، يضم سيرته وبحوثه ومؤلفاته ، وقد صدر تحت إشراف المستشرق الروسي «تولستوف» بمناسبة مرور ألف سنة هجرية على مولده . وتقديراً لفضل البيروني على الهند ، أصدرت الهند في عام ١٩٥١ مجلداً تذكاريّاً عنه باللغات الإنجليزية والفرنسية والإيطالية والأردية .

وضم هذا المجلد بحوث البيروني الباقية في كل علم ، ومعها ترجمة موجزة لحياته^(١) .

وفي الوقت الحاضر تهتم بالبيروني جامعات ليننجراد وبرنستون وبرلين ، حيث تحقق أبحاثه التسعة عشر الباقية من كتبه ، كما تبحث عن بقية كتبه المفقودة بين مخطوطات المكتبات العامة والخاصة في مختلف أرجاء الأرض .

(١) وفي عام ١٩٧٣ أقيم في باكستان احتفالٌ عالميٌّ كبير ، حضره العلماء من شتى أنحاء العالم ، يُشيدون بفضل البيروني ويُقدّمون الدراسات الموضوعية عن أعماله العظيمة . وكان البيروني واحداً من ١٨ عالماً إسلامياً سجّل الدكتور فاروق الباز عالم الفضاء المصري الأمريكي أسماءهم على بعض معالم القمر . (المحكم) .

(٦٠)

أوحد الزّمان بن ملكا ibn Malaka (Awhad Azzaman)

فيلسوف العراقيين

(٤٨٠ - ٥٦١ هـ) (١٠٨٧ - ١١٦٥ م)



كان على غير ملة الإسلام ، فهداه الله إليه ،
وشرح له صدره . في الفيزيقا هو العلم
الأسمى ، وفي الطب هو الطبيب المعلى ، وفي
الاثنين كانت له جهودٌ وإنجازات ، إنه أوحد
الزمان ابن ملكا (شكل رقم ١٣٢) .

البلدي...!

شكل رقم (١٣٢) :أوحد الزمان ابن ملكا

هو هبة الله بن علي بن ملكا البغدادي
المعروف بلقب «أوحد الزمان» ، وشهرته عند
العامة «البلدي» . ولد في بغداد عام ٤٨٠ هـ (١٠٨٧ م) ، وتوفي بهمدان حوالي
عام ٥٦١ هـ (١١٦٥ م) عن عمر يناهز الثمانين عاما .

إسلام.. ابن ملكا

ولد عالمنا على ملة اليهود وترعرع بين آل ملته ، ولكنه قبل وفاته اعتنق
الإسلام ديناً وأمن بمحمد نبياً ورسولاً ، حتى صار حجة لعلماء المسلمين
وإماماً في العلوم التطبيقية . وقد كان من كبار المتعصبين لليهودية
، ولكنه لما أسلم هجر بني ملته وصار يتبرأ منهم . واختلفت الروايات في
قصة إسلامه :

يروى ابن أبي أصيبعة في كتابه «عيون الأنباء في طبقات الأطباء» قصة :

« قيل إن أوحـد الزمان كان سبب إسلامه أنه دخل يوماً إلى الخليفة^(١) ، فقام جميع من حضر إلا قاضي القضاة ، فلم ير أن يقوم من الجماعة لكونه ذمياً . فقال يا أمير المؤمنين : إن كان القاضي لم يوافق الجماعة لكونه يرى أنني على غير ملتة ، فأنا أسلم بين يدي مولانا ولا أتركه ينتقصني بهذا ، وأسلم » .

بينما يورد القفطي في كتابه « تاريخ الحكماء » رواية أخرى : « إن إسلام ابن ملكا ، كان سببه أنه كان في صحبة السلطان محمود ببلاد الجبل ، وولي محمود ولاية العراق ، وكانت زوجته الخاتون بنت عمه سنجر ، وكان لها مكرما محبا معظما . واتفق أن مرضت وماتت فجزع السلطان عليها جزعاً شديداً . ولما عاين ابن ملكا ذلك الجزع من السلطان خاف على نفسه من القتل ، إذ هو الطبيب ، فأسلم طلباً للسلامة » .

وبعد أن أسلم حسن إسلامه على الرغم من أن بناته الثلاث رفضن العقيدة الإسلامية وبقين يهوديات . وكان رحمه الله يعلم أن بناته سوف يحرمن من الميراث بسبب إسلامه ، ومع ذلك استمر في طريق الحق . ولما عاداه أبناء جلدته وصار معزولاً عن عائلته وبناته الثلاث ، احتضنه علماء المسلمين وقدروه وأنزلوه فيهم أكرم منزل .

وكانت تؤخذ على عالما قبل إسلامه مأخذ معينة منها تكبره . يتضح ذلك من قول البديع هبة الله الأسطربلابي مادحاً أمين الدولة أبا الحسن بن تلميذ وذاماً ابن ملكا في البيتين التاليين :

أبو الحسن الطيّب ومقتفيه

ابن ملكا في طرفي نقيض

فذاك من التواضع في الثريا

وهذا بالتكبر في الخضيض

(١) المقصود السلطان السلجوقي محمود أبو القاسم بن محمد .

ولعل دين الإسلام صقل من شخصيته وغسل عنه تكبره وألبسه ثوب التواضع ، وقد ذكر كثير من مؤرخي العلم أن ابن ملكا اتصف بعد إسلامه بالصفات الحميدة المنتظرة من علماء المسلمين .

ابن ملكا.. والفيزيقا

كانت لابن ملكا إسهامات متعددة في جوانب فيزيقية كثيرة ، نذكر منها :

● ابن ملكا والحركة

ألّف ابن ملكا كتابا قيماً هو «المعتبر في الحكمة» ، تحدث فيه عن أنواع الحركة وقوانينها :

فبالنسبة لأنواعها أشار إلى نوعين هما : الحركة الطبيعية والحركة القسرية . والقسرية تتقدمها الطبيعية ؛ لأن المقسور إنما هو مقسور عن طبعه إلى طبع قاسره ، فإذا لم تكن حركة بالطبع لم تكن حركة بالقسر .

ويقصد ابن ملكا بالحركة الطبيعية حركة الجسم تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية ، حيث إن الجسم يسعى في طلب وضعه الطبيعي عند مركز الأرض ، وأما الحركة القسرية فتلك الناشئة عن تعريض الجسم لمؤثر خارجي يجبره على تغيير مكانه أو وضعه ، مثل رمي السهم أو قذف الحجر .

كما يشير ابن ملكا في كتابه إلى وجود خاصية مدافعة الجسم عن بقائه على حاله وهي جوهر القانون الأول للحركة .

وبالنسبة للقانون الثاني للحركة ، فلعل أقرب ما توصل إليه علماء المسلمين من معان قول ابن ملكا : «وكل حركة ففي زمان لا محالة . والقوة الأشد تحرك أسرع وفي زمان أقصر . فكلما اشتدت القوة ازدادت السرعة وقصر الزمن . فإذا لم تتناه الشدة لم تتناه السرعة وفي ذلك أن تصير الحركة في غير زمان وأشد لأن سلب الزمن في السرعة نهاية ما للشدة» .

وفي هذا النص يشير ابن ملكا إلى أن سلب الزمن في السرعة نهاية ما

للسدّة ، ولم يقل سلب الزمن في قطع المسافة ، ويعني هذا زيادة السرعة حيث السرعة = المسافة / الزمن ، وإنما قال سلب الزمن في السرعة ، وهي إشارة دقيقة للتسارع (العجلة) حيث التسارع = السرعة / الزمن أو بمعنى آخر معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن .

ويتضح من هذه المعاني أن عالمنا يشير إلى تناسب القوة مع تغير السرعة بالنسبة للزمن ، وهو معنى قريب جداً من القول بتناسب القوة مع التسارع .

وأما عن القانون الثالث للحركة فإن ابن ملكا يشير إليه بقوله : «إن الحلقة المتجاذبة بين مصارعين لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر ، وليس إذا غلب أحدهما فجذبها نحوه تكون قد خلت من قوة جذب الآخر ، بل تلك القوة موجودة مقهورة ولولاها لما احتاج الآخر كل ذلك الجذب» .

ولعله في هذا القول واضح أنه لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه . فالحلقة التي أشار إليها ما هي إلا جسم في حالة اتزان تحت تأثير قوتين متساويتين مقدارا ومتعاكستين اتجاهاً .

• ابن ملكا والسقوط الحر

كتب ابن ملكا عن السقوط الحر للجسم تحت تأثير قوة جذب الأرض له ، وأشار إلى أن حركة الجسم تتزايد في السرعة كلما أمعن الجسم في سقوطه الحر ، بحيث أن تأثيره يشتد مع طول المسافة المقطوعة . وفي ذلك يقول : « . . فإنك ترى أن مبدأ الغاية كلما كان أبعد كان آخر حركته أسرع وقوة ميله أشد وبذلك يشج ويسحق ، ولا يكون ذلك له إذا ألقى من مسافة أقصر ، بل يكون التفاوت في ذلك بقدر طول المسافة التي يقطعها» . وهو قول صحيح تماماً إذ أن سرعة الجسم الساقط سقوطاً حراً ، أي تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية فحسب تتزايد بحسب المسافة التي يهبطها الجسم ، ومن ثم فإن كمية حركته - التي عبر عنها ابن ملكا بقوة الميل - تزيد ويشد تأثيرها .

فالحجر الساقط من علٍ كلما كان موضع بدء هبوطه أعلى كانت شدة وقوعه أقوى فيشج ويسحق .

والحق أن ابن ملكا قد وقف على حقيقة تساقط الأجسام تساقطا حرا ، متخذة في ذلك أقصر الطرق في سعيها للوصول إلى مواضعها الطبيعية وهو الخط المستقيم . وفي هذا يقول : «كل حركة طبيعية فعلى استقامة» .

كذلك أيقن ابن ملكا أنه لولا تعرض الأجسام الساقطة سقوطا حرا لمقاومة الهواء لتساقطت الأجسام المختلفة الثقل بنفس السرعة . وبذلك يكون عالمنا أول من نقض قول أرسطو المأثور عن تناسب سرعة سقوط الأجسام مع أثقالها ، وهو قول خاطئ تماما . وبذلك يكون ابن ملكا قد حقق سبقا أكيدا في مجال حركة الأجسام تحت تأثير الجاذبية الأرضية قبل جاليليو بنحو خمسة قرون! .

يقول ابن ملكا : «لو تحركت الأجسام في الخلاء - أي الفراغ - لتساوت حركة الثقيل منها والخفيف والكبير والصغير والمخروط المتحرك على رأسه الحادة ، والمخروط المتحرك على قاعدته الواسعة ، في السرعة والبطء» .

ابن ملكا والطب

كان ابن ملكا من ألمع علماء عصره في الفيزيكا ، وفضلا عن ذلك كان الطبيب المعلى . فقد كانت له منذ حداثته رغبة في دراسة الطب ، حتى إنه كان يجلس عند باب كبير الأطباء في زمانه أبي الحسن سعيد بن هبة الله بن الحسين^(١) يستمع لشرحه لطلابه كي يتعلم مهنة الطب .

وكان الشيخ الكبير يناقش مع طلابه ذات مرة مسألة ، إلا أنها استعصت عليهم جميعا حتى ألهم الله ابن ملكا حلها . ولما أخبر الشيخ بأمرها مجيبا عنها بشيءٍ من كلام جالينوس ، تعجبَّ الشيخ من ذكائه وحرصه واستخبره عن

(١) أبو الحسن سعيد بن هبة الله بن الحسين يعتبر من مشايخ الأطباء . عاش فيما بين ٤٣٥ - ٤٩٤ هـ (١٠٤٤ - ١١٠١ م) ، وعمل مدة طويلة في معالجة المرضى في البيمارستان العضدي . نال شهرة عظيمة في مداواة المرضى في زمن المقتدي بأمر الله الذي ألف له أبو الحسن كتاب «المغني في الطب» . كما أن له مصنوعات كثيرة منها : كتاب الإقناع ، وكتاب خلق الإنسان ، وكتاب في اليرقان ، ومقالة في صفات تركيب الأدوية .

الوضع الذي كان يجلس فيه فلما أعلمه ، قال : من يكون بهذه النباهة ما نستحل أن نمنعه من العلم وقربه منذ ذلك الوقت حتى صار من أجل تلاميذه .

وكان ابن ملكا من أطباء المسلمين الذين عنوا بمعالجة الأمراض النفسية وبطريقة أدهشت علماء الطب النفسي في القرن العشرين . كما اشتهر عالمنا بجرأته في مداواة مرضاه ، فقد كان لا يتردد في أخذ القرارات في إجراء العمليات الجراحية الخطيرة . وكان ينصح طلابه بأن الطبيب الناجح إذا اقتنع بأنه لا مناص من إجراء عملية جراحية فلا يجب أن يعطي مريضه انطبعا بأنه ليس مقتنعا ، مما يجعل المريض متخوفا وربما قاده تخوفه إلى صعوبة شفائه .

ومن أهم مؤلفات ابن ملكا في الطب : اختصار التشريح من كلام جالينوس ، كتاب الأقرباذين (من ثلاث مقالات) ، مقالة في الدواء .

ومن مؤلفاته في المجالات الأخرى : رسالة في العقل وماهيته ، كتاب النفس ، كتاب التفسير .

(٦١)

أبو الفتح الخازن (الخازني)

Abul-Fath al-Khazen (al-khazeni)

أبو علمي الديناميكا والهيدروستاتيكا

(٤٩٤ - ٥٥٠ هـ) (١١٠٠ - ١١٥٥ م)



شكل رقم (١٣٣) : أبو الفتح الخازن

من بين العلماء جلهم لم يكن حراً ، ومع ذلك أتى بما لم يأت به الكثيرون . في الفيزيكا سبق عصره وفاق أساتذته ، فهو - في عُرف المؤرخين - أستاذها لجميع العصور . إنه الخازن^(١) (شكل رقم ١٣٣) .

الرقيق..!

هو أبو الفتح عبدالرحمن المنصور الخازني المعروف بالخازن . ولد في «مرو»^(٢) أشهر مدن خراسان ودرس بها . وكان غلاماً لعلّي الخازن المروزي ، فترعرع في ظله ودرس في مسقط رأسه على أيدي أكابر العلماء ، فنبح في علوم الفيزيكا والفلك والرياضيات .

وإننا لفي دهشة حقا ، إذ كيف يتسنى لعالمنا أن ينبغ في كل هذه المجالات ويتألق على الرغم من أنه لم يكن حراً ، وإنما كان رقيقاً لسيدته الذي أولاه جل عنايته وعلمه الفلسفة والعلوم في حياته .

(١) يخلط بعض المؤرخين بينه وبين كل من أبي جعفر الخازن ، الذي عاش في خراسان في القرن العاشر الميلادي وكان رياضياً فلكياً ، وابن الهيثم حيث أن الغربيين يعرفون ابن الهيثم بـ (الهازن) . وهناك تشابه كبير في كتابة الأسماء الثلاثة بالإنجليزية Al-Khazeni, Al-Khazen و Al-hazen . ومن ثم كان الخلط بين الهازن (تحريف الحسن) وبين الخازن ، والفرق بينهما يكمن في حرف واحد فقط هو K .

(٢) توجد اليوم في جمهورية التركمانستان التي كانت ضمن جمهوريات الاتحاد السوفيتي السابق .

مؤلفات الخازن

صنّف الخازن مجموعة كبيرة من الكتب والرسائل يتوجها كتابه الشهير «ميزان الحكمة». وهو يقع في ثمانية مجلدات تتناول قضايا فيزيقية وفلكية . فالجلد الأول منها في السوائل الساكنة ، والثاني في الأوزان ، والثالث في نظريات الجاذبية ، والرابع في نظريات أرشميدس ومنلوس ، والخامس فيه أمثلة ومسائل وجداول عن أوزان المواد المختلفة ، والسادس في الوزن النوعي للأجسام المختلفة ، والسابع فيه أمثلة عامة على ميزان الحكمة في مواضيع مختلفة ، والثامن في علم الفلك .

ويشيد سارتون بكتاب «ميزان الحكمة» بقوله : «إن ميزان الحكمة من أجل الكتب ، التي تبحث في مجال السوائل الساكنة ، وهو أروع ما أنتجته القريحة الإسلامية في القرون الوسطى» . كما اعترف «بلتن» من أكاديمية العلوم الأمريكية بما لهذا الكتاب من أثر في تاريخ علم الفيزيكا خاصة وتطور الفكر العلمي عند العرب عامة . وقد أفاد علماء الغرب من هذا الكتاب بعد ترجمته من العربية إلى عدة لغات أخرى .

ومن كتب الخازن الأخرى : الزيج السنجاري وهو بمثابة جداول فلكية سجل فيها أرصاده الدقيقة جدا ، وقد سمي السنجاري نسبة إلى السلطان سنجار ، وكتاب الآلات العجيبة الذي تعرض فيه لعلم آلات الرصد وعرف فيه علم الهيئة ، والتفهيم ، وجامع التواريخ ، والفجر والشفق .

الخازن.. والفيزيكا

كان الخازن فيزيقياً من طراز رفيع . وقد أبدع على وجه الخصوص في كل من علم الحركة (الديناميكا) وعلم السوائل الساكنة (الهيدروستاتيكا) إبداعاً أدهش من لحقه من الباحثين . ولا تزال نظرياته حية وصحيحة حتى اليوم ، مثل نظرية الميل والانحدار ونظرية الاندفاع ، وقد لعبت هاتان النظريتان دوراً هاماً في علم الحركة . وجدير به أن يُكنّى بأبي علمي الحركة وتوازن السوائل ، كما كُنّي : ابن

الهيثم بأبي علم المناظر ، والخوارزمي بأبي علم الجبر ، والبستاني بأبي علم المثلثات ، وثابت بن قرة بأبي علم الهندسة .

وكانت الفترة ما بين ١١١٥ و ١١٢١م هي فترة ازدهار عالمنا وتألقه . وهو يعتبر بحق من الذين لهم اليد الطولى في تطوير نظريات الجاذبية والثقل النوعي ، كما كان له السبق في أمور فيزيقية كثيرة . يقول عبدالحليم منتصر في كتابه «تاريخ العلم ودور العلماء العرب في تقدمه» : «لقد سبق الخازن توريشيلي في الإشارة إلى أن للهواء وزناً وقوة دافعة كالسوائل ، وأن وزن الجسم في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي ، وأن هذا النقص يتوقف على كثافة الهواء . وبين أن قاعدة أرشميدس لا تسري على السوائل فحسب وإنما تشمل الغازات أيضاً . وكانت مثل هذه الدراسات هي التي مهّدت لاختراع البارومتر (ميزان الضغط) ومفرغات الهواء والمضخات وما أشبه . وبهذا يكون الخازن قد سبق كلاً من توريشيلي وباسكال وبويل وغيرهم» .

ولهذا يميل كثير من مؤرخي تاريخ العلوم إلى اعتبار الخازن أستاذ الفيزيكا لجميع العصور ، وقد أجمعوا على أنه فاق في ذلك أساتذته العظام : ابن سينا والبيروني وابن الهيثم ! .

وفيما يلي نلقي ضوءاً على إسهامات الخازن في بعض المفاهيم الفيزيكية :

• الخازن وقوة التثاقل

أفرد الخازن جانباً كبيراً من جهوده في الفيزيكا في دراسة جاذبية الأرض ومركز الثقل وسلوك الأجسام الساقطة تحت تأثير الجاذبية الأرضية . يقول عالمنا عن مركز الثقل : «كل جسمين ثقيلين بينهما واصل يُحفظ وضع أحدهما عند الآخر ولجميعهما مركز ثقل هو نقطة واحدة فقط . وإذا تعادل جسمان بثقلهما في نقطة مفروضة فإن نسبة ثقل أحدهما إلى ثقل الآخر كنسبة قسمي الخط الذي يمر بتلك النقطة ويمر بمركزي ثقلهما» . كما يقول : «الأجسام المتساوية في القوة والحجم والشكل والبعد عن مركز العالم متساوية . وكل جرم ثقيل معلوم

الوزن لبعده مخصص عن مركز العالم تختلف زنته بحسب اختلاف بعده عنه ، فكلما كان أبعد كان أثقل وإذا قرب كان أخف ، لهذا تكون نسبة الثقل إلى الثقل كنسبة البعد إلى البعد» .

وإذا ما قارنا هذا القول بما نعرفه اليوم عن قوة الجذب والتي تساوى حاصل ضرب الكتلتين ك^١ ، ك^٢ مقسوماً على مربع المسافة ف بينهما ، أي أن :

$$ق = \frac{ك١ \times ك٢}{ف^2}$$

اتضح لنا أن الثقل يتناسب عكسياً مع مربع بعد الجسم عن المركز .وعليه يكون قول الخازن بتناسب الثقل طردياً مع البعد هو قولٌ جانبه فيه التوفيق .

• الخازن والثقل النوعي

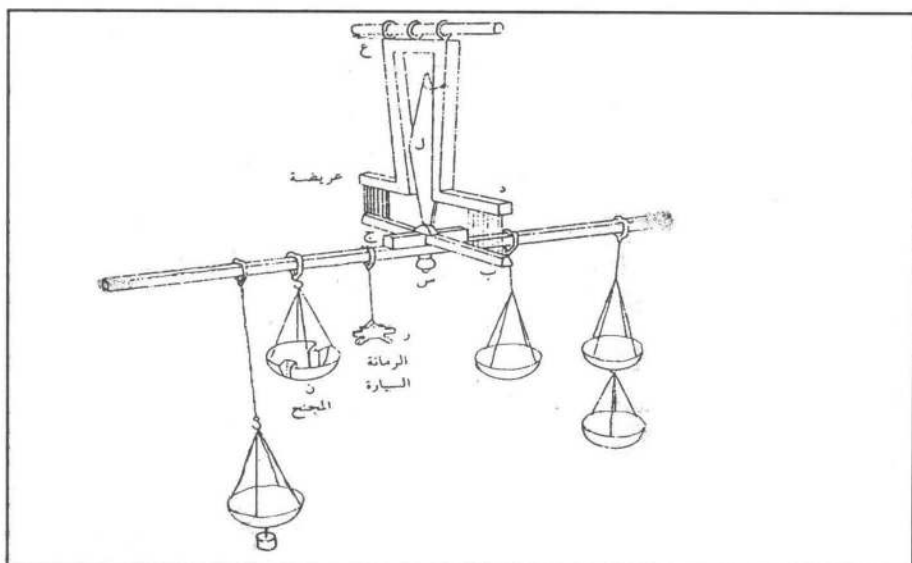
أولى الخازن جانباً كبيراً من دراساته في الفيزيكا لتعيين قيم الثقل النوعي لكل من المواد الصلبة والسائلة .

فبالنسبة للمواد الصلبة ، من معادن وأحجار كريمة ، عيّن قيم الثقل النوعي لها بدقة فائقة . ويتضح من شكل رقم (١٣٤) أن قيم الخازن لكل من الزئبق والنحاس والكوارتز (البلور) أكثر صحة من مثيلاتها التي عينها أستاذه البيروني .

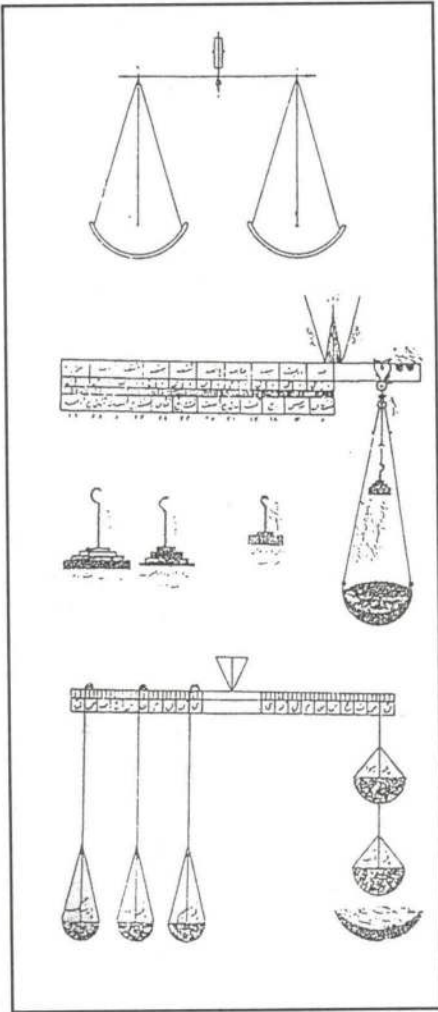
وقد استعمل الخازن في هذه القياسات جهازاً مشابهاً للجهاز الذي سبق أن استخدمه البيروني في تعيين الثقل النوعي للمواد الصلبة ، ويستخدم هذا الجهاز على النحو التالي : يملأ الوعاء المخروطي بالماء حتى فوهته . توزن المادة المراد تعيين ثقلها النوعي وزناً دقيقاً . يلقي بالمادة برفق إلى داخل الوعاء . عند تمام انغمار المادة في ماء الوعاء يكون حجم الماء المزاح الذي ينسكب من الميزاب مساوياً لحجم المادة الجاري تعيين ثقلها النوعي وبذلك يكون قد تم قياس حجمها . يوزن الماء الذي قام الجسم المغمور بإزاحته من الإناء المخروطي . يحسب الوزن النوعي للمادة بإيجاد النسبة بين وزن الجسم ووزن كمية الماء التي أزاحها عند تمام غمره في ماء الإناء .

شكل رقم (١٣٤) : جدول يوضح الثقل النوعي لبعض المعادن والأحجار عند الخازن وقيمها المعروفة حالياً

المادة	ثقلها النوعي عند الخازن	ثقلها النوعي حالياً
الذهب	١٩,٠٥	١٩,٢٦
الزئبق	١٣,٥٩	١٣,٥٦
النحاس	٨,٨٣	٨,٨٥
الحديد	٧,٧٤	٧,٧٩
القصدير	٧,١٥	٧,٢٩
الرصاص	١١,٢٩	١١,٣٥
الياقوت	٣,٦٠	٣,٥٢
الزمرد	٢,٦٢	٢,٧٣
اللؤلؤ	٢,٦٢	٢,٧٥
البلور (الكوارتز)	٢,٥٨	٢,٥٨



شكل رقم (١٣٥) : ميزان الخازن لتعيين أوزان الأجسام في كل من الهواء والماء



شكل رقم (١٣٦) : أنواع من الموازين التي استعملها العلماء المسلمون

وبالنسبة للسوائل ، فقد استعمل الخازن ميزان الهواء Aerometer لتعيين الثقل النوعي للسوائل بدقة . وبمقارنة النسب التي توصل إليها علمنا في هذا الخصوص بالنسب الحديثة التي حصل عليها علماء العصر الحديث ، مستخدمين الأجهزة العلمية المعقدة ، لتبين لنا قلة الخطأ الذي وقع فيه الخازن رغم بدائية أدواته وأجهزته .

هذا ، وقد اخترع الخازن ميزاناً خاصاً لتعيين وزن الأجسام في كل من الهواء والماء . ويتميز الميزان بأن له كفات خمساً تتحرك إحداها على ذراع مدرّجة . شكل رقم (١٣٥) . كما يوضح شكل رقم (١٣٦) أنواعاً مختلفة من الموازين التي استعملها العلماء المسلمون .

وفضلاً عن هذا فقد ابتكر الخازن معادلة دقيقة تعطي الوزن المطلق والثقل النوعي لجسم مكون من مادتين ، وهي :

$$س = أ \left[\frac{\frac{1}{ب} - \frac{1}{ك}}{\frac{1}{ب} - \frac{1}{٢ب}} \right]$$

حيث أ = الوزن المطلق للجسم المركب ، ك = الثقل النوعي له ، ب ١ = كثافة المادة الاولى ، ب ٢ = كثافة المادة الثانية ، س = الوزن المطلق المطلوب .

ومن هذه المعادلة يمكن بسهولة إيجاد الوزن المطلق والثقل النوعي لجسم مكون من مادتين مركبتين! .

• وفي دراسة الخازن لموضوع السوائل الساكنة اهتم بمسألة المقاومة (الدفع) التي يلاقيها الجسم من أسفل إلى أعلى عندما يغمر في سائل . وقد بين هنا أمرا هاما ، وهو أن قاعدة أرشميدس لا تنطبق على السوائل فحسب ولكنها تشمل الغازات أيضا . وفي ذلك يقول : «الأجرام الثقالة يعاوقها الهواء ، وهي في الحقيقة أكبر من ثقلها الموجود في ذلك . وإذا انقلبت إلى هواء ألطف كانت أثقل وعلى خلافه إذا انقلبت إلى هواء أكثف كانت أخف» .

• وعن مقاومة السوائل للحركة ، بين الخازن أنه «إذا تحرك جسم ثقيل في أجسام رطبة (سائلة) ، فإن حركته فيها تكون بحسب رطوبتها ، فتكون حركته في الجسم الأرتب^(١) أسرع» .

(١) لعله يقصد الأكثر سيولة ، أو بتعبيرنا المعاصر الأقل لزوجة .

(٦٢)

الإمام فخر الدين الرازي

Fakhr-ud-Din al-Razi (al-Imam)

صاحب كتاب المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعات

(٥٤٤ - ٦٠٦ هـ) (١١٥٠ - ١٢١٠ م)

إنتاجه وفير ، وعلمه غزير في فروع المعرفة الإنسانية كلها . له في الفيزيكا شروح كثيرة وتفسيرات لقوانينها وظواهرها ، سبق بها عصره ، وكانت النبراس الهادي لمن أتى بعده ، ذلكم هو الإمام ، الإمام فخر الدين الرازي .

ابن خطيب الري

هو أبو عبد الله محمد بن عمر بن الحسن التيمي البكري المعروف باسم الإمام فخر الدين الرازي . ولد في الري عام ٥٤٤ هـ (١١٥٠ م) ، وتوفي في هرة عام ٦٠٦ هـ (١٢١٠ م) . عاش فقيراً معدماً إلا من نبوغه العلمي الذي جعله من الشخصيات المرموقة لدى قادة عصره . وكان والده من أئمة الإسلام خطيباً بارزاً في علم الكلام ، فلازمه الابن وتلمذ على يديه حتى برز في معظم فروع المعرفة ، ومن ثم نجده من علماء المسلمين الذين عرفت عنهم الفصاحة وإجادة اللغات المختلفة ، وخاصة العربية والفارسية اللتين كتب معظم إنتاجه بهما .

وكان الإمام دائم التنقل كثير الترحال طلباً للعلم . يقول خير الدين الزركلي في موسوعته «الأعلام» : «الإمام فخر الدين الرازي هو الإمام المفسر ، أوجد زمانه في المعقول والمنقول وعلوم الأوائل ، وهو قرشي النسب ، أصله من طبرستان ومولده في الري وإليها نسبته . ويقال : ابن خطيب الري . رحل إلى خوارزم وما وراء النهر وخراسان ، وتوفي في هرة» .

مؤلفات الإمام

كان الإمام فخرالدين الرازي عالماً موسوعياً ، يكاد أن يكون قد كتب في جميع فروع المعرفة السائدة في عصره . وقد خلف الإمام وراءه مجموعة ضخمة من المصنفات ، عُرف منها اليسير ولا يزال أغلبها ينتظر البحث والتنقيب .

ومن مؤلفاته في الطبيعيات : كتاب المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات ، وكتاب محصل أفكار المتقدمين والمتأخرين من العلماء والحكماء والمتكلمين ، وشرح كتاب الإشارات والتنبيهات لابن سينا .

وفي الرياضيات والفلك : كتاب في الهندسة ، ورسالة في علم الهيئة .

وفي الطب : كتاب الطب الكبير ، وكتاب التشريح من الرأس إلى الحلق ، وشرح القانون لابن سينا ، والأشربة ، والطب والفراصة .

وفي تفسير القرآن الكريم : التفسير الكبير ، وأسرار التنزيل وأنوار التأويل ، وتفسير سورة الفاتحة أو مفاتيح العلوم ، ورسالة في التنبيه على بعض الأسرار المودعة في بعض آيات القرآن الكريم .

وفي علم الكلام : الزبدة في علم الكلام ، والأربعين في أصول الدين ، والخمسين في أصول الدين ، والرسالة الكمالية في الحقائق الإلهية ، وشرح أسماء الله الحسنى ، والخلق والبعث ، والجوهر الفرد ، وعصمة الأنبياء ، ونهاية العقول في دراية الأصول ، وأجوبة المسائل البخارية ، والبيان والبرهان في الرد على أهل الزيغ والطغيان .

وفي الفقه والأصول : المحصول في أصول الفقه (وهو من أهم كتب الأصول عند الشافعية خاصة وأصول الفقه عامة) ، وإحكام الأحكام ، وشرح الوجيز للغزالي ، وإبطال القياس .

وفي الفلسفة والمنطق : المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات ، وشرح الإرشادات والتنبيهات لابن سينا ، وتعجيز الفلاسفة ، والمنطق الكبير ، والأخلاق ، وأجوبة مسائل المسعودي .

ومن كتبه العامة : جامع العلوم ، وحدائق الأنوار ، ومناظرات فخرالدين الرازي ، والرياض المونقة في الملل والنحل ، والوصية .

الإمام.. والفيزيكا

للإمام فخرالدين الرازي باع طويل في مجال الفيزيكا ، وإنه ليعد من أعظم المشتغلين بالعلوم الطبيعية من علماء العرب والمسلمين ، ونعرض فيما يلي لبعض إسهاماته في هذا المجال :

• الإمام والحركة

أشار الإمام إلى كثير من الظواهر المتعلقة بالحركة ، مثل القانونين الأول والثالث من قوانين الحركة ومقاومة الوسط الذي يتحرك الجسم فيه :

فبالنسبة للقانون الأول : يقول ما نصه : « كل ما له مكان فلا بد وأن يكون له مكانان أحدهما طبيعي والآخر غريب . ويكون له لا محالة ميل إلى المكان الطبيعي وميل عن المكان الغريب ، والميل هنا هو الثقل والخفة » . ويقول في موضع آخر في شرحه للإشارات والتنبيهات : « كما أنكم تقولون طبيعة كل عنصر تقتضي الحركة بشرط الخروج عن الحيز الطبيعي والسكون بشرط الحصول في الحيز الطبيعي » . وكلها معانٍ تشير إلى القانون الأول للحركة ، قانون القصور الذاتي .

وبالنسبة للقانون الثالث ، فقد ذهب الإمام إلى القول بأن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه . يقول في شرحه للإشارات والتنبيهات : « فالحبل الذي يجذبه جاذبان متساويا القوة إلى جهتين مختلفتين لا يخلو إما أن يقال إنه ما فعل أحدهما فعلاً ، وهو محال ، لأن الذي يمنع كلا منهما عن فعله هو وجود فعل الآخر . فلو لم يصدر من كل واحد من القادرين شيء لكان الفعل متعذراً على القادر من غير مانع ، وأنه محال ، أو يقال فعل أحدهما دون الآخر ، وهو أيضاً محال ، لأن القادرين لما كانا متساويين لم يكن الحكم بوجود مقدور أحدهما أولى من الثاني . ولأنه لو وجد الميل الذي هو

مقدور أحدهما خاليا عن الميل الآخر لكان ذلك الميل خاليا عن المعاق و كان يجب أن يتحرك الجسم إلى تلك الجهة ، وإلا لكان الموجب العاري عن العائق حاصلًا مع عدم الأثر ، وهو محال . أو يقال كل واحد منهما فعل فيه فعلا ، ومعلوم أن الذي فعله كل منهما لو خلا عن المعاق لاقتضى تحرك الجسم إلى ذلك الجانب ، وذلك يقتضي اجتماع المثلين » .

والنص رغم صعوبته إلا أنه يتضمن نفس الفكرة الأساسية التي يعبر عنها القانون الثالث للحركة .

وفيما يتعلق بمقاومة الوسط الذي يتحرك الجسم خلاله : أشار الإمام إلى أنه يبدي مقاومة للجسم ، بحيث أن هذه المقاومة تعتمد على نوع الوسط من حيث الرقة والغلظة . وفي هذا المعنى يقول : « إن الجسم إذا تحرك في مسافة فإنه كلما كان الوسط الذي في المسافة أرق كانت الحركة عبره أسرع ، وإذا كان أغلظ كانت الحركة فيه أبطأ لشدة مقاومته . والملاحظة تؤيد ذلك » .

• الإمام والقوى

يفرق الإمام بين تأثير القوة التي يجري تسليطها لفترة زمنية قصيرة لقوة الصدمة وبين القوة ذات المقدار الثابت التي تسلط لزمن طويل . يقول في كتابه « المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعات » : « إن كل ما كان زائدا بحسب الشدة كان ناقصا بحسب المدة ، فإن المحرك إذا كان أشد قوة بلغ النهاية الموجودة أو المفروضة أسرع » .

ويستطرد : « إن الذي تتفاوت فيه القوى بحسب المدة ربما لا تتفاوت فيه بحسب الشدة ، فإن إبقاء الثقل في الجو لا يقبل الزيادة ، والنقصان بحسب الشدة ، وتختلف القوى فيه بالإبقاء الزمني بحسب الشدة » . وفي هذا النص يشير الإمام إلى أن إبقاء جسم ثقل في الجو يحتاج إلى قوة ثابتة (تعادل ثقل الجسم) تبقى بقاء زمانيا ولا تتغير شدتها ، أما القوة التي يكون معدل تسليطها عاليا كقوة الصدمة فإنها تكون شديدة التأثير كضربة المطرقة مثلا .

• الإمام والصوت والضوء

اهتم الإمام بكثير من الظواهر الطبيعية الأخرى كالصوت والضوء وله فيها نظرات . فللصوت عنده سببان : أحدهما قريب وهو توج الهواء وهو حالة شبيهة بتموج الماء تحدث بالتداول من صدم بعد صدم مع سكون قبل سكون . والسبب البعيد فهو من وجهين : إحساسٌ عَنِيفٌ وهو لقرع أو تفريقٌ عَنِيفٌ وهو القلع .

وفي الضوء ، يرفض الإمام أن الشعاع من البصر ويقبل الورود . ثم يناقش ذلك مناقشة طويلة . وهو يرى أن الألوان غير موجودة في الأجسام إذا كانت مظلمة ، والدليل على ذلك أننا لا نرى الأجسام الملونة إن كانت تلك الأجسام في ظلمة .

• الإمام والجاذبية الأرضية

قدّم الإمام تعليلاً علمياً سهلاً فيه بعض النقاط الغامضة في فهم بعض نظريات الجاذبية الأرضية . يقول في كتابه «المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعات» : «انجذاب الجسم إلى مجاوره الأقرب أولى من انجذابه إلى مجاوره الأبعد» .

(٦٣)

نصير الدين الطوسي^(١)

Nasir-ud-Din al-Tusi

العلامة

(٥٩٧ - ٦٧٢ هـ) (١٢٠١ - ١٢٧٤ م)



هو العلامة المحقق ، الفيزيقي الرياضي
الفلكي ، جعل من بلده موطناً للعلم وكعبة
للعلماء ، وقدم للإنسانية تراثاً تتيه به في
الطبيعات والرياضيات والفلك ، ذلكم نصير
الدين الطوسي (شكل رقم ١٣٧) ...

خليفة.. ابن سينا

شكل رقم (١٣٧) : نصير الدين الطوسي

هو أبو جعفر نصير الدين محمد بن محمد

بن الحسن الطوسي ، ولد في خراسان وعاش

في بغداد فيما بين عامي ٥٩٧ - ٦٧٢ هـ (١٢٠١ - ١٢٧٤ م) . تلقى تعليمه على

يدي العالم الكبير كمال الدين بن يونس الموصلية^(٢) الذي غرس فيه حب العلم

واقتناء الكتب حتى كان ينفق الكثير من ماله في شراء ثمينها وقيّمها . وقد درس

مؤلفات الإغريق وترجم كتاب «الأصول» لإقليدس ترجمة دقيقة واضحة رصينة .

ويعتبر الطوسي من أعظم علماء المسلمين ومن أكبر رياضيينهم ، على ما يقول

(١) هناك عالم آخر بهذا اللقب هو شرف الدين المظفر بن محمد الطوسي من طوس ، عاش في القرن السابع الهجري (الثالث

عشر الميلادي) ، رحل إلى الموصل ودمشق ، واشتهر بالعلوم الرياضية وباختراعه أحد أنواع الأسطرلابات ، ومن مؤلفاته :

كتاب في الجبر والمقابلة ، رسالة في الأسطرلاب الخطي .

(٢) كمال الدين موسى بن يونس بن محمد بن منعة بن مالك العقيلي الملقب بالموصلية ، ولد في الموصل عام ٥٥١ هـ (١١٥٦ م)

، كان شديد التواضع حصل على شهرة ذائعة في مجالات عديدة ، منها الطبيعيات والرياضيات والطب والعلوم الشرعية ،

وكان له باع في المنطق وفي نظرية الأعداد وقطوع المخروط .

سارتون في الجزء الثاني من كتابه «تاريخ العلوم» . فقد عُرف بين أصدقائه وذويه وعلماء الشرق والغرب بلقبى «العلامة» و«المحقق» . وكان متمكنا من اللغات ، يجيد اللاتينية والفارسية والتركية مما مكنه من معارف شتى . وفضلا عن ترجماته الكثيرة فقد اختصر كتب الآخرين وأضاف إليها إضافات قيمة .

والحق أنه كان موسوعة علمية متكاملة ، والمتفق عليه أن الطوسي ليعتبر خليفة ابن سينا في سعة اطلاعه وغزارة عطائه .

أيتها المكيدة.. شكرا!

يروى لنا قدرى حافظ طوقان في كتابه الشهير «تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك» قصة لا تخلو من معنى . يقول : «إن الطوسي كان قد نظم قصيدة مدح فيها المعتصم ، وقد رأى أحد الوزراء فيها ما ينافي مصلحته ، فأرسل إلى حاكم قهستان يخبره بضرورة ترصد قائلها . وهكذا كان ، فلم يمض زمن إلا والطوسي في قلعة الموت ، وبقي بها إلى مجيء هولاكو في منتصف القرن السابع الهجري . وفي القلعة أنجز الطوسي أكثر تأليفه في الرياضيات والفلك ، تلك التأليف التي خلّدتها وجعلته بين العلماء علماً» .

ورب ضارة نافعة! فقد كانت المكيدة سببا في تألق عالمنا . وبعد أن استولى هولاكو على السلطة في بغداد أطلق سراح الطوسي ، وقربه إليه حتى صار أميرا على أوقاف المماليك التي استولى عليها هولاكو . وقد استغل عالمنا بعض أموال الأوقاف هذه في بناء مكتبة ضخمة ، ضمت أكثر من أربعمئة ألف مجلد من أثمن الكتب وأنفسها .

وقد أولى الطوسي عناية خاصة في اهتماماته العلمية لمجالات ثلاثة هي : الطبيعيات والفلك والرياضيات . وتبلغ جملة مصنفاته فيها نحو ١٤٥ مصنفا في فروعها المختلفة . ونلقي الضوء فيما يلي على علاقة عالمنا بكل من المجالين الأول والثاني .

الطوسي.. والفيزيقا

تجيء كتابات الطوسي في الطبيعيات والفيزيقا خاصة في مصنّفات أربعة رئيسة هي :

١ - «حل مشكلات الإشارات والتنبيهات» . وهو شرح وتعليق على كتاب ابن سينا الشهير «الإشارات والتنبيهات» .

٢ - «تلخيص المحصل» . وهو شرح وتعليق على كتاب الإمام فخرالدين الرازي «محصل أفكار المتقدمين والمتأخرين من العلماء والحكماء والمتكلمين» .

٣ - «تحرير المناظر» . وهو شرح وتعليق على كتاب ابن الهيثم الشهير «المناظر» .

٤ - «رسالة في الحرارة والبرودة وتضاد فعليهما» .

وفيما يلي إشارة إلى رأي الطوسي في بعض الأمور الفيزيقية :

• الطوسي والقوى

يميز الطوسي بين أصناف القوى المختلفة ، فهو يقسمها إلى ثلاثة :

١ - الأول : قوى يفرض صدور عمل واحد منها في أزمنة مختلفة ، كرماء تقطع سهامهم مسافة محدودة في أزمنة مختلفة . ولا محال فإن التي زمانها أقل تكون أشد قوة من تلك التي زمانها أكبر . ويجب بناء على ذلك أن يقع عمل اللامتناهية في لآزمان .

٢ - الثاني : قوى يفرض صدور عمل ما منها على الاتصال في أزمنة مختلفة ، كرماء تختلف أزمنة حركات سهامهم في الهواء . ولا محالة تكون التي زمانها أكثر أقوى من تلكم التي زمانها أقل . ويجب بناء على ذلك أن يقع عمل اللامتناهية في زمان غير متناه .

٣ - الثالث : قوى يفرض صدور أعمال متوالية عنها مختلفة بالعدد ، كرماء يختلف عدد رميهم . ولا محال تكون التي يصدر عنها عدد أكثر أقوى من تلكم

التي يصدر عنها أقل عدد . ويجب بناء على ذلك أن يكون لعمل غير المتناهية عدد غير متناه .

فالاختلاف الأول بالشدة ، والثاني بالمدة ، والثالث بالعدة .

وعن قوى التثاقل والقوى القسرية يشير الطوسي في معرض شرحه للإشارات والتنبيهات إلى اجتماع الميلين الطبيعي والقسري ، أي إلى تأثير الجسم المقذوف إلى أعلى مثلاً بقوة التثاقل وقوة القذف القاسرة . فيقول : « . . . فإذا طرأ على جسم ذي ميل بالفعل ، ميل قسري ، تقاوم السببان ، القاسر والطبيعي ، فإن غلب القاسر وصار الطبيعي مقهوراً حدث ميل قسري وبطل الطبيعي ، ثم تأخذ الموانع الخارجية والطبيعية معاً في إفنائه قليلاً قليلاً ، فيقوى الطبيعي وفقاً لذلك وفي المقابل يأخذ القسري في الانتقاص . وتظل قوة الميل الطبيعي في التزايد حتى تقاوم ما بقي من الميل القسري فيبقى الجسم عديم الميل . ثم تتجدد قوة الميل الطبيعي مشوبة بآثار الضعف الباقية فيها ويشد الميل بزوال الضعف فيكون الأمر بين قوة الميلين الطبيعي والقسري قريباً من الامتزاج الحادث بين الكيفيات المتضادة » .

ولعل في هذا النص شرحاً مفصلاً لما يتعرض له جسم ما عند تسليط قوة قاهرة عليه ، في الوقت الذي يقع فيه تحت تأثير قوة جذب الأرض ، فضلاً عن تعرضه لمقاومة الوسط الذي يتحرك خلاله ، وهو ما عبّر عنه الطوسي بالموانع الخارجية .

دقة ملاحظة ، وسلامة تحليل ، وصحة تعليل ، كلها صفات نلمحها ونحسها في كتابات علما الطوسي .

ويوضح الطوسي في كتابه « حل مشكلات الإشارات والتنبيهات » طبيعة تلك الموانع الخارجية بقوله : « . . . أما الذي من خارج ذاته فهو كاختلاف قوام ما يتحرك فيه كالهواء والماء بالركة والغلط » .

• الطوسي ... بين الصلابة واللين

يعرض الطوسي هنا لخاصيتين طبيعيتين هما الصلابة واللين . فيستعرض

البدائل المختلفة لكل منهما وبيحثها واحدة تلو الأخرى حتى يصل - بأسلوب علمي مبني على المشاهدة فالتأمل فالاستنتاج - إلى وضع تعريف صحيح لهما .

يقول في معرض شرحه للإشارات والتنبيهات : « قيل اللين ما ينغمز تحت الإصبع مثلا ، فهنا أمور ثلاثة : الحركة ، والتشكل ، واستعداد قبول الانغماز . وليس اللين إلا الأخير . وكذلك قيل الصلب هو الذي لا ينغمز . وهنا أيضا أمور ثلاثة : عدم الانغماز ، بقاء الشكل ، المقاومة . وليست الصلابة هي المقاومة لأن الهواء المنفوخ في زق يقاوم وليس صلبا . فالصلابة إذن هي الاستعداد الشديد نحو الانفعال . والحاصل أن اللين والصلابة كقيمتان يكون الجسم بهما مستعدا للانفعال وعدمه عن الشكل الراهن » .

• الطوسي والإبصار

أولى الطوسي عناية خاصة لعلم البصريات ، ذلك العلم الذي أهمل كثيرا بوفاء ابن الهيثم . وقد قام عالمنا بدراسة أعمال ابن الهيثم وعلق عليها باعثا بذلك الاهتمام من جديد بهذا العلم ، حتى صارت المؤلفات العربية فيه تدرس في جامعات العالم إلى القرن الثالث عشر الهجري (التاسع عشر الميلادي) . وللطوسي كتاب في هذا المجال هو «تحرير المناظر» .

ومن عجب أن نرى الطوسي من أصحاب الشعاع ، إذ يقول : «إن الإبصار يكون إما بانطباع شبح المبصر في البصر وإما بوقوع شعاع من البصر على المبصر ، والأخير إلى الحق أقرب . وينبغي ألا يُلتفت إلى من يبطل القول بالشعاع!» .

أي أن الطوسي يتبع - بحسب هذا النص - نظرية علماء الإغريق القدامى التي ترى خروج الشعاع من العين إلى الجسم المرئي ، وذلك على الرغم من بيان ابن الهيثم عكس ذلك ، أي صدور الشعاع من الجسم المرئي إلى عين الرائي ! .

الطوسي.. والفلك

كان الطوسي فلكيا فذا ، كما كان كذلك في الفيزيكا والرياضيات . وقد

أُسند إليه أمر المرصد الفلكي في «مراغة» ، وهو مرصد عظيم اشتهر بدقة آلاته وضبط أرساده وضخامة مكتبته وكثرة زواره من الفلكيين الذين كانوا يقصدونه من شتى أنحاء المعمورة من مثل : فخرالدين المراغي من الموصل ، ومحبي الدين المغربي من الأندلس ، والقزويني من قزوين ، وغيرهم .

ويمكننا تلخيص جهود الطوسي في الفلك في اتجاهات ثلاثة : مراجعته أعمال السابقين ، وإضافاته الشخصية ، وتجميعه العلماء .

ففي الاتجاه الأول : بذل علمنا جهدا كبيرا في دراسة مخطوطات علماء الفلك المسلمين من قبله ، وخاصة تلك المخطوطات التي تدرس الأجرام السماوية وحركاتها والمسافات بينها وبين الأرض . كما راجع أعمال بطليموس منتقدا ما قدّمه في كتابه المجسطي حيث اقترح نظاماً جديداً للكون يغيّر النظام الذي وضعه بطليموس ، حيث كان الطوسي يعتقد أن الشمس هي مركز المجموعة الشمسية خلافاً لبطليموس ومعاصريه الذين كانوا يرون أن الأرض هي المركز وبقية المجموعة الشمسية تدور حولها . ويرى سارتون في كتابه «مدخل إلى تاريخ العلوم» أن انتقاد الطوسي هذا لبطليموس كان خطوة تمهيدية لا بد منها للإصلاحات الكبرى التي قام بها كوبرنيكوس ، وتفجير الثورة الفلكية في العصر الحديث^(١) .

وفي الاتجاه الثاني : كان للطوسي باع طويل وإضافات فلكية مهمة . فقد أعد الزيج الإيلخاني وهو من المصادر التي استندت عليها أوروبا في إحياء العلوم ، وهو يحتوي على مقالات أربع أساسية : الأولى في التواريخ ، والثانية في سير الكواكب ، والثالثة في أوقات المطالع ، والرابعة في أعمال النجوم . كذلك له كتاب «التذكرة» ، وقد وضع فيه كثيراً من النظريات الفلكية وإن كان بشكل صعب نسبياً لذا كثرت الشروح عليه .

وفي الاتجاه الثالث : كان الطوسي دائم الصلة بالعلماء يناقشهم ويحاورهم

(١) راجع ملامح هذه الثورة في معالجتنا التفصيلية لكوبرنيكوس في الفصل الثالث .

يفيدهم ويستفيد منهم . وهو أول من عقد مؤتمرا علميا بالمعنى الدقيق للكلمة في مرصده بمراغة ، حيث اجتمع فيه علماء من شرق ومن غرب لمدارسة نتائج الأرصاد الفلكية التي توصلوا إليها .

ومن مؤلفات الطوسي الأخرى في الفلك : ظاهرات الفلك ، في علم الهيئة ، زيج الزاهي ، الطلوع والغروب لأوطولوقس ، تحرير الأيام والليالي لثاودوسيوس ، جرما الشمس والقمر وبعدهما لأرسطرخس ، التسهيل في النجوم ، مقالة في أعمار النجوم ، مقالة عن أحجام بعض الكواكب وأبعادها .

وهكذا تمكن العالم العلامة والمحقق الثقة ، نصير الدين الطوسي ، من أن يجعل من بلده «مراغة» موطنًا للعلم وكعبة للعلماء ، حيث أقام بها مرصدا ، وأسس مكتبة ، وعقد فيها مؤتمرات ، ووضع اللبنة الأولى في صرح النظام الفلكي الصحيح الذي تدور فيه الكواكب حول الشمس ، وكتب أول مؤلف في حساب المثلثات «شكل القطاع» ، وقدم للإنسانية تراثا خالداً في الطبيعيات والفلك والرياضيات .

(٦٤)

قطب الدين الشيرازي

Qutb-ud-Din al-Shirazi

صاحب كتاب نهاية الإدراك في دراية الأفلاك

(٦١٣ - ٧١١ هـ) (١٢٣٦ - ١٣١١ م)

في الفيزيكا عالم فذ بل هو عملاقها وحجة زمانه ، احتفظ بكل التقدير لعالم الفيزيكا الأشهر ابن الهيثم وللعلامة الطوسي وشرحهما وأضاف إليهما ، إنه عالمنا قطب الدين الشيرازي .

كلهم.. شيرازيون!

هو قطب الدين محمود بن مسعود بن مصلح أبو الشاء الشيرازي . ولد في شيراز من أعمال فارس عام ٦١٣ هـ (١٢٣٦ م) ، وهو ينحدر من بيت علم ، وقد تلقى الطب على والده وعمه ، ثم كانت له فرصة الاتصال بنصير الدين الطوسي وأن يتلمذ عليه . ولما بلغ قطب الدين الخمسين التحق بخدمة تكدار أحمد سلطان بن هولاكو خان الذي تولى ملك التتار من ٦٨٠ - ٦٨٣ هـ (١٢٨١ - ١٢٨٤ م) . ولما أوفده تكدار أحمد إلى مصر ليبلغ السلطان قلاوون اعتناقه الإسلام ، وليبرم معه معاهدة صداقة ، اغتنم الشيرازي الفرصة فجمع من مصر كتبا كثيرة أفادته في دراساته العلمية .

وكان عالمنا كثير التنقل دائب الترحال ، حتى استقر به المقام في أخريات حياته في «تبريز» ، حيث توفي بها عام ٧١١ هـ (١٣١١ م) .

ويجدر بالذكر هنا أن نشير إلى أن كثيرين من علماء المسلمين كانوا يحملون

لقب «الشيرازي»^(١)، مما نتج عنه خلط بينهم ، ومن ثم وجب الاحتراس لتفادي الالتباس في نسبة الأقوال والأعمال إلى غير أصحابها .

مؤلفات الشيرازي

كان الشيرازي علما من أعلام المسلمين في عصره ، وقد اشتغل بعلوم كثيرة منها : علم المناظرة ، وعلم الفلك الذي اقتفى فيه خطوات أستاذه نصير الدين الطوسي ، والطب الذي تعلمه على والده وعمه وهو في الرابعة عشر وظل يمارسه حتى الرابعة والعشرين ! وقد تصدى فيه لشرح كليات «القانون في الطب» لابن سينا ، والفلسفة . وقد اتجه في أواخر أيامه للتصوف . فضلا عن هذا كان عالما قاضيا مشرعا ، وسياسيا محنكا ، ومترجما قديرا . ترجم إلى الفارسية خلاصة مخروطات أبولونيوس الذي ألفه أبو الحسن عبد الملك محمد الشيرازي ، وألحق الترجمة بشروح مفيدة وتعليقات .

وفوق كل هذا ، كان عالما رحالة دائم التجوال ، زار معظم بلاد فارس وخراسان والعراق وتركيا وديار بكر وبلاد الروم للبحث عن كبار العلماء . وقضى ردحا من الزمن في مصر لطلب العلم والاتصال بجهاذة علمائها ، ولما نبغ في علمي الفيزيكا والفلك دعاه أستاذه نصير الدين الطوسي لزيارة مرصده في مراغة لبحث معه الاهتمامات العلمية المشتركة^(٢) .

ومن أهم مؤلفات الشيرازي : نهاية الإدراك في دراية الأفلاك ، التحفة الشاهية في الهيئة ، شرح التذكرة النصيرية في الهيئة ، الزيج السلطاني ، نزهة

(١) منهم :

(أ) أبو الحسن عبد الملك محمد الشيرازي . وكان من علماء الرياضيات والفلك ، عاش في القرن السادس الهجري (الثاني عشر الميلادي) ومن أهم أعماله : ملخص مخروطات أبولونيوس ، ومختصر المجسطي .

(ب) مجد الدين أبو طاهر محمد بن الفيروز أبادي الشيرازي . وكان من علماء النبات البارزين ، عاش في أوائل القرن التاسع الهجري (أواخر القرن الرابع عشر الميلادي) . ومن أهم أعماله وصف القاموس المحيط الذي يحتوي على كثير من أسماء النباتات مع شروح وافية ، وقد ظل مرجعا في مكتبات العالم لفترة طويلة .

وكلهم استمدوا اللقب من «شيراز» التي ولدوا بها وعاشوا فيها زمنا .

(٢) تقدمت الإشارة إلى هذا المرصد في معالجتنا لنصير الدين الطوسي في الجزء السابق من هذا الفصل .

الحكماء ورمضة الأطباء ، شرح الإشارات ، شرح الكشاف ، شرح حكمة العين ، فتح المنان في تفسير القرآن ، درة التاج لغرة الديباج ، شرح مختصر ابن الحاجب ، رسالة في حركة الدحرجة ، رسالة في بيان الحاجة إلى الطب وآداب الأطباء ووصاياهم .

الشيرازي.. والفيزيقا

لشيرازي جهود كبيرة في الفيزيقا خاصة والطبيعات عامة . ومن إسهاماته في الفيزيقا أنه كان أول من نادى بحدوث قوس قزح كنتيجة لانعطاف ضوء الشمس في قطيرات الماء مصحوبا بانعكاس داخلي . ومن أسف أن «دي ملش» العالم الإيطالي عندما أراد أن يتكلم عن نظرية الشيرازي في قوس قزح حكمت عليه الكنيسة بالسجن حتى الموت! إذ بين أن هذا القوس ليس مراسلاً من عند الله لعقاب الناس ، وإنما هو ظاهرة طبيعية لها تفسيرها العلمي . وبعد موته حكم على جثته وكتبه بالحرق!! .

وقد أودع الشيرازي نظريته تلك في كتابه الهام «نهاية الإدراك في دراية الأفلاك» . وهو كتاب في الفلك يقع في مقالات أربع هي : فيما يحتاج إلى تقديم قبل الشروع في المقاصد ، في هيئة الأجرام العلوية ، في هيئة الأرض وقسمت إلى عامر وغامر ، في معرفة مقادير الأبعاد والأجرام . كما ضمن الشيرازي كتابه هذا بعض معارفه وآرائه في علم الضوء ، ومن ذلك ما جاء في نهاية الباب الثالث من المقالة الأولى ويتعلق بكيفية الإبصار متبعاً فيه رأي أستاذه الطوسي ، وكان من أصحاب الشعاع ، أي القائلين بخروج الشعاع من العين خلافاً لما نادى به ابن الهيثم مخالفاً به نظرية الإغريق القدماء في هذا الشأن .

وكان الشيرازي يعتمد في دراساته الفيزيقية والفلكية اعتماداً كبيراً على ما خلفه كل من ابن الهيثم والخازن والطوسي . ولكنه كان يؤمن بعدم تكرار ما عمله من سبقنا ، بل يجب أن ندرس هذا العمل ونعلق عليه ونشرح الغامض منه ثم نستمر في التطوير . وهو النهج الذي سار عليه وتلاميذه طوال حياته .

وفيما يتعلق بطريقته هو فكان يعتمد في بحوثه على التجربة والاستقراء والاستنباط . كما كان يعتمد على المشاهدة الحسية في التدليل بالبرهان الرياضي على المسائل الفيزيائية والفلكية ، لذا لم يكن ممن يركن إلى المحاكاة المنطقية كما كان يفعل علماء اليونان .

عن الشيرازي.. تحدثوا

اعترف بفضل عالمنا العلماء من شرق وغرب .

فمن الشرق يقول سيد حسين نصر في «موسوعة علماء العلوم» : « . . فهو - يقصد قطب الدين الشيرازي - يعتبر من عمالقة الفيزيقا ، وهو بين علماء المسلمين خير من يحتفظ بكل التقدير لعالم الإسلام الكبير ابن الهيثم » .

ويقول في كتابه «العلوم والحضارة في الإسلام» : «لقد طور قطب الدين الشيرازي نموذجاً فلكياً بدأه أستاذه ، كما شرح القانون لابن سينا ، واكتشف مسببات قوس قزح ، وعلق على كروية الأرض ، كما شرح النقاط الغامضة في مؤلفات أستاذه الطوسي في الفلك والهندسة . بيد أن يده الطولى كانت في الفيزيقا ، فهو بحق حجة زمانه » .

ومن الغرب يقول جورج سارتون في كتابه «المدخل إلى تاريخ العلوم» : «يعتبر قطب الدين الشيرازي من العلماء البارزين في الرياضيات والفلك والفيزيقا والفلسفة . كتب بكل من اللغتين العربية والفارسية . تلقى الطب على والده وعمه . أما الفلك والهندسة فدرسهما على الطوسي . وما لا شك فيه أن قطب الدين الشيرازي ليعد من علماء الفيزيقا الأفاض» .

(٦٥)

كمال الدين الفارسي

Kamal-ud-din al-Faresi

صاحب كتاب تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر

(؟ - ٧٢٠هـ) (؟ - ١٣٢٠م)

محرر المناظر لابن الهيثم ، وله فيه ردود واعتراضات ، كما أن له في قوس قزح وقفة وتفسيرا ، إنه علمنا كمال الدين الفارسي .

مجهول المولد .. معلوم الممات

هو كمال الدين أبو الحسن الفارسي ، مجهول المولد معلوم الممات . تتلمذ على قطب الدين الشيرازي الذي كان قد تتلمذ بدوره على نصير الدين الطوسي .

الفارسي .. والفيزيكا

صنف الفارس مؤلفات عديدة في الفيزيكا وفروع علمية أخرى كالحساب . ومن أهم مؤلفاته الفيزيكية :

١ - «تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر» .

٢ - «في الهالة وقوس قزح» .

٣ - «البصائر في علم المناظر في الحكمة» .

وفيما يلي نلقي ضوءا على علاقة الفارسي بكتاب المناظر لابن الهيثم وتفسيره لإحدى الظواهر الطبيعية ، ظاهر قوس قزح :

• الفارسي وكتاب المناظر

كان الفارسي قد درس كتاب إقليدس في المناظر واستوعب ما فيه ، وقد

تكون لديه اهتمام خاص بكيفية إدراك صور المبصرات بطريق الانعطاف . ولما لم يجد ضالته عند إقليدس نظر في كتب الفلسفة فألفى في بعضها أقوالا في الانعطاف لم يرتح إليها ولم يقتنع بها . ما العمل إذن؟ لابد من مشورة الأستاذ . فلجأ إلى أستاذه قطب الدين الشيرازي . يقول الفارسي : « . . ولما رأيت في كلام بعض أئمة الحكمة أن الضوء يشرق من النير على خطوط مستقيمة ، فإذا صادفت سطحاً كسطح الماء انعكست عنه بزوايا مساوية للزوايا المضادة ، ونفذت فيه على سمت الإشراق عليه وانعطفت فيه على سمت الانعكاس عنه ، فحدثت من ذلك زوايا أربع هي زوايا الاستقامة والانعكاس والنفوذ والانعطاف ، وكلها متساوية . تحيرت في هذه الأحكام ، فراجعت الحضرة^(١) ، وحكيت القصة » .

وكان الفارسي موفقاً إذ أتى أستاذه يسأله ، حيث تذكر الشيرازي حينئذ أنه كان قد رأى في صباه كتاباً في المناظر لابن الهيثم يقع في مجلدين كبيرين مكتوبين بخط ابن الهيثم نفسه ، وقد تمكن الشيرازي من الحصول عليه من إحدى خزائن الكتب بفارس ، فاستدعى الفارسي وأعطاه كتاب المناظر الذي كان ابن الهيثم قد ألفه قبل ما يقرب من ثلاثمائة عام .

فرح الفارسي بالكتاب فرحاً جما ، حيث وجد فيه ضالته . يقول : « فوجدته يرد اليقين مما فيه مع ما لم أحصه من الفوائد واللطائف والغرائب ، مستندة إلى تجارب صحيحة واعتبارات محررة بآلات هندسية ورصدية ، وقياسات مؤلفة من مقدمات صادقة » . وقد وجد المقدمة المذكورة في الانعطاف منقولة منه بتحريف . هنا لنا وقفة . . .

فالقصة تشير إلى أن مفهوم الانعطاف لم يكن واضحاً في كتب الحكمة على عصر الفارسي ، بالرغم من تناول ابن الهيثم له من أمد ، مما يؤكد أن أعمال ابن الهيثم في علم المناظر لم تلق ما هي أهل له من البحث والتنقيب والمراجعة

(١) يقصد أستاذه قطب الدين الشيرازي .

والتطوير عند العرب ، بينما وجدت الترجمات اللاتينية لكتاب المناظر طريقها إلى الغرب الذي أفاد منها أيما فائدة . ومصادقا لهذا - وكما يقول علي عبدالله الدفاع وجلال شوقي في كتابهما «أعلام الفيزيكا في الإسلام» - «أننا إذا نظرنا في كتب الفلسفة العربية التي ظهرت بعد عصر ابن الهيثم لا نكاد نجد فيها أثرا لنظريته في الإبصار ، تلك النظرية التي قلبت مفهوم الإغريق لكيفية الإبصار رأساً على عقب . كذلك فإن نظرة إلى كتب التشريح التي كتبت بعد عصر ابن الهيثم تبين لنا خلوها من الإشارة إلى فكره في تركيب العين وتشريحها» .

وماذا بعد؟ ...

عزَّ على الفارسي أن يرى عملاً جليلاً ، كتاب المناظر لابن الهيثم ، وقد ضربته يد من النسيان ، فأراد أن يجلو هذه الجوهرة ويعيد إليها بريقها وتألقها ، ومن ثم فكر في تنقيحه وتعديله حتى يسهل على الدارس استيعابه ، ولما هم أشفق على نفسه من الاضطلاع بهذه المهمة ، ومن ثم سأل أستاذه الشيرازي القيام بها ، إلا أن الأستاذ اعتذر لانشغاله في ذلك الوقت بمصنفات أخرى . وهنا لم يكن للفارسي مناص من أن يتصدى لهذا العمل الكبير . وقد قيض للفارسي أن يتمه ويسميه «تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر» . وقد أورد في خاتمته بحوثه هو في مجال الانعطاف . ولعله قصد بها استكمال أقوال ابن الهيثم ، فيما جاء بالمقالة السابعة من كتابه ، كما ذُيِّلَ تنقيحه بدراسة لقوس قزح والهالة وكيفية تولد الألوان .

هذا ولم يكتف عالماً بتحرير كتاب المناظر لابن الهيثم والتعليق عليه فحسب ، وإنما عارضه في بعض ما ورد به ، بل وأضاف إلى علم الضوء إضافات جديدة قيمة . يقول في اعتراضه على تفسير ابن الهيثم لظاهرتي الانعكاس والانعطاف : «لأن الصقال إن كان يمنع من نفوذ الضوء ويوجب رده فكيف ينعطف في الأجسام المخالفة التي هو فيها؟ وإن لم يمنع ، فلمَ ينعكس من سطوح المائعات مع نفوذه فيها؟ وغير جائز أن يقال ضوء واحد بعينه ينفذ و ينعكس فيكون الواحد اثنين» .

ففي هذا النص يعترض الفارسي على تعليل ابن الهيثم لظاهرتي الانعكاس والانعطف ، مشيراً إلى أن العلة المؤدية إلى حدوث الانعكاس عن سطح الجسم المشف لا تتفق وحدث الانعطف ، كما وأن العلة الموجبة للانعطف تنفي حدوث ظاهرة الانعكاس .

• الفارسي وقوس قزح

وضع الفارسي نظرية قوس قزح سعى فيها إلى تعليل الهيئة التي يظهر عليها هذا الأثر في السماء : إما على هيئة قوس واحد أو على هيئة قوسين متّحدي المركز ، وهي الهيئة التي أشار إليها من تقدمه من علماء المسلمين بكلمة «تقازيح» . كذلك كان الفارسي يهدف من نظريته أيضاً تعليل الألوان التي تظهر في التقازيح وترتيبها . وقد أقام الفارسي نظريته على مباحث الانعطف المقرون بالانعكاس الداخلي في كرة مشفة . ويلجأ في التدليل على صحة ما يقول بالتجربة العملية التي كان ينظر إليها بالاعتبار كما كان يفعل ابن الهيثم من قبل . يقول : «التقازيح ألوان مختلفة متقاربة فيما بين الزرقة والخضرة والصفرة والحمرة والدكنة تحدث من صورة نير قوي واردة إلى البصر بالانعكاس والانعطف أو ما يتركب منهما» .

صدق الفارسي إذ أن الانعطف هو بالفعل علة ظهور ما نسميه اليوم «ألوان الطيف» . ، وقد بيّن نيوتن ذلك في القرن السابع عشر . ومن الواضح أن الفارسي قد سبقه بزمان إلى هذا المفهوم .

ويعزو الفارسي حدوث القوس الابتدائية من قوسي قزح إلى مسار أشعة الشمس من خلال قطيرات صغيرة من الماء منتشرة في الجو - بعد سقوط المطر عادة - حيث تنعطف الأشعة بانعكاس واحد . كما يعلل حدوث القوس الثانية بنفاذ أشعة الشمس من خلال قطيرات الماء منعطفة بانعكاسين .

كذلك يحلل عالمنا الألوان الشبيهة بألوان قوس قزح والتي تظهر في أحوال أخرى خلاف حالة الأثر المعروف بقوله في كتابه : «كذلك إذا كان المَبْصَرُ ذا

أجزاء صغار مختلف صغيرة ، وكان لون المبصر إلى السواد ما هو ، وقابله النير القوي ، صارت الأجزاء مرايا ، وانعكست صور النير من كل إلى البصر مثنى أو فرادى متقاربة أو متصلة من أواسط مخروطات الأضواء الواصلة إلى عين المبصر أو حواشيها . فيظهر لذلك تقازيح من الزرقة والخضرة والصفرة والحمرة ، كما يشاهد في أرياش الطيور ، وبعض أعضاء الحيوانات ، وأجزاء النبات ، وغير ذلك . وربما شاهدت مثل هذا في الأهداب وبعض شعرات الحاجبين إذا حازت قرص الشمس والبصر مستظلا بالحاجبين وما فوقهما قليلا .

وإنا لنعجب حقا إذ نقرأ أقوالا كهذه كُتبت من ستة قرون ، وكأنا نقرأها في كتاب حديث العهد يحكي عن ألوان الطيف ومسبباته ! .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن عالمنا احتاج في دراسته هذه عن قوس قزح لمباحث تمهيدية هي لها ضرورية ، منها الانعطاف والإبصار خلال كرة مشقة وكرتين مشقتين . ففي الانعطاف في الكرة المشقة ، أسس الفارسي بحثه على أقوال ابن الهيثم في كيفية نفاذ الأشعة المتوازية في كرة من البلور ، إلا أنه يتناول شرح كيفية نفاذ الأشعة الصادرة من نقطة مضيئة في كرة مصنوعة من مادة أكثف من الهواء ، أخذاً في الاعتبار وقوع هذه النقطة المضيئة على مسافة من الكرة ليست بالقصيرة ، وكان كلامه ينصب في مجموعه على قطرة من الماء كروية الشكل ، وهو أمر منطقي لبحث يسعى إلى تعليل الهالة وقوس قزح والتقازيح عموماً . وقد خلص من بحثه في الانعطاف في حالة الكرة المشقة إلى أن الأشعة تلتقي جميعا - بعد نفاذها من الكرة - على محور التماثل . ويتدرج من هذا المبحث إلى بيان كيفية الإبصار خلال الكرة المشقة ، ثم يعرج بعد ذلك إلى حالة الكرتين المشقتين .

الفصل التاسع

رُؤَادُ الْفِيزِيْقَا غَيْرُ الْمُسْلِمِينَ

(٦٦)

أَرَشْمِيدَسْ

Archimedes

صاحب القاعدة

٢٨٧ - ٢١٢ ق م.



شكل رقم (١٣٨) : أرشميدس

كان فذاً بين علماء عصره . فإذا كان يغلب على جلهم التفكير الاستنباطي القائم على الافتراض النظري والاستدلال العقلي ، فإن علمنا تفكيره استقرائي ، قوامه التجريب بكل ما تعنيه تلك الكلمة من دلالة ومعنى .

ومن منا لا يذكر أرشميدس (شكل رقم ١٣٨) وقاعدته ، التي كان مخاضها استقرائياً محضاً .

عالمٌ يعدو عارياً... في الشوارع!!

ولد أرشميدس بمدينة «سرقوسة»^(١) ، ووالده هو العالم الفلكي اليوناني «فيدياس» . تعلّم أرشميدس في المدرسة الرياضية الشهيرة بالإسكندرية ، وكانت موطن العلم اليوناني حينئذ . تعلّم على يد «كونون» الرياضي المعروف في ذلك الوقت ، وكان من أتباع إقليدس^(٢) شكل رقم (١٣٩) .

(١) سرقوسة من مدن الإغريق القدماء ، تقع على الساحل الشرقي لجزيرة صقلية .

(٢) إقليدس Euclid (٣٣٠ - ٢٧٥ ق م .) : رياضي إغريقي ، بل يعد من عباقرة الرياضيين في التاريخ بسبب كتبه في الهندسة (الجيومتريقا) والتي يكاد استعمالها يكون قد استمر ألفي عام حتى الآن . ومن أهم كتب إقليدس ثلاثة عشر مجلداً بعنوان (العناصر) نقلها علماء أوروبا إلى اللاتينية عن العربية عن اليونانية عام ١٤٨٢ . ولم يبهت بريق الهندسة الإقليدية إلا بظهور النظرية النسبية في القرن العشرين ، حيث هتك الفراغ الإقليدي . وقد احتلت الهندسة اللاإقليدية المكانة الأولى الآن دون أن يعني ذلك انتهاء الهندسية الإقليدية . ومن مؤلفاته الأخرى «المعطيات» في الهندسة و«الظواهر» في الفلك . ومن أعماله المفقودة كتابه «المخروطيات» .



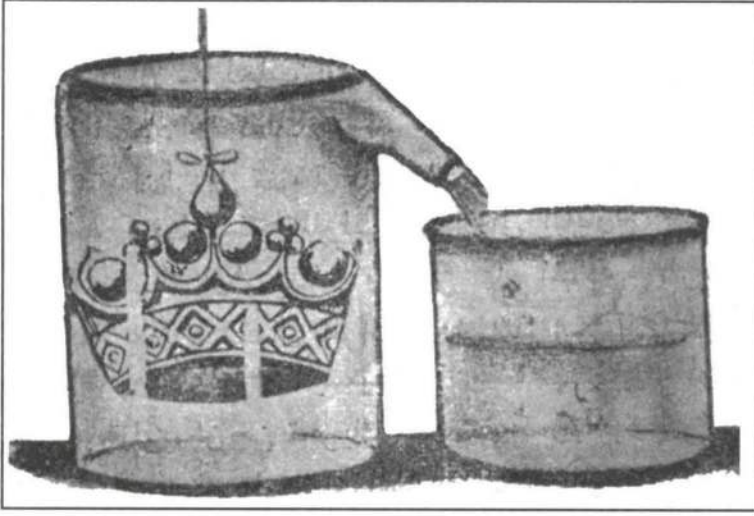
شكل رقم (١٣٩) : إقليدس

وذات يوم أعطى الملك «هيرو» ، ملك سرقوسة ، صائغه كمية من الذهب ليعمل له منها تاجاً . وعندما تم صنع التاج ، بدأ الملك يشك في أن الصائغ قد سرق جزءاً من الذهب واستبدله بمقدار مساو له من الفضة . وبناءً على ذلك كلف عالم البلات أرشميدس أن يكشف الستار عن تلك الخدعة إن استطاع إلى ذلك سبيلاً .

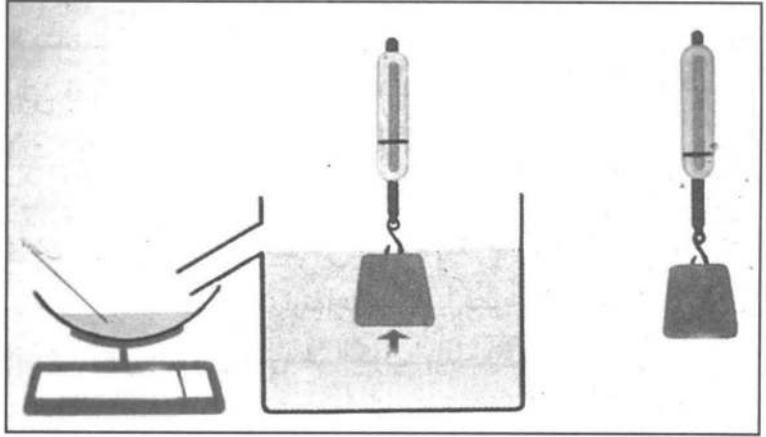
وتوالى الأيام بطيئة متناقلة دون جدوى حتى كان أرشميدس على وشك التخلي عن مهمته . وجاء صباح ، وبينما هو ينزل إلى حوض الاستحمام في أحد الحمامات العامة في سرقوسة ، لاحظ أن الماء يرتفع في الحوض وعلى جوانبه يفيض . وما الجديد في هذا؟! ألم يفيض قبله ألف حوض وحوض؟! لقد ألهب منظر إزاحة الماء خيال أرشميدس ، ومن ثم فقد نسي أنه ما زال عارياً ، وقفز خارجاً من الحوض ، وأخذ يجري في شوارع سرقوسة مولياً وجهه شطر منزله وهو يصيح «يوريكا . . يوريكا» أي «وجدتها . . وجدتتها» .

ما الذي وجده أرشميدس؟ إن الذي وجده كان حلاً بسيطاً للمشكلة الخاصة بتاج الملك هيرو . فقرر أن يحضر كتلتين من المعدن إحداهما من الذهب والأخرى من الفضة ، وكل منهما تساوي التاج في الوزن ، ثم يغمر كلا من هذه الكتل الثلاث (الذهب ، والفضة ، والتاج) على التعاقب في إناء مملوء بالماء وقيس حجم الماء المزاح في كل حالة من الحالات الثلاث .

وسارع أرشميدس إلى وضع هذه الفكرة موضع الاختبار ، فاكتشف ما لم يكن في الحسبان . ما الذي اكتشفه؟ اكتشف أن كمية الماء التي أزاحها التاج كانت أكبر من تلك التي أزاحها الذهب وأقل من كمية الماء التي أزاحتها الفضة . . وبهذه الطريقة عرف أن التاج لم يكن مصنوعاً من الذهب الخالص ولا من الفضة الخالصة ، لقد كان خليطاً من الاثنين! ويبيّن شكل رقم (١٤٠) كأس



شكل رقم
(١٤٠): كأس
الإزاحة
لأرشميدس



شكل رقم
(١٤١): قاعدة
أرشميدس

الإزاحة الذي استخدمه أرشميدس . كما يبين شكل رقم (١٤١) قاعدة
أرشميدس .

الاستحمام.. مرة في العام!

هكذا اكتشف أرشميدس أثناء استحمامه سرّاً علمياً كبيراً .. ولكن بقي أن
نعلم أن الاستحمام بالنسبة لأرشميدس لم يكن عملية عادية ، بل كان حدثاً
خارقاً في حياته! فقد كان استغراقه في تجاربه العلمية يستحوذ على كل وقته
واهتمامه لدرجة أنه ، كما يقول المؤرّخ «أفلوטרخوس» : «كان خدمه يجدون

صعوبة بالغه في الذهاب به رغماً عنه إلى الحمام ؛ لكي يغسلوا جسمه ويضمخوه بالطور . وحتى عندما ينبجج الخدم في اجتذابه إلى الحمام بعد محاولات ، فإنه كان لا يكف عن رسم جميع أنواع الأشكال الهندسية بأصابعه فوق جسده العاري! .

حقاً لقد كانت الهندسة هواية أرشميدس الكبرى ، كانت بمثابة محبوبته التي لا يغادر طيفها فراشه . . أسكرته بخمرها ، فتنته بسحرها ، فأهمل أمر استحمامه بل وطعامه وشرابه من أجلها! .

عاشق.. الكرة والأسطوانة!

كرّس أرشميدس جهوده في شبابه للرياضيات مثل سلفه إقليدس^(١) . وقد واصل دراسة الهندسة من النقطة التي توقّف عندها إقليدس . فأوجد نسبة محيط الدائرة إلى قطرها ، وابتكر خطة لعد حبيبات الرمل على شاطئ البحر! وكتب المعادلات اللازمة لتقدير مساحات الأجسام الكروية وحجومها ، واكتشف العلاقة بين حجم الأسطوانة وحجم الكرة الملامسة لها من الداخل^(٢) . وكان في الاكتشاف الأخير من المهارة بقدر ما به من البساطة . فقد صنع عالمنا كوباً أسطوانياً بحيث كان ارتفاعه مساوياً قطره ، ثم صنع كرة تدخل بسهولة وإحكام في هذا الكوب . ثم ملأ الكوب بالماء وغمر الكرة في هذا الماء وقارن بين كمية السائل المنسكب أو المزاح والكمية الأصلية للماء في الأسطوانة ، وبذلك وجد أن حجم الكرة المماسية للأسطوانة من الداخل يساوي بالضبط ثلثي حجم الأسطوانة التي تحويها . وقد بلغ حبه لهذا الاكتشاف حدّاً أمر معه أن ينقش على شاهد قبره رسماً يبين كرة داخل أسطوانة! .

طنبور.. أرشميدس!

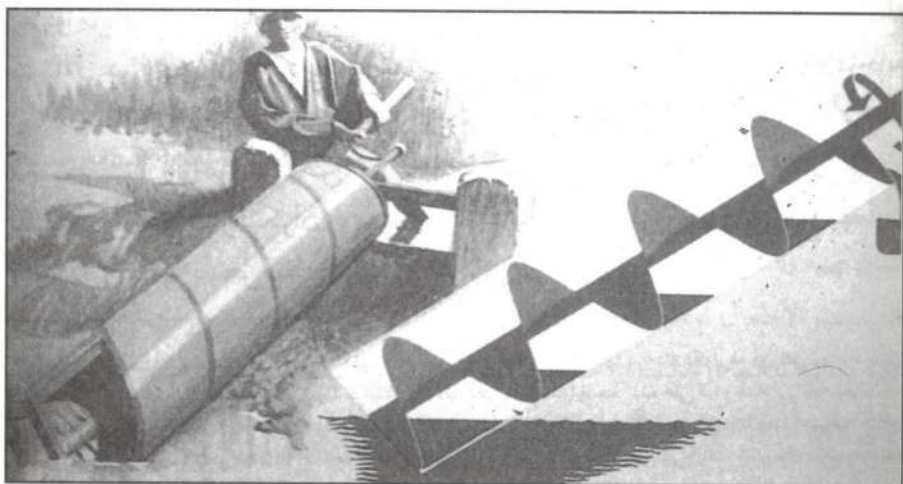
كان أرشميدس ، مثل جدّه في الأستاذية إقليدس ، يرغب في أن يذكره

(١) أرشميدس هو تلميذ كونون الذي كان تلميذاً لإقليدس كما أسلفنا .

(٢) كان الرياضي الألماني الشهير كارل جاوس (١٧٧٧ - ١٨٥٥) يعتقد أنه لا يضارع أرشميدس في الرياضيات إلا سير إسحاق نيوتن نفسه . (المحكم) .

التاريخ على أنه فيلسوف رياضي ، ومن ثم حاول التفرغ للدراسات الهندسية ، ولكن الاحتياجات الملحة لبيئته أرغمته على أن يكون مخترعاً وفيلسوفاً معاً ، وكان ينفر نفوراً شديداً من دوره الذي اضطر إليه ألا وهو دور «صانع الآلات الشريرة الارتزاقية التي تستخدم في الحرب والتجارة» . ولكنه كانت تربطه بالملك هيرو صلة قرابة ، وكذلك وجد نفسه تحت تأثير التزامين : التزامه كأحد رعاياه والتزامه كأحد أقاربه ، يدفعانه لإطاعة أوامر الملك .

وأنجز أرشميدس ، تنفيذاً لأوامر الملك ، ما لا يقل عن أربعين اختراعاً ، بعضها للأغراض التجارية ولكن معظمها للأغراض الحربية . وقد يكون من أهم اختراعاته التجارية ما يسمى «طنبور أرشميدس» . إن هذا الخلزون المجهّز إذا وضع فوق مستوى مائل بحيث ينغمر طرفه السفلي في مجرى مائي وأدير بحيث تدور لولبه باستمرار من اليسار إلى اليمين ، فإنه يغترف الماء من قاعدته ويسكبه للخارج من قمته ، وبذلك يجبر الماء على أن يقوم بتلك «المعجزة» التي تبدو مستحيلة ، ألا وهي صعود الماء لأعلى! . وكان هذا الاختراع التجاري ، الذي لا يزال يستخدم حتى الآن أو إلى عهد قريب في الريف المصري ، يبدو لمعاصري أرشميدس - كما أسلفنا - ضرباً من المعجزات! . ويبيّن شكل رقم (١٤٢) طنبور أرشميدس .



شكل رقم (١٤٢) : طنبور أرشميدس

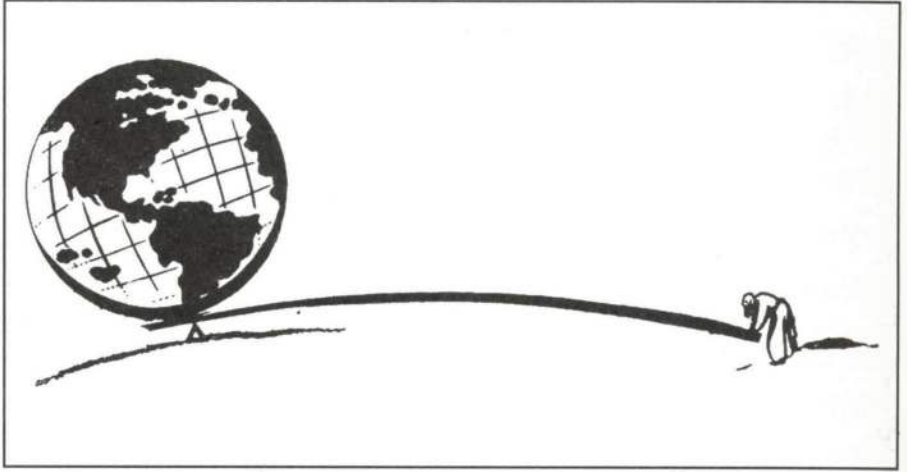
رجل واحد... أمام جيش كامل!!

برع أرشميدس في اختراعاته التجارية كما قدمنا ، بيد أن آلاته الحربية كانت أكثر إثارة من أدواته السلمية وأكثر دهشة . فقد حاصر الرومان مدينته ومسقط رأسه سرقوسة ، فطلب الملك هيرو من أرشميدس أن يبتكر أسلحة الدفاع اللازمة ضد هذا الحصار . وقد ألق أسطول روماني تحت قيادة مارسيلوس في طلب سرقوسة . وعندئذ قال أرشميدوس لهيرو : «أعتقد أنني أستطيع تدمير ذلك الأسطول!» فسأله هيرو مشدوها : «كيف؟!» فرد أرشميدس بثقة : «عن طريق المرايا الحارقة» . وضاع الكلام من هيرو فلم ينبس ببنت كلمة ، واكتفى بهز رأسه ، فقد بدا له أن العالم المسكين قد فقد عقله نتيجة البحث والدراسة ! .

ومع ذلك فقد حقق أرشميدس ما كان يدّعيه . فلم تكد سفن العدو تقترب إلى أن صارت على مرمى سهم من سرقوسة حتى سلّط عليها أرشميدس مجاميع المرايا العاكسة التي كان قد صنعها خصيصاً لذلك الغرض ، وكانت هذه المرايا عبارة عن صفائح مقعرة من المعدن ، مصمّمة بحيث تركز أشعة الشمس الحارقة على سفن الأسطول الزاحف .

ولكن سرعان ما تحوّل الحصار حول سرقوسة إلى تهديد خطير ، وهنا طلب هيرو من جديد المعونة من أرشميدس ، وسأله : «هل بإمكانك أن تزحزح سفن العدو من مكانها!» فأجاب أرشميدس : «بل أزحزح الأرض نفسها إن شئت!» فتساءل هيرو وهو لا يكاد يصدّق ما يسمع «ما الذي تقصده بالضبط؟!» فأجابه أرشميدس : «كل ما أقصده هو أنني لو وجدت مكاناً لقدمي في عالم آخر لاستطعت أن أزحزح الأرض من مكانها وأبعدها عن فلكها» . ثم مضى يشرح نظريته عن الروافع والبكرات ، وهما من اكتشافاته الخاصة التي يستطيع بهما أن يحرك أكبر ثقل بأيسر قوة! ^(١) . انظر شكل رقم (١٤٣) .

(١) بعد أن اكتشف أرشميدس قانون الروافع : القوة × زراعها = المقاومة × في ذراعها ، راودته فكرة رفع أي ثقل مهما كان بقوة ضعيفة للغاية إذا ما استخدمنا عتلة معينة كرافعة . لذا فقد فكر بأنه عندما يضغط بيده على ذراع عتلة في غاية الطول ، فإنه بمقدوره رفع ثقل جد هائل تساوي كتلته الكرة الأرضية ، بل ويزحزح الأرض ذاتها من مكانها! وهنا اعترضه عائقين كؤودين : عدم وجود محور ارتكاز ، وفداحة الزمن المطلوب ؛ إذ لأجل أن يرفع الأرض إلى ارتفاع اسم كان يلزمه زمن يقدر بنحو ثلاثين ألف مليون سنة بينما كان عمره كله ٧٥ سنة!!! وبين شكل رقم (١٤٣) رسماً تخيلياً لذلك .



شكل رقم (١٤٣) : رسم تخيلي لمحاولة أرشميدس زحزحة الأرض من مكانها وفقاً لقانون الروافع الذي اكتشفه

وعندما أعرب هيرو عن شكه في نجاح هذه الخطة ، شرع أرشميدس في وضعها موضع الاختبار . صنع بكرة مركبة ، وربط الخطاف الحديدي الموجود بأحد طرفيها في سفينة ضخمة من سفن سرقوسة المحملة بحمولة ثقيلة ، وسلم الحبل المتصل بالطرف الآخر للبكرة إلى هيرو وقال له : «اجذب الحبل يا مولاي ، وشاهد ما يحدث» . وجذب الملك الحبل ، وعندئذ انطلقت صيحة الدهشة من بين شفتيه ، ذلك أن المجهود الضعيف الذي بذله بيديه قد رفع السفينة كما لو كان ذلك يتم بسحر ، وجذبها خارج الماء وجعلها تتأرجح في الهواء! .

وسرعان ما جاء دور مارسيلوس أيضا ليتعجب من «سحر» أرشميدس . فقد وصل هذا القائد الروماني أمام حصون سرقوسة وهو مجهز بأسطول قوامه ستون سفينة مملوءة بكل أنواع الأسلحة ، بالإضافة إلى قاعدة حربية مؤلفة من سفن ثمان ضخمة مربوطة معاً . ولكن كل هذا الأسطول الضخم لم يزد عن كونه حفة من لعب الأطفال أمام الخطاطيف الحديدية الضخمة المتصلة ببكرات أرشميدس . فقد كانت تلكم «المخالب» الحديدية تنقض على السفن الرومانية انقضاض الطيور الجارحة ، ثم ترفعها في الهواء وتقذفها من مؤخرتها في أعماق المياه! .

وكان أرشميدس بين الحين والحين ، ومن قبيل التنوع في استراتيجية الدفاع ،

يرفع سفن العدو عالياً فوق الأجراف التي كانت تبرز تحت أسوار سرقوسة ، ثم يدور بهذه السفن في الفضاء ويدور ، وفي النهاية يقذف بها بكل ما عليها من رجال وعتاد ليحطمها فوق الصخور الحادة الأطراف . وباله من منظر مرعب! .

ويقال إن مارسيلوس عندما رأى هذا الدمار الذي ينزل بأسطوله صاح : «دعونا نكف عن محاربة شيطان الهندسة هذا ، ذلك الذي يستعمل سفننا كما لو كانت أكواباً يغترف بها الماء من البحر!» .

وبلغ من خوف الجنود الرومانيين آخر الأمر أنهم كلما رأوا عصى من الخشب أو قطعة من الحبال تبرز قليلاً من فوق أسوار سرقوسة يصيحون قائلين : «ها هو شيطان الهندسة ، ها هو أرشميدس!» ويرتدون على أعقابهم هاربين . وعندما استيقن مارسيلوس من استحالة فتح سرقوسة بالهجوم المباشر صمّم أن يتغلب عليها عن طريق الحصار ، ولكن مهارة أرشميدس أخرت استسلام المدينة سنوات ثلاثاً على الرغم من ذلك الحصار . فلما سقطت آخر الأمر ، كان سقوطها نتيجة إهمال أهلها . وقد حدث ذلك ليلة عيد «أرتميز» إلهة القمر عندهم! وكان سكان المدينة المنهكة قد أسلموا أنفسهم للهو والخمر ، وأفرطوا في ذلك كثيراً . وقبل الفجر ، وعندما كانت أجسامهم مرهقة وحواسهم مخدرة ، نجح عدد من الجنود في تسلق الحصون وفتح أبواب المدينة من الداخل ، فلما استيقظ أهل سرقوسة في الصباح التالي وجدوا مدينتهم وقد سقطت في يد العدو .

ويقال إن مارسيلوس عندما ألقى بنظره إلى أسفل نحو المدينة وهو واقف فوق المرتفعات خارج الأسوار ، بكى كثيراً إشفافاً عليها بما ينتظرها من مصير مؤلم ، فقد كان يعرف أن جنوده ، بعد أن طال اضطبارهم ، لن يستطيع أن يمنعهم من جني ثمار عملهم . والحق أنه كان من بين ضباطه كثيرون ممن يرون أن تلك المدينة حتى تسوّى بالأرض ، وأن تعمل السيوف في رقاب جميع سكانها . ولكن مارسيلوس عارض بشدة شهوة الانتقام ، فقد كان معجباً بشجاعة أهل سرقوسة الذين قاوموه كل تلك المدة ، وعلى الأخص «شيطان الهندسة» ، وقال لرجاله : «لا تقتلوه عسى أن ينفعنا أو نتخذه حليفاً» .

لا وقت... للموت

لا بد من نهاية . . وحانت النهاية في عام ٢١٢ ق . م .

فقد كان أرشميدس يجلس في السوق بهدوء وهو يرسم دائرة على الرمال ، وقد انهمك في حل مسألة رياضية عويصة . وقد بلغ من استغراقه في التفكير أن انتابته الدهشة عندما رأى جندياً مخموراً يندفع نحوه وسيفه في يده ، فبادره قائلاً : «لا تقتلني يا صاح حتى انتهي من تلك المسألة!» ولكن الجندي الروماني ، الذي لم يكن يعرف محدثه ، لم يأبه به كثيراً وما هي إلا لحظة أو تكاد حتى اخترق السيف الغاشم الجسد العالم ، وخرّ أرشميدس صرعاً وهو يتمتم «آه . . لقد أخذوا جسدي ، ولكنني سأخذ معي عقلي!» .

ولما علم الرومان بمصرعه أسفوا كثيراً لذلك ، ودفنوه مع واجبات التكريم والاحترام ، وعلموا قبره بالرمزين اللذين أوصى بهما : الكرة والأسطوانة ! .

الجندي المجهول في حرب أكتوبر.. أرشميدس!

ما لأرشميدس وحرب أكتوبر؟! إنه توفي في عام ٢١٢ ق . م . وتلكم الحرب وقعت في عام ١٩٧٣م ، فما العلاقة إذن؟ . علاقة وثيقة ، ذلكم أن كثيراً من الإنجازات التي تمت في هذه الحرب ، خصوصاً في بدايتها وهي عملية العبور ، كانت كلها بمثابة تطبيقات مباشرة لقاعدة أرشميدس . فالكبارى العائمة التي نُصبت لنقل الجنود من الضفة الغربية إلى الضفة الشرقية صُمِّمت بحيث يكون وزنها بما عليها ومن عليها أقل من دفع الماء لها إلى أعلى . والألغام المعلقة التي زرعها سلاح المهندسين المصري في مدخل خليج السويس صُمِّمت بحيث يكون وزنها إلى أسفل مساوٍ لدفع الماء عليها إلى أعلى . وكذلك ملابس العبور ذاتها صُمِّمت بشكل يجعل وزن مرتديها إلى أسفل أقل من دفع الماء عليه إلى أعلى ، وهكذا .

ألا يعتبر أرشميدس ، وإن لم يشهد حرب أكتوبر ، مشاركاً حقيقياً فيها بفكره وقاعدته ، لقد كان حقاً من جندها المجهولين ! .

(٦٧)

إيفانجيليستا توريشلي

Evangelista Torricelli

صاحب الفراغ

١٦٠٨ - ١٦٤٧



شكل رقم (١٤٤): إيفانجيليستا توريشلي

لم يكتشف عالمنا «فراغاً» وإنما شيئاً ذا قيمة . ولنا أن نعرف بفضل توريشلي (شكل رقم ١٤٤) وأن نقدره كلما نظرنا في بارومتر أو استمعنا إلى نشرة جوية .

إعجاب.. يتبعه تعاون

ولد إيفانجيليستا في ١٥ من أكتوبر عام ١٦٠٨ في مدينة «فاينزا» شمالي إيطاليا . ولما أثبت كفاية ظاهرة في دراسته بكلية اليسوعيين (الجزويت) بفاينزا ، أرسله عمه القس ، وكان

في السادسة عشرة ، إلى روما ليدرس العلوم تحت إشراف «بنيديتي كاستلي» تلميذ جاليليو ، وكان أستاذاً للرياضيات بكلية «دي سابينزا» .

وقد أرسل كاستلي إلى أستاذه جاليليو أول رسالة كتبها تلميذه توريشلي وكانت عن القذائف ، فأعجب جاليليو إعجاباً كبيراً بالكفاية الرياضية والقدرة التحليلية لكتابتها . غير أن توريشلي لم يقابل جاليليو إلا قبيل وفاة الأستاذ بأشهر ثلاثة في عام ١٦٤١ ، قضاهما التلميذ يساعد أستاذه ويعاونه حيث كان جاليليو في ذلك الوقت كفيفاً .

اكتشاف... الفراغ!

أثار جاليليو شغف توريشلي بمشكلة حدوث فراغ ، فقد كان صنّاع مضخات

دوق توسكانيا الكبير قد حاولوا رفع الماء إلى ارتفاع أربعين قدماً بواسطة مضخة ماصة ، غير أنهم وجدوا أن الماء لا يرتفع إلا بمقدار اثنتين وثلاثين قدماً فقط . لذا اقترح جاليليو أن يقوم توريشلي ببحث هذا الموضوع . وهكذا بزغت الفكرة . .

ومرَّ عامان ، بعدهما قام عالم الرياضيات الملحق بخدمة دوق توسكانيا الكبير وأستاذ الرياضيات بالأكاديمية الفلورنسية ، توريشلي ، بإجراء تجربته التاريخية ، والأهم هو تفسير نتائجها :

أحضر توريشلي أنابيب زجاجية طولها حوالي أربعة أقدام أحد طرفيها مسدود . ملأ إحداها بالزئبق حتى حافظها ، ثم وضع إصبعه فوق ذلك الطرف المفتوح وقلب الأنبوبة ووضعها في إناء به زئبق . أزاح إصبعه فخرج الزئبق من الأنبوبة إلى الإناء ، غير أنه لم يخرج كله من الأنبوبة بل بقي فيها عمودٌ من الزئبق كان طوله حوالي ثلاثين بوصة فوق سطح الزئبق الموجود في الإناء . أما الحيز الموجود فوق الزئبق في الأنبوبة فكان مليئاً بلا شيء . . أمال توريشلي الأنبوبة فملأ الزئبق جزءاً أكبر منها ، ولكن الارتفاع ما زال ثلاثين بوصة ، فلما أمالها أكثر فأكثر حتى أصبح مستوى رأسها أقل من ثلاثين بوصة فوق الزئبق الموجود في الإناء ، ملأ الزئبق الأنبوبة كلها . عندئذ أعاد الأنبوبة إلى وضعها الرأسي فظهر المكان الفارغ من جديد (ونحن نعرف الآن أن هذا المكان الفارغ قد يضم بعض جزئيات بخار الزئبق) . وكان هذا من الناحية العملية فراغاً .

المسؤول هو.. الضغط الجوي

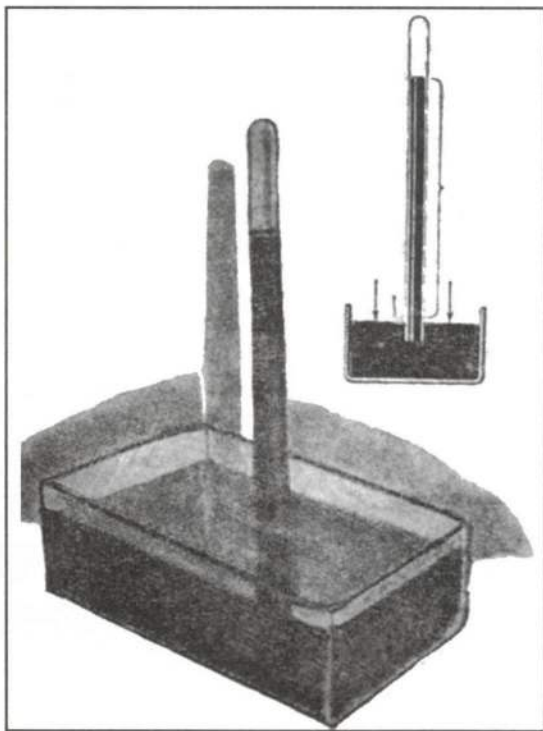
كان هناك موضوع آخر ينبغي حله : لماذا يبقى عمود الزئبق في الأنبوبة؟ لماذا لا يسقط الزئبق كله في الإناء؟ .

أجاب توريشلي : نحن نعيش في قاع بحر من الهواء ، تبين لنا التجربة أن له وزناً .

ثم أضاف : «وعلى سطح السائل الموجود في الإناء يضغط عمود من الهواء

طوله خمسون ميلا ، ومن ثم فليس لنا أن نعجب لارتفاع الزئبق في الأنبوبة حتى يوازن ثقل الهواء في الخارج . ومعنى هذا أن ضغط الهواء الخارجي هو الذي يحفظ ارتفاع الزئبق في الأنبوبة .

والآن استطاع عالمنا أن يفسر السبب الذي من أجله لم يكن من المستطاع رفع الماء أكثر من اثنتين وثلاثين قدما بواسطة مضخة ماصة . وهذا هو وزن الماء الذي يستطيع أن يوازنه ضغط الهواء الجوي . وهو أكثر من عمود الزئبق ، لأن الزئبق أكثف من الماء بمقدار ١٣,٦ مرة . أما إذا لم يكن الهواء عميقاً كما هي الحال في أعالي الجبال ، فإن عمود الزئبق الذي يستطيع الهواء أن يوازنه يكون أقل ، فضغط الهواء على قمة جبل إفرست مثلاً لا يستطيع أن يحتمل موازنة إلا حوالي ١١ بوصة فقط من الزئبق في الأنبوبة . ويبين شكل رقم (١٤٥) تجربة توريشلي عن ضغط الهواء .



شكل رقم (١٤٥) : تجربة توريشلي
عن ضغط الهواء

توريشلي... والنشرة الجوية

أدرك توريشلي - بتجاربه تلك - أنه يملك وسيلة يستطيع بها قياس كثافة الهواء وذلك بالرغم من أن «بلايز بسكال» هو الذي أطلق على الجهاز اسم «البارومتر» .

والبارومتر هو أحد الأجهزة الأساسية التي تستعمل للتنبؤ بحالة الجو . ولما كان وزن الهواء الرطب أقل من وزن الهواء الجاف ، وهو أمر مدهش حقاً ، فإن دلالة البارومتر تنخفض عندما يكون الهواء رطباً ! ، ويدل الهواء الرطب - بطبيعة الحال - على توقع المطر . ويرتفع دلالة البارومتر عندما يجف الهواء . والأمر المهم بالنسبة للتنبؤ بحالة الجو هو أن انخفاض البارومتر يعني أن حالة الجو سوف تسوء بينما ينبئ ارتفاعه بجو حسن .

إنجازات.. تسابق الزمن

استخدم توريشلي كشفه الجديد للفراغ في القيام بتجارب أخرى . فقد لاحظ أن الضوء ينتقل في الفراغ كما ينتقل في الهواء ، وقدّم لهيجنز مفتاح النظرية الموجية للضوء . وقام ببحوث قيّمة في كل من الصوت والمغناطيسية ، كما قدّم خدمات جليلة لكل من العلوم الرياضية والمائية (الهيدرولوجيا) .

حقاً لقد أنجز توريشلي أعمالاً كثيرة في فترة وجيزة نسبياً ، فقد توفي في عام ١٦٤٧ وهو دون الأربعين ، ولكننا سنظل نتذكره كلما ردّدنا كلمة «فراغ» ، أو كما أسلفنا ، نظرنا في بارومتر أو استمعنا إلى نشرة جوية .

(٦٨)

كريستيان هيجنز Christian Huygens

صاحب الساعات البندولية والنظرية الموجية للضوء
(١٦٢٩ - ١٦٩٥)



عندما
نُقلت الساعة
البندولية إلى
غينيا الفرنسية
أخّرت في
ضبط الوقت .
وعندما أدرك
صانعها فقدان
الوقت الذي

شكل رقم (١٤٦) : كريستيان هيجنز : صورتان مختلفتان

تأخّرت ، اكتشف أن الأرض منبعجة عند خط الاستواء! . وكان الصانع
والمكتشف : هيجنز (شكل رقم ١٤٦) . . .

البحث عن وظيفة أو كفيل

ولد كريستيان في ٤ إبريل عام ١٦٢٩ بمدينة لاهاي بهولندا . وكان والده
كونستانتين هيجنز من أصحاب النفوذ في المجتمع ومن رجال الدولة ، كما كان
شاعراً وموسيقياً وخبيراً في الألعاب الرياضية وله فيها شأنٌ وشأو . وقد أظهر
كريستيان ، وهو حدث ، بالعلوم والرياضيات حباً وشغفا . تلقى تعليمه في ليدن
وبريدا ثم اتجه ، من بعد ، إلى البحث العلمي ونجح في ذلك بشكل واضح ،

فاختير زميلاً في الجمعية الملكية بلندن وهو في الرابعة والثلاثين من عمره . ولما زار إنجلترا ليتقبّل هذا التكريم قابل إسحاق نيوتن الذي كان معجباً بقدراته أيّما إعجاب . ولما كان العالم الهولندي غير معروف إلا لدى مجموعة صغيرة من العلماء ، فقد أخفق نيوتن في أن يحصل له على وظيفة في إنجلترا ، كما لم يستطع أن يجد نصيراً ثرياً يكفله .

وبعد أن قرّر الملك لويس الرابع عشر ، بعد ذلك بسنوات ، أن يحتفظ للدراسات العلمية في فرنسا بمستوى رفيع ، عرض على هيجنز وظيفة باحث ، وظل يحتفظ بهذا المركز من عام ١٦٦٦ إلى عام ١٦٨١ .

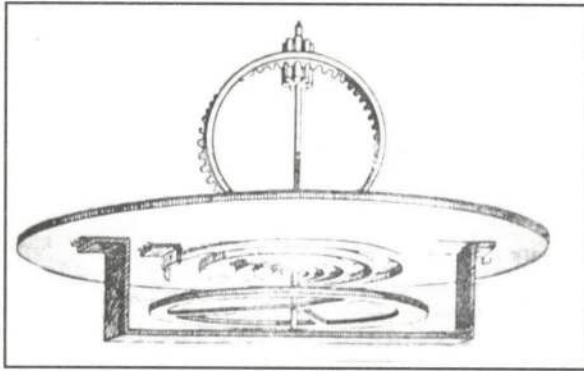
اختراع الساعة البندولية

اشتهر عالمنا في حياته باختراع الساعة البندولية وتحليله الفذ لحركتها . أما حقيقة استعمال الخطّار (البندول) للتوقيت ، فقد اكتشفها جاليليو الذي ارتأى أن الساعة الدقّاقة يمكن صنعها بناء على هذا الأساس ، إلا أنه لم يتحقّق صنّع البندول بنجاح في ذلك الوقت^(١) . ويبين شكل رقم (١٤٧) بندول اتزان من القرن السابع عشر (من رسم له في ذلك الوقت) .

بحث كثير من العلماء في هذه المسألة ، ولكن لم يحصل أحد منهم على نتيجة مُرضية . وفي عام ١٦٥٧ نجح هيجنز حيث أخفق غيره ، فقد اكتشف القوانين التي تحكم البندول المركب . كما نجح في صنّع ميزان يسمح لعقارب الساعة أن تتحرك قدراً معيناً عند كلذبذبة للبندول . كذلك قام بصنع الموازن الدائري المبين في شكل رقم (١٤٧) . وهكذا ابتكر ساعة جد مضبوطة . ولأول مرة حفظت آلة ميكانيكية الوقت مع الشمس .

أُرسلت الساعة البندولية إلى البحر لتساعد على الملاحة ، غير أن النجاح لم

(١) الثابت أن الخطّار (البندول أو رقاص الساعة) كان العالم العربي ابن يونس ، من فحول علماء القرن الرابع الهجري ، هو الذي اخترعه ، وليس جاليليو كما يشاع . ويبين شكل رقم (١٤٨) جاليليو وآلية بندول الساعة . راجع التعريف به في هامش ص ٥١٥ .



شكل رقم (١٤٧) :
بندول اتزان من
القرن السابع عشر
(من رسم له في ذلك
الوقت)



شكل رقم (١٤٨) :
جاليليو وآلية بندول
الساعة

يكن كاملاً ، حيث تدخلت الجاذبية في عملها . كل ذبذبة من ذبذبات بندولها تستغرق وقتاً مساوياً لوقت الأخرى ، بشرط أن يظل تأثير الجاذبية واحداً . أما السبب في أن البندول يهبط من أعلى وضع يبلغه إلى أدنى وضع له ، فلأنه مجذوباً بفعل الجاذبية الأرضية . فإذا أخذنا سرعة البندول عند رأس جبل بعيداً عن مركز الأرض ، فالذي يحدث أنه لا يرتد بالسرعة نفسها وإنما يستغرق وقتاً أطول في ذبذبته ذهاباً وإياباً وعندئذ تؤخر الساعة .

هذا عند قمة جبل ، ولكن عندما نقلت الساعة إلى «كاين» في غينيا الفرنسية أخرت كذلك . وكاين هذه تقع في مستوى البحر وليس عند قمة جبل! أمر غريب حقاً . نعم هو كذلك ، لذا بحثه هيجنز وحلّله .

كان عالمنا يعلم ، ربما مثلما نعلم ، أن حجراً إذا ربط إلى خيط ودورناه دوراناً

سريعاً ، فإنه يظل ملازماً محيط الدائرة مقاوماً للجاذبية . ولو كانت السرعة كبيرة بالدرجة الكافية إذن لا نقطع الخيط . أطلق هيجنز على هذا الأمر «القوة الطاردة المركزية» . ولما كانت الأرض تدور حول محورها مرة كل أربع وعشرين ساعة ، ويدور سطحها عند خط الاستواء بسرعة عصر النفاثات الذي يزيد على ١٠٠٠ ميل في الساعة ، فمعنى هذا أن جسماً على خط الاستواء إنما يدور مثلما يدور الحجر المربوط بالخيط ، فهو يُدفع بعيداً عن الأرض . وعندما تسافر ، شمالاً من خط الاستواء أو جنوباً منه ، فإن الأرض لا تزال تدور مرة كل أربع وعشرين ساعة . نعم تدور ، بيد أن السرعة السطحية تقل ، لأن الدائرة المحيطة بالأرض تصغر . إذ عند خط الاستواء يكون دوران الأرض أسرع من دوران أجزائها الأخرى شمالاً وجنوباً .

معنى هذا أن قوة الجذب ينبغي أن تكون أقل عند خط الاستواء ، وبما أن قوة الجذب أقل عند خط الاستواء ، فإن الساعة البندولية يجب أن تؤخر ؛ لأن البندول لا يرتد بالسرعة المناسبة . حسب هيجنز مقدار التباطؤ للساعة عند خط الاستواء ، مؤسساً حساباته على أساس سرعة الأرض عند كل من خط الاستواء وباريس ، إلا أن الساعة كانت أبطأ مما قُدِّر لها . ولكن لم؟ ليس هنالك غير تعليل واحد ، لا بد أن الأرض منبعجة عند خط الاستواء ، مما يقلل بدوره من أثر الجاذبية ، وكان الأثر الكلي للقوة الطاردة المركزية ، مع الانبعاج الموجود عند خط الاستواء ، هو السبب في تأخير الساعة دقيقتين ونصف دقيقة كل يوم .

وكان إخفاق الساعة البندولية من حيث الاستفادة بها في الملاحة البحرية سبباً في جعل هيجنز يفكر في طرق أخر للتوقيت ، فابتكر فكرة «زنبك الساعة اللولبي» الذي سجّله باسمه دون أن يدري بأن روبرت هوك كان قد فكّر في ذلك من قبل . ولكن هوك على أية حال لم ينشر فكرته حتى ظهر ابتكار هيجنز ونال استحساناً (١) .

(١) ليس هذا بمستغرب على هوك ، فهو من العلماء قلبلي الحظ . انظر قلة بخته في مقالتنا التالية في الفقرة المعنونة (خيبة أمل .. نالته!) .

النظرية الموجية للضوء

في أثناء إقامة هيجنز بفرنسا ألف عمله الكبير «بحث في الضوء» والذي لم ينشر إلا في عام ١٦٩٠ ، وقد أرجع هيجنز هذا التأخير في النشر إلى تقصير منه . وكان البحث مكتوباً باللغة الفرنسية لذا عزم على ترجمته إلى اللاتينية ، ولكن لخشيته من أن يحرمه التأخير من أن تنسب إليه أصالة الآراء ، فقد أهمل موضوع الترجمة ونشر البحث بالفرنسية .

وفي هذا البحث استقصى هيجنز التفسير المحتمل للمسلك الذي تسلكه أشعة الضوء . فالضوء عنده يسلك مسلك الصوت والموجات المائية . يقول : «يشبه الضوء في حركته بعض أنواع المادة» . إذن لقد أدرك أن الضوء ينتشر في موجات كالصوت ، كما أدرك أن الأول بخلاف الأخير من الممكن أن يسير عبر الفراغ .

وقد وضع عالمنا مثلاً للطريقة التي تسير فيها الموجات . عندما نضع عدداً من الكرات المتساوية الأحجام والمصنوعة من مادة جد صلابة في صف مستقيم بحيث تكون كل منها متصلة بالأخرى ، فإنه عند ضرب الكرة الأولى بكرة مشابهة لها تمر الحركة في لحظة إلى الكرة الأخيرة من غير أن ندرك أن الكرات الأخر قد اهتزت .

وقد استخدم نفس الطريقة مستعيناً بصفين من الكرات وضعاً بزاوية قائمة ، ورأى أن الحركتين قد انتقلتتا في الوقت نفسه ، وبذلك استطاع أن يعلل كيف أن الموجات الضوئية يمكن أن تعبر بعضها بعضاً من غير أن تختلط ! .

وهكذا تقدّم هيجنز بالنظرية الموجية للضوء ، في عام ١٦٧٨ ، إلا أنها لم تلق تأييداً واسعاً لعجزها عن تفسير الاستقطاب الضوئي ، رغم تفسيرها الانكسار المزدوج بشكل مقبول . وكانت هذه النظرية معارضة لنظرية الجسيمات لنيوتن Corpuscular theory ، والتي تقضي بأن جسيمات دقاق تصدر من مصدر للضوء . وظلّ الخلاف قائماً بين مؤيدي النظريتين ، النظرية الموجية لهيجنز ونظرية الجسيمات لنيوتن ، حتى اتحدتا فيما يسمى «الميكانيكا الموجية» Wave

Mechanics . وكان من المؤيدين للنظرية الموجية ماكسويل الذي كان يرى إمكانية تطبيقها بطريقة أبسط والذي أوضح أن للضوء ضغطاً حركياً (ميكانيكياً) ، ومن مؤيدي نظرية الجسيمات أينشتاين وبلانك اللذان طوّراهما في دراستهما للكهرباء الضوئية .

اكتشافات هيجنز الفلكية

كانت دنيا العلم في أيام هيجنز تدور حول دراسة الفلك ، فعمل هو الآخر في هذا الميدان . ولما كانت التلسكوبات المستخدمة آنذاك ، لحداثة العهد بها ، غير مُرضية فقد تعلّم عالمنا كيف يصنع بنفسه ما يحتاج إليه من عدسات ، وقد ساعده في ذلك صديقه بنديكت سبينوزا الفيلسوف الهولندي الكبير الذي كان يرتزق من صقله العدسات . وقد مكّنت هيجنز تلسكوباته المحسّنة من أن يكشف حقيقة الهالة التي لاحظها جاليليو حول كوكب زحل ، فقد أثبت أنها حلقة مكتملة الإحاطة ، وقاس ميل مستوى زحل بالنسبة للمستوى الخسوفي . والنتيجة التي توصلنا إليها اليوم ، عن طريق التلسكوبات الأقوى والأحدث ، أن هذه الحلقة في الواقع ما هي بواحدة وإنما ثلاث حلقات تدور فوق خط استواء الكوكب ، ويُعتقد أنها حطام قمر من أقماره الكثيرة التي تدور حوله ! كما أشارت بذلك سفينة الفضاء فويجر . كذلك كان عالمنا أول من رسم المريخ ، وأول من وصف سديم كوكبة الجبار (الجوزاء) Orion . كما اكتشف تابعاً لزحل يسمى «إيابيتوس» Iapetus وذكر أنه يشبه قمر الأرض من حيث إظهاره لوجه واحد فقط تجاه كوكبه . ولهيجنز كتاب في الفلك معروف هو «نظام كوكب زحل» Systema Saturnium نشره عام ١٦٥٩ .

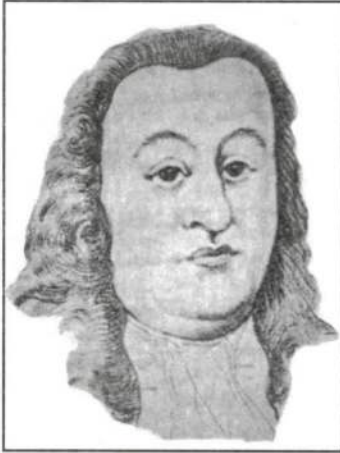
(٦٩)

روبرت هوك

Robert Hooke

أبو الرصد الجوي

١٦٣٥ - ١٧٠٣



شكل رقم (١٤٩) : روبرت هوك

كل من درس الفيزيكا والهندسة لابد وأن يعرف اسم روبرت هوك (شكل رقم ١٤٩) من دراسته لقانون هوك (الإجهاد الميكانيكي أو الاستطالة تتناسب طردياً والشد) . إن هذا القانون ، والنتائج المستخلصة منه ، لتكفي لأن تضع هوك في مكانه المتميز من تاريخ العلم .

غير أن ذلك كله لا يمثل إلا جزءاً جد يسير من الأعمال الأخرى الفذة التي أنجزها عالمنا ، إذ أسهم بشكل قيم في كافة فروع العلم التي كانت معروفة في عصره . وكم عبّر كل من درس أعماله عن إعجابه الشديد بعبقريته متعددة الجوانب وكشوفه واسعة المدى .

ومع كل هذا ، فقد كان عالمنا من أولئك الذين عاندهم الحظ وخيب أملهم .

الوريث...!

ولد روبرت هوك في ١٨ سبتمبر عام ١٦٣٥ في جزيرة «أيل أف وايت» المقابلة للشاطئ الجنوبي لإنجلترا . كان والده قس الجزيرة ، وكان يملك قدراً من المال والشراء لا بأس به . وقد توفي وروبرت في الثالثة عشرة ، فرحل الغلام إلى

لندن وهناك تمرّس تحت إشراف السير «بيترليلي» وكان أحد كبار الرسامين . وبالرغم من أن روبرت أظهر موهبة في هذا المجال إلا أنه كان غلاماً عيباً ، وكانت روائح الزيوت المستخدمة في هذه المهنة أكبر مما يطيقه . فأجبر على ترك العمل في هذا المجال الذي نفعه - ولا شك - في مستقبل حياته .

خلف والده ، لحسن الحظ ، مائة جنيه ، وهو مبلغ كبير في تلك الأيام! فاستطاع أن يلتحق بمدرسة «وستمنستر» . ولما بلغ الثامنة عشرة التحق بأكسفورد . وقد تابع دراسته بنجاح وإن كانت له نشاطات إضافية أخرى غريبة ، فقد اشتغل مغنياً مع جماعة المرتلين في كنيسة المسيح ، كما اشتغل بالتمثيل وقام فيه بدور الخادم ، كما عمل رسّاماً ومشكّلاً للخشب والمعادن ، إلخ! .

الكلية.. الخفية!

قابل روبرت هوك وهو في أكسفورد عالين ألمعيين هما «روبرت بويل» و«كريستوفر رن» . وقد وظّفه الأول - وكان ثرياً ويكبره بسنوات ثمان - مساعداً له في بحوثه وأعماله العملية ، أما الثاني فكان قد اشتهر بأعماله الهندسية ونال شهرة في هذا المجال على وجه الخصوص باعتباره مصمماً لكندرائية القديس بول بلندن . وكان منزل «رن» مركزاً لالتقاء علماء إنجلترا الذين كوّنوا فيه «الكلية الخفية» التي أصبحت فيما بعد الجمعية الملكية العلمية الهامة الشهيرة بلندن .

ويعتقد الكثيرون أن كثيراً من أعمال روبرت بويل بالذات ، بما فيها قانونه الشهير ، إنما هي نتيجة لكفايات هوك العقلية وبراعته الميكانيكية . ويلوح على أي حال أن بويل كان رجلاً مقسطاً ؛ لأنه عندما تم صنع مضخة التفريغ بمعامله نسبها علانية إلى هوك ، بالرغم من أن المضخة هذه كانت تعرف آنذاك بمضخة بويل .

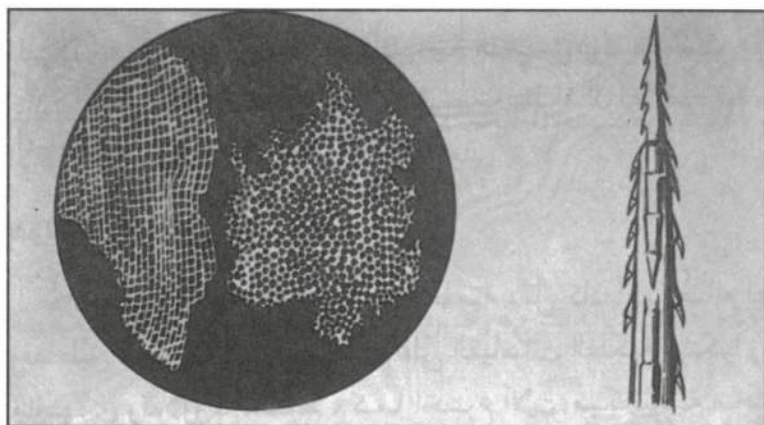
الصور المجهرية

في عام ١٦٦٥ أصدر هوك كتابه العظيم «الصور المجهرية» Micrographia ، وهو بذاته كاف لأن يضع مؤلفه في مصاف رجالات العلم البارزين . فقد كان له أثره الهام في الدوائر العلمية ، مما أكد هوك وعزز اسمه بين العلماء . عنه يقول أحد

العلماء الذين قرأوه : «لقد ظلت حتى الثانية صباحاً أطلععه ، فإذا هو الكتاب المبدع الذي لم تقع عيني على ما هو أروع منه» . والحق أن كتاب هوك هذا يضعه ضمن مؤسسي الدراسات المجهرية في علم الحياة ، مع أنطوني فان لفنهوك ومارسيلو مالبيجي ونهمياجرو .

في الكتاب وصف علمنا أول مجهر مركب يمكن استخدامه عملياً . وتتضح روعة هذا الجهاز وعبقرية هوك ومهارته في اللوحات التي رسم فيها حوالي ٦٠ شيئاً مجهرياً : فقد وصف مثلاً عين الذبابة المركبة ، وأطوار نمورية البعوض ، وتركيب ريش الطيور بشكل ظل المرجع الرئيس طوال مائتي عام . وتدعو رسومه عن القملة والعتة والبرغوث ، وهذه مكبرة لطول ١٦ بوصة ، إلى العجب من حيث الدقة وكثرة التفاصيل . كما قدّم ملاحظات مبدعة عن الفطريات وغيرها . وعندما وصف تركيب الفلين استخدم كلمة «خلية» Cell لأول مرة بالمعني البيولوجي لها ، وهو يشرح تكوين الفلين الذي شاهده بمجهره والذي شبّهه بقرص العسل ! . ولم يوجه هوك مجهره إلى الأحياء المجهرية فحسب ، بل وجهه كذلك إلى الجماد من مثل قطعة معدن .

إن هذا الكتاب الرائع الذي وضعه شاب لم يتجاوز التاسعة والعشرين ، يصور لنا عقلية تجريبية رائعة كذلك . ويبين شكل رقم (١٥٠) بعض مشاهدات هوك التي ضمنها كتابه .



شكل رقم
(١٥٠) :
بعض
مشاهدات
هوك

هوك... مهندساً!

عندما نشر هوك كتابه المشار إليه كانت هناك أحداثٌ هامةٌ تقع في إنجلترا وفي حياته هو شخصياً .

فقد أدى انتشار الطاعون في عام ١٦٦٥ والحرائق الهائلة في عام ١٦٦٦ إلى تدمير جزء كبير من لندن والحياة فيها . وسرعان ما تصدى عالمنا ، وصديقه كرسطوفر رن ، لإعادة بناء المدينة ، وقد عُيِّنَ هوك ملاحظاً لها ، ولعلها المرة الأولى التي تتاح له فيها فرصة تخلصه من مشاكله المالية .

وما إن مر أسبوع على انتهاء الحرائق حتى وضع عالمنا أمام الجمعية الملكية نموذجاً لإعادة بناء لندن طبَّقت نيويورك مثيله فيما بعد .
لقد كان هوك ، بالإضافة إلى ما تقدم ، مهندساً ماهراً .

قانون هوك

«يتناسب الجذب مع القوة» . هكذا ببساطة عبَّر روبرت هوك عن القانون الذي يحدد العلاقة بين مقدار الجذب ومقدار القوة في عام ١٦٧٦ . فإذا جذب ثقل مقداره رطل واحد مثلاً لولباً مسافة بوصة واحدة ، فإن رطلين يجذبانه بوصتين ، ويجذبه عشرة أرطال عشر بوصات ، وهكذا في حدود قوة اللولب .

وسرعان ما طبَّق هوك قانونه هذا باختراعه الميزان الزنبركي . ثم أخذ هذا الميزان وثقلاً معيناً إلى قمة كاتدرائية القديس بول ، ليثبت أن قوة الجاذبية كانت أقل عندما صعد إلى أعلى ، وليخرج بنظرية أن للأرض قوة جذب للجسم الأقرب إلى مركزها أكبر مما للجسم الأبعد .

هوك... والجو!

كان هوك صانعاً ماهراً للأدوات العلمية ، بل كان أكبر صانع لها في عصره . وقد طبَّق معلوماته في البصريات على القياسات الفلكية مبتكراً رباعياً ذا مجال مجهري وقلاووظ للضبط ، كما اخترع آلات ميكانيكية مختلفة لأعمال

المساحة في الملاحظة منها أدوات لقياس العمق وأجهزة لجمع الماء من أعماقٍ متفاوتة .

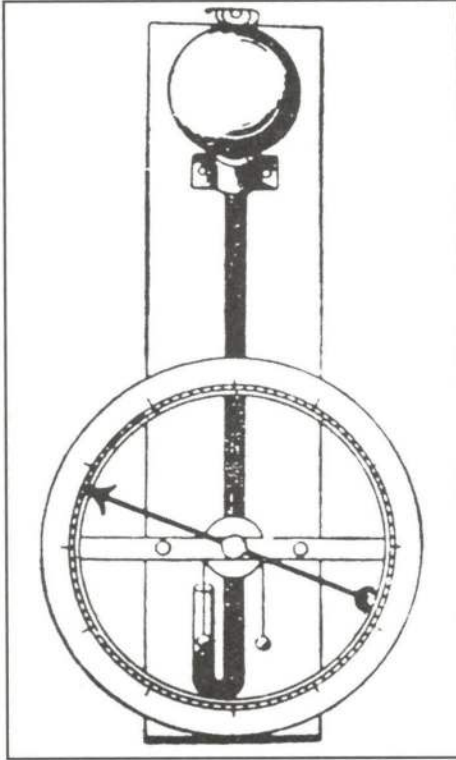
ولا شك أنه يعتبر المؤسس لعلم الأرصاد الجوية . فهو أول من أشار إلى أن الانخفاض السريع في الضغط الجوي يُنبئ بقيام العواصف ، وأول من فسّر دورة الغلاف الجوي حول القطب ، وأول من فسّر الأحوال الجوية على أساس قوى

فيزيائية تتحكم فيها الإشعاعات المنبعثة من الشمس وحركة دوران الأرض . وتمكّن من وضع جدول لتسجيل الأرصاد الجوية بطريقة منتظمة . وقد ابتكر أول بارومتر دائري ، ومرطاباً يقيس رطوبة الجو . وكان أول من اقترح اتخاذ نقطة تجمد الماء كدرجة الصفر . كما صنع نماذج لكافة أجهزة الرصد الجوي التي تستخدم الآن تقريباً : مقياس سرعة الهواء ، جهاز قياس ذاتي للأمطار ، ساعة جوية ، إلخ . ويبين شكل رقم (١٥١) أحد البارومترات التي ابتكرها هوك وهو البارومتر ذو المؤشر .

لكل هذا ، وغيره ، يعتبر هوك أباً للرصد الجوي .

خصام العلماء!

في عام ١٦٧٧ مات «أولدنبرج» وعُيّن هوك بدلاً منه سكرتيراً للجمعية الملكية .



شكل رقم (١٥١) : البارومتر ذو المؤشر لهوك

ولم يلبث أن كتب إلى نيوتن يطلب منه أن يقدم للجمعية بحثاً من بحوثه .

كان الجدل قد استعر بين العالمين من قبل حول طبيعة الضوء ، وكان أولدنبرج يؤجج نار الخلاف بين هوك ونيوتن . غير أن خطاب هوك الآن كان ودياً ، ولم لا؟ ألم يمت العاذل؟! .

وتبذلت الرسائل الهادئة بين العالمين ، ولكن سرعان ما عاد العداء بينهما من جديد . كان هوك قد نشر في عام ١٦٧٤ القواعد الثلاث التالية :

- ١ - لكافة الأجرام جاذبية تتجه نحو مركزها .
- ٢ - تستمر كافة الأجسام في الحركة في خطٍ مستقيمٍ إلا إذا تعرضت لجذب قوة أخرى .
- ٣ - تتناقص قوة الجذب بازدياد المسافة وفقاً لقانون معين (لم يعرفه هوك وقتئذ) . وكان نيوتن قد توصل إلى هذه النتائج أيضاً بنفسه ولم ينشرها أو يفصح عنها ، مما يؤكد أن هوك توصل إليها - مستقلاً تماماً - عن نيوتن .

وفي عام ١٦٨٠ كتب هوك إلى نيوتن يسأله عن المدار الذي تتخذه الكواكب على افتراض أن قوة الجاذبية تتناسب عكسياً مع مربع المسافة . ولو أن هوك قد تمكن بنفسه من استخلاص النتائج الرياضية لقواعده تلك بخصوص مدارات الكواكب ، لحل بذلك المشكلة العظيمة التي يرجع إلى نيوتن فضل حلها ، مشكلة النظام الشمسي .

كم اقترب هوك من الهدف الكبير ، ولكن الحظ لم يحالفه إلى النهاية . . قلة حظاً! .

وعندما علم هو أن كتاب «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية» لنيوتن ، الذي صدر بعد ذلك بسنواتٍ ست ، يحتوي على عرضٍ للنظام الشمسي

على أساس من القواعد التي سبق لهوك نفسه نشرها ، دون أي إشارة له ، تضايق كثيراً .

إنه لم يكن يطلب أكثر من مجرد الإشارة إلى أعماله في هذا الصدد ، غير أن نيوتن ، وكان بدوره سريع التهيج ، رد على ملاحظة هوك بعدم ذكر اسمه لا في «المبادئ» ولا في «الظواهر الضوئية» الذي نشره بعد وفاة هوك .

إن هوك الذي كانت تنقصه الكياسة ، ولا تنقصه العبقرية ، ليستحق منا العطف والتعاطف .

خيبة أمل...ثالثة!

ألا ما أقسى خيبة الأمل وخصوصاً عندما تكرر! .

لقد سبق بويل هوك مرة في تسجيل قانونه ، كما سبقه نيوتن في نشر نظريته . وتلك مرة ثالثة يخيب فيها الأمل .

لقد أدى اختبار هوك الدقيق للزنبرك إلى اختراع الساعة . وكانت الساعة «البندولية» مستخدمة في ذلك الوقت ولكن على عيوبها ، إذ كان ينبغي أن تظل في مكان واحد ، ولم يكن من الممكن الاعتماد عليها في السفن لأنها تؤخر كلما اقتربت من خط الاستواء لانخفاض الجاذبية عنده . استعاض هوك عن البندول بالزنبرك الشعري والرقاص . والفكرة هي أن الزنبرك الشعري يهتز بمعدل ثابت إلى الأمام وإلى الخلف حول موضعه الرئيس . وهنا خاب أمل هوك ، إذ كان هيجنز^(١) قد اخترع في فرنسا جهازاً مشابهاً وسجله في عام ١٦٧٥! .

لقد فات النجاح هوك وجانبته الشهرة ، إلا أن عقله المبتكر قد تنبأ بمخترعات عديدة . إذ عندما ثبت ذات مرة نصل «مفك» إلى ساعته والمقبض الخشبي له إلى أذنه وسمع دقات الساعة ، كان قد تنبأ باختراع المسماع (سماعة الطبيب)

(١) تقدّمت المعالجة التفصيلية له في الجزء السابق مباشرة من هذا الفصل .

الذي تم صنعه بعده بنحو مائة عام على يد الطبيب الفرنسي رينيه لينك في الربع الأول من القرن التاسع عشر (عام ١٨١٦) .

الشعرة التي قصمت....

لم يتزوج هوك قط ، وكانت له ابنة أخ تعيش معه وترعى شؤونه . . وفي عام ١٦٨٢ ترك سكرتارية الجمعية الملكية وإن ظل يوافيها تباعاً بأحدث بحوثه .

وفي عام ١٦٨٧ وقعت له صدمة . لقد توفيت ابنة أخيه ، مؤنسه الوحيد ، وكانت الصدمة قاسية ، إذ سرعان ما تدهورت صحته وإن ظل متمسكا بأهداب الحياة حتى عام ١٧٠٣ . وعند وفاته عملت له جنازة مهيبه حضرها كل أعضاء الجمعية الملكية الذين كانوا في لندن إذ ذاك .

ولم يكن في موته أكثر حظاً منه في حياته ، فلقد ظل قبره مجهولاً .

وبعد موته بعامين تم نشر مذكراته التي احتوت على نحو ٤٠٠,٠٠٠ كلمة عبّرت عن مجمل الموضوعات التي بحثها واهتم بها .

نعم لقد كان هوك عبقرية علمية مدهشة ، تطاول اكتشافاتها مكتشفات بويل ولقنهوك ونيوتن وهيجنز ، ولكننا نذكره الآن فقط بقانونه الخاص بالشد والاستطالة .

تمنيات المؤرخين

كان أول اختراع مهم توصل إليه هوك هو عجلة الضبط في الساعة . ولقد أدى هذا الاختراع إلى أول مناقشة عنيفة من تلك المناقشات التي قدّر لها أن تنغص عليه أغلب حياته وتُسَمِّم علاقاته مع بعض معاصريه .

لقد كان متعجلاً . وقد أصاب جون وارد كبدا الحقيقة عندما تمنى في عام ١٧٤٠ «لو أن هوك كان أكثر اتزاناً وعمد إلى استكمال كل كشف يصل إليه قبل أن ينتقل منه إلى آخر ، لكان جهده أظهر وفضله أكبر ، ولأستطاع أن يتخلص من ذلك القلق الدائم الناجم عن خوفه من أن يحصل آخرون على

فضل هو به أولى ، مع أنهم كانوا يبنون على الأسس التي وضعها هو» . لقد صنع هوك ، المريض المجهد في العمل الذي حسده عليه وهاجمه من هم دونه ، صنع لنفسه كثيراً من الأعداء . ولكنه مع ذلك اكتسب صداقة بعض الشخصيات البارزة في عصره من مثل ، أستاذه «برج» و«جون أهلين» و«توماس سيد نام» و«كرستوفر رن» و«روبرت بويل» . وكان هوك يكن دائماً أعظم آيات الإعجاب والتقدير للعالمين الأخيرين على وجه الخصوص : رن وبويل .

ومع أنه كان سريع الغضب ، إلا أنه كان شجاعاً ومعتداً بنفسه وعلى استعداد تام لتقديم كل عون وعطف ، كما كان سريع العفو عن أي ضرر أصابه من جانب عظماء الرجال الذين يقدرهم حق قدرهم .

وكم تمنى «مور» وهو يؤرخ حياة نيوتن ، «لو أن ذلك العالم الكبير قد منح ، وهو في أوج شهرته وسنام مجده ، عطفاً أشد وتقديراً أكبر لهوك ، ذلك العالم الذي كان يتمتع بروح قوية وذهن متقد حبيسين في جسد مريض» .

والحق أن هوك كان متسرعاً فعلاً ، لا صبر له مع الحمقى ولا قدرة له على تحمل المعوج أو السكوت عن الخطأ . وهي صفات قد يتبرم بها المرء إذا اتصف بها شخص تافه ، بيد أنها لا تنقص من قدر الرجل العظيم . وصفه صديقه وناشر كتبه : «كان هوك يتمتع بقدرة كبيرة على الحكم على خصائص الآخرين ، وهي صفة لا تخلو من المخاطر . وكانت تنقصه القدرة على الاقتراب من الناس برقة وكياسة وعلى تحليل دوافعهم وإخفاء رأيه فيهم ، وكلها صفات هامة لنجاح الإنسان في حياته وتعامله مع الآخرين» .

إن من أخطائه الكبرى أنه كان حساساً ! .

أعمال روبرت هوك

ما إن مرَّ عامان على وفاة هوك حتى ظهر ، كما أشرنا ، كتاب «أعمال روبرت هوك» في مجلد واحد في قرابة النصف مليون كلمة . وقد تم تحضير هذا الكتاب من مسوداته التي لم تنشر ، وأغلبها محاضرات . وإن هذه الصفحات الرائعات

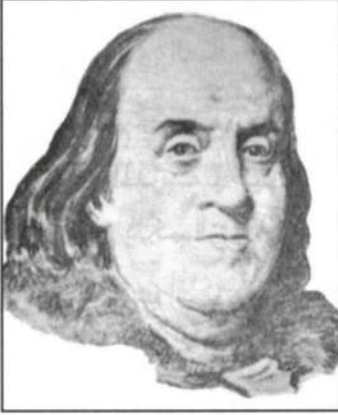
التي يضمها ذلك الكتاب لتعطي هوك الحق في أن يحتل مكانه اللائق بين رواد علوم الفيزيكا والجيولوجيا والتطور . فقد أدرك عالمنا مثلاً أن الحفريات ما هي إلا بمثابة سجل كامل للحياة القديمة على الأرض ، وأوضح أنه إذا كان في استطاعة المرء تزيف العملة أو الميداليات أو الوثائق ، فإن خصائص الحفريات لا يمكن أن يزيفها أمهر المزيفين ، وإن كانت قراءتها صعبة جداً إلا أنها ليست مستحيلة .

ألا ما أكثر أعمال هوك التي أنجزها بنفسه ، ونسب الكثير منها إلى من أتوا بعده - حظوظ! .

(٧٠)
بنيامين فرانكلين
Benjamin Franklin

نيوتن عصره

(١٧٩٠ - ١٧٠٦)



شكل رقم (١٥٢) : بنيامين فرانكلين

هل نطقت يوماً بكلمة «موجب» أو «سالب» أو «بطارية» أو غيرها من المصطلحات المماثلة؟ . إنك إن فعلت فإنك تكرم ، من حيث لا تدري ، بنيامين فرانكلين (شكل رقم ١٥٢) الذي كان أول من استخدمها في دراسته للظواهر الكهربائية ومحاولته تفسيرها .

والحق أن فرانكلين كان مُعترفاً به بين معاصريه من العلماء باعتباره أحد كبار أئمة العلم في زمنه . ولذلك بالقطع أسباب : إسهاماته النظرية والتطبيقية في الكهرباء

الساكنة بخاصة وعلم الكهرباء بعامة ، وتمكنه من إقامة صرح أول نظرية متكاملة وموحدة عن الفعل الكهربائي ، ونجاحه في إعطاء فن إجراء التجارب مكانةً جديدةً كان العلم الطبيعي في أمس الحاجة إليها في القرن الثامن عشر . ولا يقلل من تلكم المنزلة الرفيعة لعالمنا ، بل ربما لم يزد عليها كذلك ، دوره المتفرد في تاريخ أمريكا السياسي والتميز .

اليوم ٧٢ ساعة...!

«لو أن الله ارتأى أن يضاعف طول اليوم ، فعندئذ ربما أستطيع حقاً أن أنجز شيئاً» هكذا قال بنيامين فرانكلين لزوجته يوماً .

وإذا ما وقفنا على بعض الإنجازات الكبيرة التي حققها عالمنا في مختلف مجالات الحياة ، من كشف واختراع وتعليم وأداب وسياسية وغيرها ، على المستويين المحلي والعالمي ، لصَّعب علينا تصوُّر الأشياء التي كان يمكن له أن ينجزها لو أن اليوم كان أطول مما هو عليه مرَّتين أو ثلاثاً! .

معلّم... نفسه!

ولد بنيامين في بوسطن بولاية «ماساشوستس» في ١٧ يناير عام ١٧٠٦ لوالدين كثيري العيال ، سبعة عشر طفلاً ترتيبه بينهم الخامس عشر! .

وقد علّم بنيامين نفسه بنفسه ، مبتدئاً بتعلّم القراءة . وعندما بلغ الثامنة أرسل إلى المدرسة ، غير أن دراسته توقفت بعد عامين . ولما لم تكن المدارس مجانية في ذلكم الزمن فقد عجز والده عن دفع المصروفات ، ومن ثم اضطر أسفاً أن يخرج من المدرسة وأن يلحقه بالعمل معه في محل للشموع يملكه . ولكن سرعان ما تعلّم فنون الطباعة في مطبعة أخيه «جيمس» الذي كان يصدر من مطبعته جريدة أسبوعية .

ولما كان فرانكلين حريصاً على أن يتعلّم ذاتياً ، فإنه كان يقرأ جميع الكتب التي تقع في يده ، وغالباً ما كان يدفع من قوته ثمناً لها . لقد علّم هذا الطفل الفذ نفسه الحساب والجبر والهندسة والملاحة وقواعد اللغة والمنطق وحلّو التعبير ، لدرجة أنه لما نشرت سيرته التي كتبها بنفسه ، بعد موته ، كانت من المأثورات في الأدب الأمريكي .

نشاط... بالجملة!

حفلت سنوات الكفاح الأولى لفرانكلين بالكثير من المشروعات التجارية إلى جانب خدماته العامة . فقد أنشأ مطبعة خاصة أصدر منها جريدة «بنسلفانيا جازيت» ، كما نظّم جماعة من بين أصحاب الحرف تحوّلت فيما بعد إلى «الجمعية الأمريكية الفلسفية» التي وضعت أساس إعلان الاستقلال والثورة الأمريكية . كما أسّس أول مكتبة متنقلة بأمريكا متذكراً أيامه الأولى ، حيث

كان يشتري الكتب بثمن قوته . وأسّس كذلك إدارة لمقاومة الحريق في فيلادلفيا . وساعد في إنشاء أول شركة تأمين أمريكية ضد الحريق . كما ساعد على إنشاء أكاديمية بنسلفانيا التي تحولت فيما بعد إلى جامعة بنسلفانيا .

وفي عام ١٧٥٣ حصل عالمنا على وظيفة المدير العام لبريد المستعمرات ، فاستعان بما اتصف به من نشاط وقدرة على تنظيم أعمال هذه الوظيفة الجديدة ، على تحسين الخدمات البريدية بين المستعمرات تحسيناً شاملاً ، منها وضع أساس الدفع للخدمات البريدية .

ولما طبعت أمريكا في عام ١٨٤٧ أول طابع بريد ، كانت صورة فرانكلين تزين ذلك الطابع ، اعترافاً بالخدمات التي أداها لنظام البريد فيها .

كتاب الكهرباء

كما وضع نيوتن كتابه الخالد «المبادئ» ، وضع فرانكلين كذلك كتابه الخالد «الكهرباء» . وكما تعتبر فلسفة نيوتن تعبيراً عن النظام بوجه عام ، فإن إنجازات فرانكلين في علم الكهرباء تضع كذلك أساساً لنظام بسيط ولكنه عميق .

و«الكهرباء» لفرانكلين يعتبر من أهم الكتب العلمية التي ظهرت في منتصف القرن الثامن عشر . وقد ظهرت له طبعات كثيرة بلغات شتى من الإنجليزية وفرنسية وإيطالية وألمانية . ولما كانت الأعمال العلمية في زمنه تنال تقديراً أكبر مما تناله في الوقت الحاضر ، فقد طارت شهرة فرانكلين بكتابه ، ورددت اسمه الألسن .

ولا تزال النظريات الكهربائية التي تضمنها الكتاب جزءاً من نسيج النظريات الكهربائية المعاصرة ! . كان كتاباً فذاً ، وقد بلغ من إعجاب الملك لويس الخامس عشر به أن أمر بأن يجرى بعض ما به من تجارب أمامه ! .

بين خدمة العلم... وخدمة الوطن

ما كاد عالمنا يتفرغ لعمله العلمي حتى اجتاحت الوطن أزمة كبرى . وهنا

ترك بحوثه وهباً للذود عن فيلادلفيا . ومذ ذلك الوقت ، وحتى مماته ، لم يكن يجري تجاربه العلمية إلا في فراغه . ولم يكف عن خدمة مدينته ووطنه .

كان أمامه طريقان : إما الفيلسوف الهادئ ، وإما رجل الشؤون العامة . ولم يتردد فرانكلين في اختيار الطريق : «لو كان نيوتن قائداً لمركب واحد لما برَّر له أبدع كشفه ترك دفة القيادة ساعة خطر ، فما بالناس بمصير الكومونويلث كله» .

وهكذا فعل كثير من العلماء خلال الحرب العالمية الثانية ، حيث تركوا بحوثهم وهبوا لنصرة أوطانهم بشكل مباشر . مع فارق في الحالين : ذلك أن فرانكلين كان العالم الأمريكي الوحيد المشهور ، بل العالم الوحيد ذا الشهرة العلمية . ومع ذلك فقد رأى أنه يستطيع تقديم خدمة أكبر لبلاده بالسفر إلى الخارج للدفاع عن حقوقها أكثر مما لو طبق خبرته العلمية في تصميم أجهزة جديدة للفتك والتدمير .

نعم كان فرانكلين ذا مكانة علمية عالمية دعت معاصريه أن ينعتوه «نيوتن عصره» . ومن ملامح تلك المكانة أن ظن البعض أن «الرجل الذي تمكَّن من تسخير البرق بقادر على صنع سلاح جديد رهيب من مثل آلة في حجم علبة الثقاب ، تصحبها مواد يمكن أن تحيل كاتدرائية سانت بول إلى حفنة من رماد!» .

نظرية فرانكلين عن الفعل الكهربائي

اهتم عالمنا بصفة خاصة بالكهرباء الساكنة . وكانت الحقائق المعروفة عن هذا الفرع من فروع علم الكهرباء ضحلة ومتناثرة ، فجعلها ثرية ، ونظم عقدها في نظرية شاملة ومتكاملة مهَّدت الطريق إلى اتساع الخطى .

ونظرية فرانكلين عن الفعل الكهربائي بسيطة ومباشرة ، فكرتها الرئيسة أنه توجد «مادة مشتركة» تتكون منها الأجسام هي «المادة الكهربائية» ، وتحتوي جميع الأجسام في الحالة العادية على كمية ثابتة من تلك المادة . ولكن جسماً ما ، تحت ظروف معينة ، قد يكتسب مزيداً من المادة الكهربائية أو يفقد بعضاً

منها . وفي هذا الحالة «يتكهرب» الجسم أو «يُشحن» . وفي الحالة الأولى ، عندما تفيض المادة الكهربائية بالجسم ، يصف فرانكلين الشحنة بأنها «موجبة» أو «زائدة» . وفي الثانية يصفها بأنها «سالبة» أو «ناقصة» .

وعندما نُدلك قضيباً زجاجياً بقطعة من حرير ، فإن الزجاج يكتسب مزيداً من المادة الكهربائية وتصبح شحنته موجبة أو زائدة . وأكد فرانكلين أن الكهرباء لم يخلقها ذلك في ذاته كما يعتقد معاصروه ، ولكن ذلك أعاد توزيعها . بمعنى أنه إذا اكتسب الزجاج مزيداً من المادة الكهربائية فلا بد للحرير أن يفقد نفس الكمية ، مكتسباً بذلك شحنة سالبة بالقدر ذاته . وهو ما يسمى في زماننا «قانون عدم فناء الشحنة» .

الإثبات الدرامي للنظرية...!

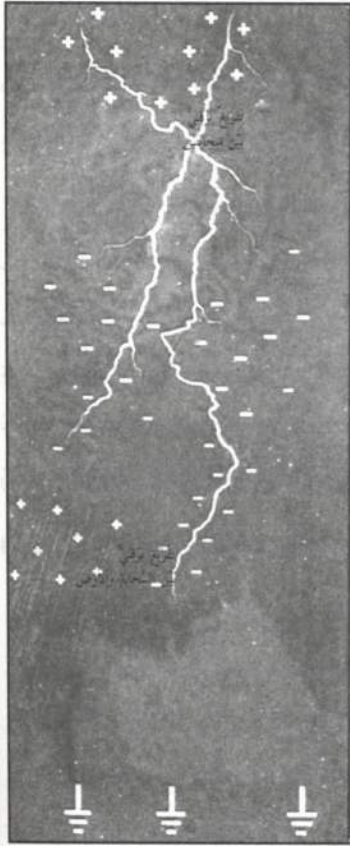
أوضح فرانكلين نظريته وشرحها بالتجربة التالية : أجلس رجلين على مقعدين زجاجيين منعزلين ، شحن الأول بشحنة كهربائية موجبة وكانت شحنة الآخر سالبة . وعندما تلامست أيدي الرجلين ، فقد كل منهما شحنته ، لأن الفائض من شحنة أحدهما عوض النقص في شحنة الآخر .

ولما لمس رجل ثالث أياً من الرجلين المشحونين ، انبعثت شرارة كهربائية وأصيب بصدمة ؛ لأنه كانت لديه كمية من المادة الكهربائية أكبر نسبياً من الرجل ذي الشحنة السالبة وأقل من ذي الشحنة الموجبة .

وكانت هذه التجربة المثيرة إثباتاً دراماتيكياً لفكرة فرانكلين القائلة بأن الكهرباء عبارة عن مادة كهربائية واحدة .

اختراع .. مانعة الصواعق

كان العلماء قبل فرانكلين بنصف قرن تقريباً يعتقدون أن للبرق طبيعة كهربائية . ولكن ما يميز عالمنا عن سابقه هو أنه تمكن من تصميم تجربة لاختبار صحة ذلك الاعتقاد أو الافتراض . وقد تمخّض عن التجربة اختراعٌ عظيم .



شكل رقم (١٥٣) : التفريغ البرقي بين
سحابتين وبين سحابة والأرض

صنع فرانكلين نموذجاً صغيراً يوضح أن شرارة كهربائية قد تنطلق بين سحابتين مشحونتين أو بين سحابة والأرض شكل رقم (١٥٣) . ثم إنه طالما يمكن لموصل صغير مدبب أن يسحب الشحنة الكهربائية من جسم عازل ومشحون في العمل ، فإنه من الممكن تماماً لموصل مدبب كبير قائم على الأرض أن يسحب الكهرباء من إحدى السحب المارة في السماء .

فكرة هائلة ، يمكن به حماية المنازل والكنائس والبواخر وغيرها من ضربة برق ، بأن نقيم فوق أعلي جزء من هذه المباني أو المركبات قضباناً من حديد ذوات أطراف حادة كالإبر ومطلية لمنع الصدأ ، ونربط بأسفلها سلكاً يصل خارج البناء إلى الأرض أو يهبط من أحد أبراج الباخرة ليصافح الماء .

وكان التطبيق . لقد اخترعت مانعة الصواعق .

تجربة... الكرة والجرسين

وصنع فرانكلين تصميمات لتجارب عديدة تستهدف اختبار شحنة السحب . وكان من ألفتها ذلك الزوج من الأجراس الذي وضعه في مكتبه . أوصل أحد الجرسين بسلك إلى الأرض والآخر بقضيب موضوع فوق السطح . علّق كرة بين الجرسين ، فإذا مرّت سحابة مشحونة بالكهرباء فوق المبنى الذي به المكتب ، تحركت الكرة ودقّ الجرسين ! .

وقد أوضحت دراسات فرانكلين الدقيقة أن السحب تحمل شحنات موجبة أو سالبة ، واستنتج من ذلك أن البرق يمر من الأرض إلى السحاب بقدر ما يمر من السحاب إلى الأرض ! .

ولم تتأيد صحة هذه النظرية إلا مؤخراً من خلال البحوث التي قام بها «شونلاند» ومساعدوه في جنوب أفريقيا .

تجربة.. الطائرة الورقية

لم ير فرانكلين ، مثلما كان يرى العامة ، في البرق ثورة غضب من الآلهة ، وإنما كان يعتقد مثل سابقيه من العلماء في طبيعة البرق الكهربائية .

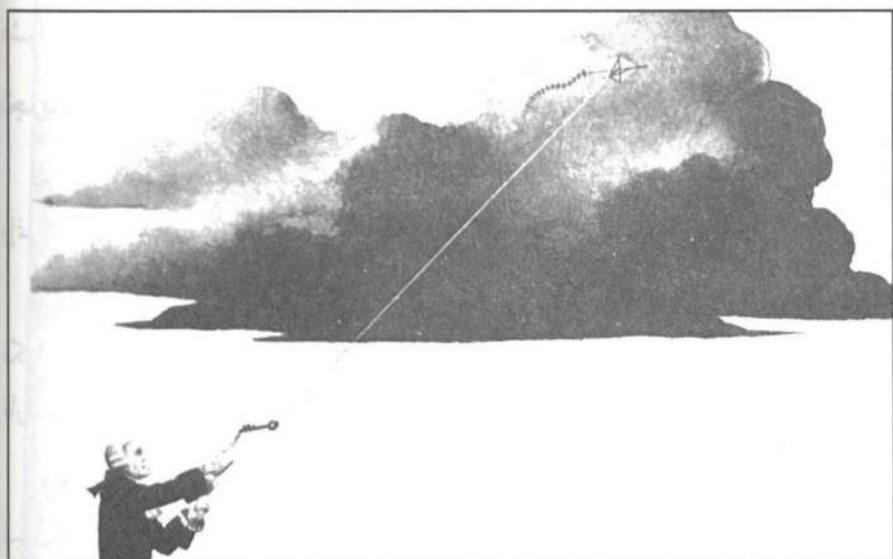
وبينما كان يقوم بتشغيل آلة يمكن بها توليد شرارة كهربائية ، خطرت له فكرة : ألا تشبه هذه الشرارات البرق . ربما توصلت إلى معرفة حقيقة البرق لو قارنت بين الاثنين .

وبعد مقارنات دقيقة قامت على الملاحظة والتجربة ، افترض فرانكلين أن البرق والشرارة الكهربائية ما هما إلا شيء واحد . وكان لابد من التحقق من صحة هذا الفرض بالاحتكام إلى التجربة .

فكر عالمنا : لو أن البرق كهرباء فعلاً ، إذن فلا بد أن تكون السحب مشحونة بالكهرباء ، ولأمكن سلب بعض هذه الكهرباء منها . وكان أول ما تبادر إلى ذهنه تشييد منارة كنيسة مرتفعة جداً تطاول السحب في علاها . ونبذ الفكرة . ثم رأى إمكانية الاستعانة بطائرة ورقية من تلك التي يلعب بها الأطفال ويلهون ، وذلك بأن يثبت مفتاحاً معدنياً بالطرف السفلي من السلك الذي يتصل بالطائرة الصغيرة ، حتى إذا ارتفعت الطائرة محمولة بالهواء ، ووصلت إلى السحب عند حدوث البرق والرعد وكانت السحب مشحونة حقيقة بالكهرباء ، فإنه يمكن الحصول على شرارة من المفتاح تأتي عبر السلك المتصل بالطائرة التي تقوم بسلب الكهرباء من السحابة في كبد السماء . وقد حدث فعلاً أن أثبتت التجربة صحة هذه الفكرة .

لقد حصل فرانكلين على الشرارة الكهربائية من المفتاح . وإذن فالبرق ما هو حقيقةً إلا شرارة كهربائية! . ويبين شكل رقم (١٥٤) فرانكلين وهو يجري تجربة طائرته الورقية .

ويقال إن أحد الهواة حاول إجراء نفس التجربة هذه ، بيد أنه صُعق! .



شكل رقم (١٥٤) : بنيامين فرانكلين يُجرى تجربة طائرته الورقية

سر... القارورة!

أُكسبت دراسات علمنا وتجاربه واختراعاته سمعة عالمية ذائعة ، بيد أن معاصريه من العلماء كانوا أشد إعجاباً به لشيء محدد : تحليله للمكثف الكهربائي .

في عام ١٧٤٠ اخترع «بيتر فان موسشنبريك»^(١) قارورة عجيبة عرفت بـ «قارورة ليدن» . وهي بمثابة مكثف كهربائي ، صفته الرئيسية أنه عبارة عن عازل ،

(١) بيتر فان موسشنبريك Pieter Van Musschenbroek (١٦٩٢ - ١٧٦١) : فيزيقي هولندي . تعلم في «ليدن» مسقط رأسه ، ثم تولى بعد ذلك كرسي الفيزيكا في جامعة ديزبيرج . اخترع موسشنبريك جهازاً لقياس درجات الحرارة العالية ، كما اخترع «قارورة ليدن» المستعملة في دراسة الكهرباء الساكنة .

كالهواء أو الزجاج أو الشمع أو الورق ، بين سطحين موصلين متصلين اتصالاً وثيقاً بالعازل . وكثيراً ما أصابت التجارب على القارورة العلماء بصدمات كهربائية شديدة كتلك التي تلقاها موسشنيبريك نفسه في إحدى تجاربه عليها : «لقد أصبت بشدة لدرجة أن كل جسمي قد اهتز كما لو كان قد صُعق واعتقدت أنني انتهيت . . . ولن أتلقى أبداً مثل هذه الصدمة حتى لو نلت في سبيل ذلك ملكُ فرنسا!» . هكذا قال موسشنيبريك ، مما جعل بريستلي ينتقده علناً ناعثاً إيَّاه «الأستاذ الجبان» ، ومذكره بـ «بوز» ذلك الشجاع الذي كان على استعداد لأن يموت بالصعقة الكهربائية طالما كان للعلم شهيداً! . كما أشار بريستلي إلى شخص يدعى «ريتشمان» كان قد مات في تجربة فرانكلين عند كشك للحراسة ، ومعلقاً على ذلك بقوله : «ليس من نصيب كل كهربائي أن يموت ميتة ريتشمان التي يحسد عليها !!» .



شكل رقم (١٥٥) : قارورة ليدن - وهي شكل بدائي للمكثف الذي استخدمه فرانكلين في تجاربه عن الكهرباء

كانت القارورة ، أو المكثف ، جهازاً رائعاً ، كان من الممكن الحصول منه على صدمات كهربائية أقوى وأشد . ومن الجلي أن الكهرباء كانت تتراكم فيه بشكل أو بآخر . وكان من الممكن ، لسبب غير معروف ونتيجة لتكوين القارورة الخاص ، أن تتراكم منها كمية من الكهرباء تفوق تلك التي يمكن أن تتراكم في أي شيء آخر يماثلها في الحجم (شكل رقم ١٥٥) .

جميع علماء الكهرباء في أوروبا يعجبون من أمر قارورة ليدن وعن سرها يتساءلون ؛ ولم لا؟ . . .

لقد أرضت القارورة شغف البلاط الفرنسي بالعلم وحبه للمظاهر ، وجعل

مائة وثمانين جندياً من جنود الحرس يقفزون في الهواء بدقة فاقت دقة جنود الحرس في القيام بأية مناورة! وأمسك سبعمائة من رهبان باريس أيدي بعضهم البعض ثم أفرغت شحنة القارورة فيهم فقفزوا في الهواء جميعاً بتوقيت دقيق فاق دقة أحسن راقصى الباليه . وتكونت فرق للعروض الكهربائية جالت في الديار تجمع الأموال .

يا له من سر غريب!

كان فرانكلين أستاذاً فذاً في فن إجراء التجارب . فقد أثبت أن شحنة الموصل الداخلي تكون دائماً عكس شحنة الموصل الخارجي . وأن الشحنتين متساويتان في الكمية ، أي أنه عند شحن القارورة يكتسب أحد الموصلين نفس كمية المادة الكهربائية التي يفقدها الآخر .

وأوضح عالمنا أن أهم شيء هو أن قوة القارورة وقدرتها على إعطاء الصدمة الكهربائية تكمن في الزجاج نفسه . كما أوضح أن الصدمة الكهربائية التي تعطيها القارورة ذات العازل الرفيع تكون أكبر من تلك التي تعطيها مثيلتها ذات العازل السميك .

فرانكلين... يكسر القاعدة!

هكذا كان لعالمنا القدر الأوفى والكعب الأعلى في علم الكهرباء . والواقع أن اهتمام فرانكلين بهذا العلم قد بدأ حوالي عام ١٧٤٤ ، وفيما بين عامي ١٧٤٧ و ١٧٥١ توصل إلى أهم كشوفه وبدأت تزدهر سمعته العالية .

وعلى عكس القاعدة العامة التي تقول إن أعظم الكشوف في علم الفيزيكا قام بها رجال في العقدين الثالث أو الرابع من حياتهم ، فإن فرانكلين قد بدأ حياته العلمية في سن الأربعين .

لقد كان قبل ذلك مشغولاً بكسب قوته مما لا يدع لأعماله العلمية وقتاً كافياً . ولما عمل في الشؤون المالية ، وكذلك في خدمة قضايا وطنه السياسية ، قرّر أن يولي العلم جل اهتمامه .

سجلت تجارب فرانكلين الفريدة ونظرياته الرائعة بدء عهد جديد في علم الكهرباء . كما أنها كانت بمثابة «الفاثحة» لبحوث ودراسات وعلوم جديدة . لقد كانت تجربته مثلاً عن قطعة الفلين التي تتأرجح بين موصلين ، تحمل في طياتها بذرة فكرة عظيمة لم يدركها فرانكلين نفسه . فالיום نعلم أن المكثف لا يفقد شحنته دفعةً واحدة ولكن في سلسلة متتالية من الذبذبات ، وهي حقيقة في غاية الأهمية بالنسبة لعلمي اللاسلكي والإلكترونيات الحديثين .

كذلك اكتشف فرانكلين ما يعرف اليوم بـ «تأثير فاراداي» ، وهو أن الشحنة التي على جسم أسطواني أو كروي فارغ تكون على سطحه الخارجي فقط . ولم يستطع فرانكلين تفسير هذه الظاهرة بدايةً ، ولكن جاءه الجواب فيما بعد . . «تنافر المادة الكهربائية ذاتياً ، وأن تناسق الموصل يؤدي إلى أن توزع المادة نفسها على السطح الخارجي» . ومن هذا التفسير توصل بريستلي ، صديق فرانكلين ، إلى أن قانون الفعل الكهربائي لا بد أن يتبع قانون التربيع العكسي ، تماماً مثل قانون الجاذبية .

ومع أن هذا الاستنتاج كان قد نُشر ، إلا أن أحداً لم ينتبه إليه وبقي مجهولاً لكي يعيد «تشارلس كولوم» اكتشافه بعد عشرات السنين ، ويطلق عليه اسم «قانون كولوم» .

وكانت هناك ميزة كبيرة لنظرية فرانكلين ، وهي سهولة إجراء القياسات . إذ ركزت الانتباه على كمية «المادة الكهربائية» أو الشحنة التي يكتسبها الجسم أو يفقدها . وقد بنى علماء الكهرباء الذين كانوا أول من أجرى قياسات الكمية الكهربائية ، من مثل فولتا^(١) وبنيت^(٢) وكانتون^(٣) وكافندش ، بنوا هذه القياسات

(١) انظر معالجتنا التفصيلية له في الجزء التالي مباشرةً من هذا الفصل .

(٢) أبراهام بنيت Abraham Bennet (١٧٥٠ - ١٧٩٩) : فيزيقي إنجليزي . اهتم تماماً بالتجارب الخاصة بالكهرباء . اخترع كشافاً كهربائياً ذا ورقة ذهبية ، كما نجح في عمل آلة حث كهربائي .

(٣) جون كانتون John Canton (١٧١٨ - ١٧٧٢) : فيزيقي إنجليزي . درس كانتون المغناطيسية والكهرباء الساكنة ، وكان أول من شرح تكهرب الهواء وأول من حقق فرضية فرانكلين حول ظاهرة البرق .

على نظرية فرانكلين عن المادة المشتركة وعلى قانون عدم فناء الشحنة المستمدة من تلك النظرية .

العلم للعلم...والعلم للحياة

كثيراً ما يقال إن فرانكلين كان في معالجته للعلم لايهتم أساساً ، وإن لم يكن كليةً ، إلاً بالاستفادة من تطبيقاته . والحق أن اختراعات فرانكلين كانت من نوعين : أحدهما لمجرد الاستخدام ، مثل اختراعه «النظارات» ذات البورتين واختراعه جهازاً لإحضار الكتب من الأرفف بغير الوقوف فوق أحد الكراسي ، واختراعه مدافئ متطورة ، وتحسينه إنارة الشوارع . والآخر تطبيق لما توصل إليه من أفكار نظرية . فهو عندما كشف أثر الموصلات المدببة المتصلة بالأرض طبق هذا الكشف في اختراع مانعة الصواعق ، ولكنه لم يكشف هذه الحقائق أصلاً لكي يخترع ذلك الاختراع .

ولو كان فرانكلين قد اقتصر على معالجة العلم بشكل نفعي فقط ، لكان من المشكوك فيه أن يدرس موضوع الكهرباء على الإطلاق ، لأنه لم يكن للكهرباء في القرن الثامن عشر سوى تطبيق عملي واحد وهو استخدام الصدمات الكهربائية في علاج الشلل .

لقد درس فرانكلين الطبيعة رغبةً منه في استجلاء أسرارها . ولكن لماذا اختار علم الكهرباء الساكنة لكي يكون محل دراساته الدقيقة ؟ . لأن المصادفة جلبت له الأجهزة التي يمكن بواسطتها دراسة هذا الموضوع ، ولأنه سرعان ما أدرك أن هذه الدراسات تتفق وميوله واهتماماته وتتمشى وقدراته واستعداداته .

ونعم...التواضع

جاء في نهاية إحدى رسائل فرانكلين لأحد أصدقائه العبارة التالية المليئة بالتواضع الذي يجدر بالباحثين أن يتحلوا به : «إن كثيراً من هذه الأفكار يا صديقي فجأة ومتسرعة . ولو كنت طموحاً لاكتساب الشهرة في الفلسفة الطبيعية لكنت قد احتفظت بها لنفسي أصححها بمرور الزمن ، وأمحسها بإجراء

المزيد من التجارب . ولكن لما كانت الإشارات العابرة وحتى التجارب الناقصة في أي فرع جديد من فروع العلم تؤدي عند تناقلها إلى نتائج طيبة تترتب عليها وذلك بإثارة شغف النابهين إليها ، فيمكنك إطلاع من تحب على هذه الرسالة . إنني أفضل أن تثري المعرفة على أن يصبح صديقك فيلسوفاً مشهوراً .

بين فرانكلين.. ونيوتن

في الوقت الذي قام فيه عالمنا بأبحاثه ، كان العلم واقعاً تحت تأثير نيوتن ، الذي أوضحت تعاليمه ونظرياته أن حركة العالم يمكن تفسيرها على أسس رياضية . وقد أقنع نيوتن كل الناس تقريباً بأن الرياضيات هي الحل الوحيد والمفتاح السحري لفهم الطبيعة . غير أن كثيراً من الناس كانوا ينسون أن تطبيق التحليل الرياضي على حركة الأجرام السماوية وفوق الأرض ميسورٌ ؛ لأن الحقائق قد جمعت وصنفت وأصبحت في حالة يمكن لعبقريّة نيوتن الفذة أن تصنع منها أعظم تخليقات العصر العلمي الحديث .

أما بالنسبة للضوء ، فإن نيوتن لم يصنع به ما صنعه بالميكانيكا ، كما لم يستطع أن يصوغ كشوفه الكمية أو النوعية في صورة قوانين رياضية عامة . حقاً كان نيوتن أحد الجهابذة في علم الضوء والذين وقف على أكتافهم من أتوا بعدهم ، ولكنه على العكس من كتاب «المبادئ» الذي كان شعاره «أنا لا أفترض» ، فإن كتابه «البصريّات» يعج بـ «التساؤلات» التي تشبه تخمينات فرانكلين عن الظواهر الكهربائية . ففي عصر فرانكلين لم تكن حالة علم الكهرباء تسمح بوضع تفسير رياضي شامل ، تماماً كما كانت حالة علم الضوء في عصر نيوتن ، إذ كان العلم في حاجة إلى جهابذة يقومون بالكشف عن حقائق الشحنة والتوصيل والعزل وغيرها ، جهابذة يصنعون نظرية قابلة لتفسير كل هذه الظواهر .

وقد مهد نجاح فرانكلين الطريق بالفعل أمام نظريات القرن التاسع عشر الرياضية .

ولكن الأهم ، أن تمكنه من فن إجراء التجارب وتفسيراته الناجحة المتناسكة التي عبّر عنها في عبارات فيزيقية سليمة ، والحقائق الكثيرة الجديدة التي كشف عنها ، قد أعطت علم التجربة شرفاً جديداً في أعين معاصريه في القرن الثامن عشر .

كذلك وضع كل من نيوتن وفرانكلين ، كما تقدم ، مؤلفاً خالداً هو «المبادئ للأول و«الكهرباء»^(١) للثاني . وأيضاً كان لكلٍ منهما فلسفته التي تعبر في ذاتها عن نظام معين .

لكل ما تقدم آمن معاصرو فرانكلين به باعتباره «نيوتن» الجديد أو «نيوتن عصره» . وكان هذا هو أول «عمل» عظيم تقدمه أمريكا للعلم : أول علمائها .. بنيامين فرانكلين .

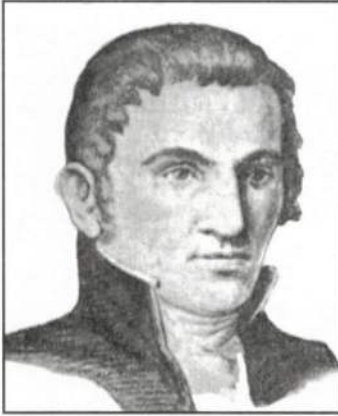
(١) العنوان الكامل لكتاب فرانكلين - الذي نشره عام ١٧٥١ - هو «تجارب ومشاهدات في الكهرباء أجريت في فيلادلفيا بأمريكا» . (المحكم) .

(٧١)

الكونت أليساندرو فولتا Count Alessandro Volta

واضع نظرية التيار الكهربائي

١٧٤٥ - ١٨٢٧



شكل رقم (١٥٦) : اليساندرو فولتا: صورتان مختلفتان

ألم تتذوق
الكهرباء قط؟! .
غطيت طرف
لساني بقطعة
من القصدير
ولست أسفل
اللسان بقعر
ملعقة فضية ثم
لامست يد
الملعقة

بالقصدير ، وتوقعت اختلاج لساني ولكن بدلاً من ذلك أحسست بطعم حمضي لاذع .. هكذا شرح أليساندرو فولتا (شكل رقم ١٥٦) أستاذ الفيزيكا بجامعة «بافيا» بإيطاليا تجربته التاريخية ...

كهرباء... من ضفدعة!

ولد أليساندرو في ١٨ فبراير عام ١٧٤٥ بمدينة «كومو» بإيطاليا في أسرة غير ثرية ، ولكن الطفل الذكي استطاع أن يتلقى تعليمه بواسطة بعض أقاربه الذين لهم تأثير في الكنيسة . وعندما انتهى من دراسته الجامعية وعمره سبع عشرة سنة عُيِّن مدرساً بالمدرسة العليا بكومو ، وظل هناك حتى عام ١٧٧٩ ، وكان في

الرابعة والثلاثين عندما عُيِّن بجامعة «بافيا» ليؤسِّس بها قسماً للفيزيكا،
وليُجري من خلاله بحوثه .

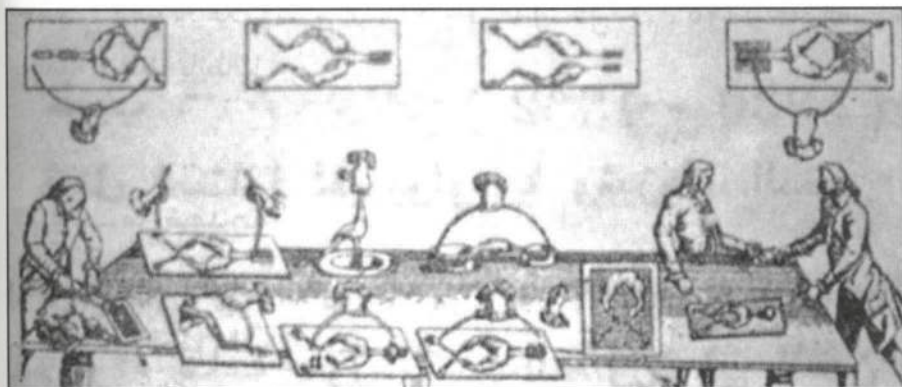


شكل رقم (١٥٧) : لويجي جلفاني

وفي عام ١٧٧٩ . كان لويجي جلفاني
(شكل رقم ١٥٧) أستاذ علم الأحياء بجامعة
بولونيا يقوم بدراسة على ضفادع مشرَّحة في
معمل الجامعة . وحدث أن علَّق ضفدعة من
عمودها الفقري بواسطة خطاف نحاسي حاد ،
وجعل أحد مساعديه يلمس رجل الضفدعة
بمشرط حديدي ، وعندما لمست نهاية المشرط
الحديدي الأخرى الخطاف النحاسي
اختلفت عضلة الضفدعة بعنف . حاول

جلفاني ثانيةً ، فارتجفت العضلة للمرة الثانية ، وهكذا ظل الارتجاف طالما
توافرت شروطه .

أحسَّ جلفاني بأن اختلاج عضلة الضفدعة وارتجافها إنما كانا نتيجة الكهرباء
التي تولِّدت في الحيوان نفسه ، ونشر ما أحسَّ به . قرأ فولتا التجربة وشك في
ذلك ، ولكن عندما حاول إجرائها بنفسه قال : «فعلت الأعاجيب حقاً ،

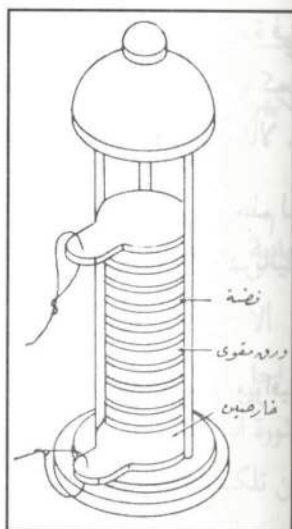
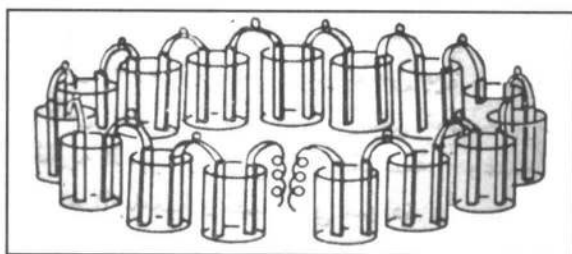


شكل رقم (١٥٨) : تجارب جلفاني على الضفادع (رسم جلفاني)

وتحولت من الشك إلى اليقين» . ويبين شكل رقم (١٥٨) تجارب جلفاني على الضفادع من رسم له .

اختراع العمود الكهربائي

لم يقتنع فولتا بأن ما حدث كان بمثابة كهرباء حيوانية ، وتابع دراسته حتى اخترع ما يسمى «عمود فولتا» في عام ١٨٠٠ . فقد تناول أقراصاً من زنك وفضة نظيفة وجافة وأقراصاً من كربون مبلول في ماء مملح ورتبها في عمود ، بحيث وضع قرصاً من فضة ثم آخر من كربون ثم ثالثاً من زنك ثم فضة وكربوناً وزنكاً وهكذا . وعند نهاية العمود أمكنه الحصول على تيار كهربائي مستمر ، وبذلك يكون فولتا أول من صنع خلية كهربائية هي النموذج الأولي للبطارية الجافة . انظر شكل رقم (١٥٩) وشكل رقم (١٦٠) . كما أنه أول من حصل على مصدر مستمر للكهرباء لأول مرة في التاريخ ، عندما وضع القصدير والمعلقة الفضية في فمه مكوناً خلية كهربائية ، وكان الكشف فتحاً مبيناً في بحوث الكهرباء



شكل رقم (١٦٠) : أول بطارية: كانت الخطوة التالية بعد عمود فولتا هي توصيل عدد من الخلايا معاً، والاساس واحد كما في بطاريات السيارات الحديثة، حيث تحدث تفاعلات كيميائية بين لوحين معدنيين بينهما سائل مُحلّل للكهرباء

شكل رقم (١٥٩): عمود فولتا



والكيمياء . فقد استطاع العلماء في فترة وجيزة أن يحللوا ، مستعينين بأعمدة فولتا ، الماء إلى هيدروجين وأكسجين ، كما اكتشف ديثي الصوديوم والبوتاسيوم ، وحثَّ الكهرباء والمغناطيسية الخطي وأسرت .

إنه عمود فولتا الذي أوقف الإنسان على عتبة عصر جديد ، عصر الكهرباء . ويبين شكل رقم (١٦١) مكهارة (إلكتروميتر) ذو مواسع استخدمه فولتا في تجاربه .

الفولت.. أعظم تكريم!

شكل رقم (١٦١) : مكهارة (إلكتروميتر) ذو مواسع استخدمه فولتا في تجاربه

حصل عالمنا على تشريفات وتشريفات جزاء اختراعه العظيم . فقد دعاه نابليون ليحاضر بمعهد

باريس ، وطبعت مدلاة ذهبية تكريماً له ، وعندما نوى اعتزال وظيفته في الجامعة بسبب السن طلب منه وألحَّ أن يظل في وظيفته لإلقاء محاضرة واحدة في السنة مع احتفاظه بمرتبه كاملاً! ، وكان انتخابه عضواً بمجلس الشيوخ ، كما عينه إمبراطور النمسا عميداً لكلية الفلسفة ببادوا ، وأقيم له بمدينته كومو تمثلاً .

وهكذا نال فولتا تقديراً كبيراً في صور متعددة ، غير أن التكريم الأعظم له كان إطلاق «الفولت» - المشتق من اسمه - على وحدة القوة الدافعة الكهربائية في عام ١٨٩٣ ، من قبل مؤتمر علماء الكهرباء .

وها هو في الرابعة والسبعين ، يتقاعد ، ويعود إلى مسقط رأسه كومو ، ويوفيه الأجل المحتوم في عام ١٨٢٧ .

(٧٢)

أندريه ماري أمبير André Marie Ampère

مؤسس علم المغناطيسية الكهربائية

١٨٣٦ - ١٧٧٥



اطرق باب
أي شقة ،
مستأنساً بأهلها
ومسلماً ، فماذا
أول ما يقابلك
على لوحة
علقت
بالحائط . إنك
تجد عداد

شكل رقم (١٦٢) : أندريه ماري أمبير : صورتان مختلفتان

الكهرباء وقد نقش عليه اسم عالمنا ، اسم أمبير (شكل رقم ١٦٢) .

نهاية.. قبل البداية!

ألا ما أشد قسوة الإنسان على أخيه الإنسان! . وكانت هذه القسوة في مراحل كثيرة عبر التاريخ أمراً يصعب تصديقه ، وما حكم الإرهاب الذي أعقب الثورة الفرنسية سوى مرحلة من تلك المراحل . حتى سخرت لجنة الأمن العام من تلك العبارة الثورية الشهيرة «الحرية . الإخاء . المساواة» ، وقطعت المقصلة رؤوس آلاف الناس لأدنى شبهة ولأتفه الأسباب .

وكان أندريه صغيراً رقيقاً لا يرغب مثل كثيرين في مشاهدة مثل تلك المناظر

البشعة ، ولكن ما قدّر يكون . فقد أُجبر وهو في الثامنة عشرة على مشاهدة إعدام أحب الناس إليه . . إعدام أبيه ! .

كان الوقع عليه أليماً ورد الفعل أشد إيلاماً . مرض أندريه نفسياً وعقلياً ، وطوال عام كامل ظل هائماً محزوناً ، وكاد العالم أن يفقد عالماً فذاً قبل أن تكون بدايته .

الصدمة الثانية

ولد أندريه في ٢٢ يناير عام ١٧٧٥ لأحد تجار القنب بضواحي ليون في فرنسا ، وكان والده مثقفاً أديباً ، فقد بدأ يُطلعه منذ حداثته على المآثر اللاتينية واليونانية . ولكنه كان واضحاً أن الغلام سيصبح عالماً رياضياً . حيث كان الصغير ، وهو لم يتعلم قراءة بعد أو كتابة ، يستطيع أن يحل مسائل حسابية مستعينة بالحصى . وقد أتقن اللاتينية وهو في الحادية عشرة ، كما كان على علم بحساب التفاضل والتكامل .

وبعد أن ارتدّ إليه رشده من الصدمة التي لقيها بمصرع والده ، وجد أنه ينبغي عليه كسب قوته . ما العمل وقد بددت الثروة ثروة الأسرة عن كاملها؟ لابد من إعطاء دروس خصوصية في الرياضيات وفي اللغة إلى جانب مواصلته دراسته .

وكثر عليه المشاغل ، غير أنها لم تكن لدرجة تلهيه عن الوقوع في غرام فاتنة ، «جولي كارون» فتزوجها . ومرّ على الزواج عام ، من أحلى الأعوام ، ولما كان العام التالي ، عام ١٨٠٠ ، رزق الزوجان السعيدان «جون جاك أمبير» . وقد قدّر لهذا الابن ، الذي لاحت عليه أمارات الذكاء منذ باكورته ، أن يصبح كاتباً ومؤرخاً من طراز رفيع ، فضلاً عن عضويته بالأكاديمية الفرنسية .

ولكن سعادة أندريه الأب أبت أن تدوم ، حيث كانت الصدمة الثانية : ماتت زوجته بعد سنين خمس من الزواج .

ما العمل ثانية؟ لم يكن الطريق إلى هروبه من هذه الصدمة الجديدة سوى الانغماس كليةً في العمل العلمي .

ألعاب... الحظ!

لفت أمبير نظر الأوساط العلمية بمقاله عن «النظرية الرياضية لألعاب الحظ» Games of Chance ، حالاً يبحثه هذا مشكلةً طالما أعيت كبار الرياضيين .

وكان الإعجاب ، اثنان من كبار الرياضيين الفرنسيين هما «جون ديلامار» و«جوزيف لالاند» ، أعجبا بمقدرة الشاب الصغير ، ومن ثم أوصيا بتعيينه مدرساً للرياضيات والفلك بمدرسة ليون الثانوية . وبقي بها عامين انتقل بعدهما إلى باريس في عام ١٨٠٥ ليتعين بمعهد العلوم التطبيقية . وفي عام ١٨٠٩ أُنتخب أستاذاً لكرسي الرياضيات والميكانيكا بهذا المعهد .

وتقاطرت بحوثه : في التفاضل والتكامل ، وفي الكيمياء ، وفي البصريات ، وفي علم الحيوان . وكانت محصلة هذه البحوث كفيلة بانتخابه عضواً بجمعية الفنون والعلوم .

المغناطيسية.. بغير مغناطيسيات!

في عام ١٨١٩ نشر العالم الدانماركي أورستد^(١) مقالاً عن تجربة أجراها شرح فيه كيفية انحراف إبرة مغناطيسية بجوار سلك كهربائي . لقد كان (شكل رقم ١٦٣) كشفاً عظيماً . فهاهو يوجد ، بطريقةٍ ما ، العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية!

وجاء دور عالمنا ليجري تجربته التالية : وضع أمبير موصلين (قضيبين من المعدن) بمحاذاة أحدهما للآخر . علّق أحد الموصلين من طرفيه المديبين وجعله

(١) هانز كريستيان أورستد Hans Christain Oersted (١٧٧٧-١٨٥١) : فيزيقي وكيميائي دانماركي . تعلم أورستد الطب في كوبنهاجن ثم عمل أستاذاً للفيزيقيا في جامعتها . يعتبر أورستد «أبا الكهرومغناطيسية» حيث اكتشف مبادئها الرئيسية المتمثلة في انحراف الإبرة المغناطيسية في مجال كهربائي وباتجاه عمودي على اتجاه التيار . وكان أول من حضّر عنصر الألمنيوم . وتسمى وحدة القوة المغنطة «الأورستد» وذلك بالنظام الستيميتز/جرام/ثانية ، نسبةً لاسمه .



شكل رقم
: (١٦٣)
هانز
كريستيان
أورستد:
صورتان
مختلفتان



تام التوازن حتى يمكنه أن يتحرك بسهولة ، أما الآخر فثبته في مكانه . فلما أوصل كلاً من الموصلين بعمود فولتا وجد أن الموصل المتحرك كان يتجه قريباً من الموصل الثابت وبعداً عنه ، تبعاً لاتجاه سريان التيار فيهما . كان الموصلان يتجاذبان عندما كان التياران في اتجاه واحد ويتنافران عندما يتعارض اتجاه التيارين .

وكانت الحقيقة المدهشة . لقد أنجز أمبير بتجربته هذه إنجازاً فذاً . يمكن الحصول على المغناطيسية بغير مغناطيسات! ولكن بالكهرباء وحدها ! لقد كان المكان الذي يحيط بالتيار الكهربائي شبيهاً بمجال القوة الذي يحيط بالمغناطيس .

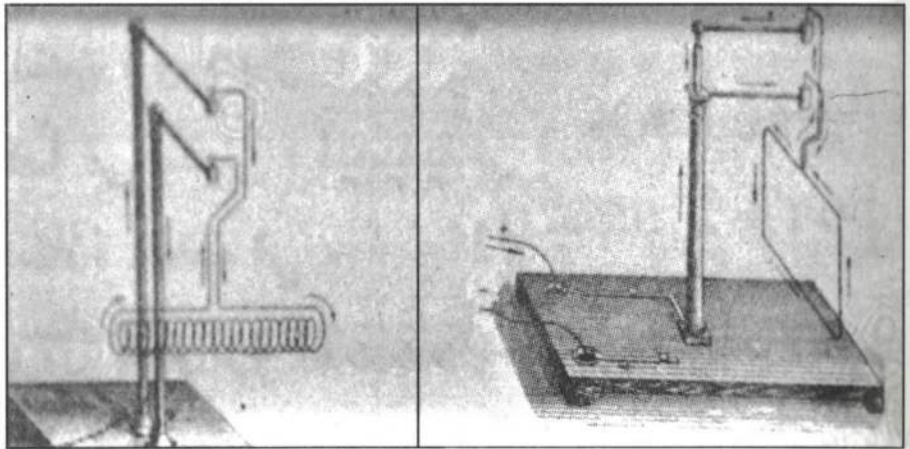
والحق أن تجربة أورستد كانت قد مهّدت الطريق تماماً أمام كشف أمبير ، حتى لقد لاح لأمبير نفسه أن أورستد كان بمقدوره أن يتوصل إليه بنفسه . وقد بين أمبير السبب الذي من أجله فأت أورستد الفكرة بقوله : «إن قضيباً من الحديد المطاوع يؤثر هو الآخر في إبرة مغناطيسية بالرغم من أنه لا يوجد تأثير متبادل بين قضيبين من الحديد المطاوع» .

الأمبير... يدخل كل بيت!

نشر أمبير بحثه الشهير عن المغناطيسية والكهربائية في عام ١٨٢٣ . وقد أدخل في هذا العمل الفذ إضافة إلى التجربة المشار إليها تفسيراً للمغناطيسية

الموجودة في مغناطيس دائم باعتبارها ناتجة عن الكهرباء الجسيمية . وإذا كانت النظرية الذرية الحديثة تقول : تتكون الذرة من نواة تدور حولها إلكترونات تكون تياراً كهربائياً ، فإن أمبير لم يبعد في تفسيره كثيراً عن الحقيقة . وبين شكل رقم (١٦٤) واحدة من تجارب أمبير على التيار الكهربائي مستخدماً فيها ما يمكن تسميته «الملف اللولبي» .

حقاً لقد كان أمبير واحداً من زمرة الخالدين ، فهو يعتبر مؤسس علم الكهرباء الديناميكية . وربما تذهب عظمة عمله هذا يوماً في طيات الماضي ، نتيجة ضغط الحديد على القديم والأجد على الجديد ، ولكن العالم لن ينساه ، وكيف ينساه وباسمه «الأمبير» ، المساوي لشحنة كهربائية مقدارها كولوم واحد لمدة ثانية واحدة ، تُقدَّر وحدة قياس التيار الكهربائي الذي تعمل به الأجهزة الكهربائية الموجودة في كل بيت؟! .



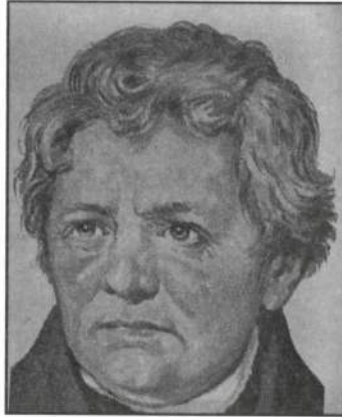
شكل رقم (١٦٤) : واحدة من تجارب أمبير على التيار الكهربائي ، استخدم فيها «الملف اللولبي»

(٧٣)

جورج سيمون أوم Gerog Simon Ohm

أبو الكهرباء التيارية

١٨٥٤ - ١٧٨٧



من درس
الفيزيكا ولم
يعرف قانوناً
يربط بين
متغيرات ثلاثة
هي: فرق
الجهد،
والمقاومة،
وشدة التيار .
إن الذي يربط

شكل رقم (١٦٥) : جورج سيمون أوم : صورتان مختلفتان

بينها ولا شك هو قانون علمنا ، قانون أوم شكل رقم (١٦٥) . . .

لا، لن أكون.. صانعاً للأقفال!

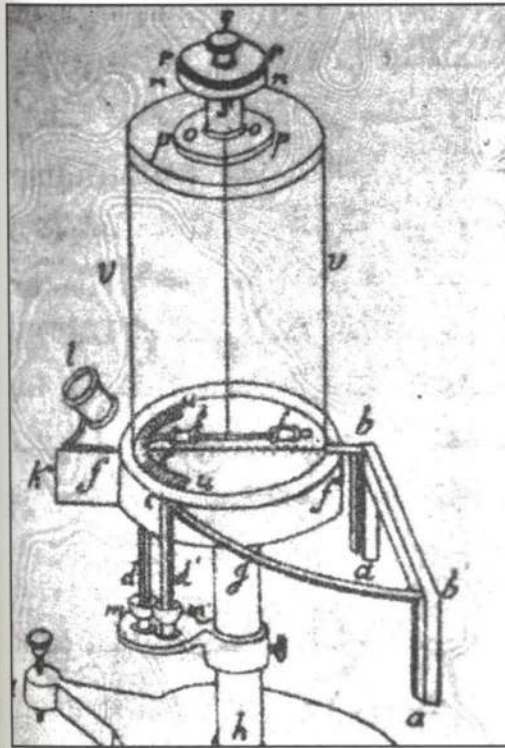
ولد جورج سيمون أوم في بافاريا بالجنوب الشرقي لألمانيا في ١٦ مارس عام ١٧٨٧ . وكان والده من صُنَّاع الأقفال والأسلحة كما كان أجداده . غير أن الوالد أوقف هذا التتابع وتمرد عليه عندما وجَّه ولديه جورج ومارتن لدراسة الرياضيات ولم يورثهما المهارات الميكانيكية للأسلاف . وأصبح الشقيقان مدرسين للرياضيات بعد تخرجهما في الجامعة المحلية .

أصبح جورج ، وهو في الثامنة عشرة ، مدرسا بمدينة «جوتستاد» بولاية برن السويسرية ، وقد هال مشرف المدرسة الذي استأجره ، من غير أن يراه ، منظر ذلك المدرس الصغير النحيل ، إلا أنه سرعان ما اعترف بكفاية الشاب وقدراته .

وقد تابع جورج دراسته ، وحصل في عام ١٨١١ على الدكتوراه في الرياضيات . وأراد أن يلتحق بالجيش المعارض لنابليون ، غير أن توسلات والده بأن يعرض عن هذا تغلبت واستمر في عمله مدرساً للرياضيات .

قانون أوم

وما إن حل عام ١٨٢٧ حتى استقال جورج من وظيفته كأستاذ للرياضيات بمعهد اليسوعيين الجزويت بكولونيا ، وكان إذ ذاك في الأربعين من عمره .



كان قد نشر منذ زمن وجيز بحثاً أسماه «التقديرات الحسابية للتيارات الكهربائية» . وبدلاً من الاستحسان الذي كان يتوقعه كان الإعراض والفتور ، فتنحى عن عمله غضبان أسفا .

إن البحث كان إضافة جديدة إلى العلم بكل المقاييس ، ففيه اكتشف ما يعرف الآن بـ «قانون أوم» $ح = ت \times م$ أي أن فرق الجهد = شدة التيار $\times$ المقاومة .

وبين شكل رقم (١٦٦) أحد الأجهزة التي أجرى عليها أوم تجاربه برسم أوم نفسه .

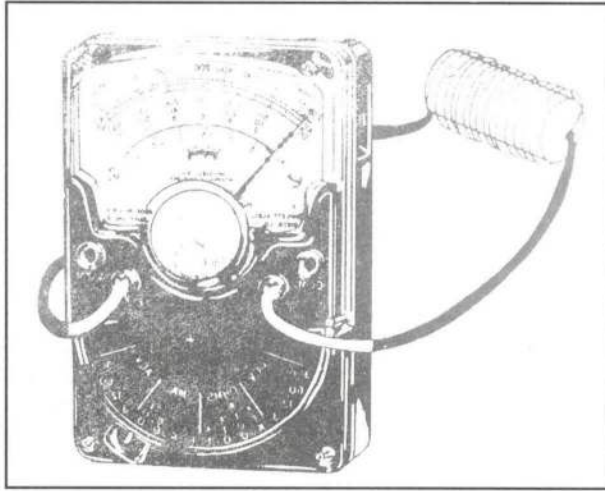
شكل رقم (١٦٦) : أحد الأجهزة التي كان يُجرى بها أوم تجاربه

وقد وجد أوم بعد استقالته من وظيفته أنه يصعب عليه أن يكسب قوته من العمل الحر فعاد إلى التدريس ورجع . ما أحلى الرجوع إليه ! .

تكريماً... في الوقت الضائع!

في الوقت الذي لم ينل فيه علمنا استحساناً كبيراً في ألمانيا ، كانت بريطانيا قد اعترفت به ومنحته في عام ١٨٤١ مدالة «كوبلي» من الجمعية الملكية بلندن .

وبعد وفاة أوم بميونخ بألمانيا في عام ١٨٥٤ وهو في السابعة والستين ، تقرر في اجتماع المؤتمر العالمي لمهندسي الكهرباء في عام ١٨٨١ تسمية وحدة المقاومة الكهربائية بـ «الأوم» تخليداً لاسمه . وكان هذا له أعظم تكريم ، وإن كان بعد فوات الأوان ! . ويبين شكل رقم (١٦٧) مقياس أوم ، وهو بمثابة جهاز حديث لقياس المقاومة .



شكل رقم (١٦٧) : مقياس
أوم (جهاز حديث لقياس
المقاومة)

ومما هو جدير بالذكر أن تكون الوحدات الكبرى للكهربية ، الأمبير والفولت والأوم ، قد سُمِّيت على أسماء ثلاثي عالمي : فرنسي ، وإيطالي ، وألماني . وكان أوم هو الذي ربط بين الوحدات الثلاث : فولت = أمبير × أوم ، أو إن شئت ربط بين الدول الثلاث : إيطاليا = فرنسا × ألمانيا ! .

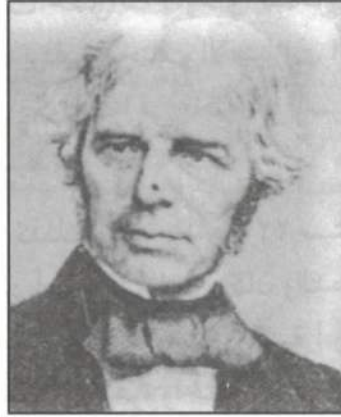
(٧٤)

ميشيل فاراداي

Michael Faraday

أبو الفيزيكا التجريبية

١٧٩١ - ١٨٦٧



يشتهر
فاراداي (شكل
رقم ١٦٨) ،
بأنه صاحب
التجارب التي
أدت إلى كشف
كهرباء الحث ،
ويتجاهل
التاريخ أنه كان

شكل رقم (١٦٨) : ميشيل فاراداي: صورتان مختلفتان

أيضاً أحد عظماء مؤسسي الفيزيكا الحديثة ، بل هو أبو الفيزيكا التجريبية .

ويقيناً يمكننا القول بأنه الرجل الذي بدأ الثورة التي حطمت حكم نيوتن الطويل والتي أعادت بناء الفيزيكا على أسس نظرية جديدة . ذلك لأن فاراداي كان العالم الأول الذي اقترح فكرة المجال ، وهو المفهوم الذي أصبح فيما بعد الركن الأساسي في نظرية جيمس كليرك ماكسويل الكهرومغناطيسية ، والنظرية العامة لألبرت آينشتاين عن النسبية^(١) ، وتقدم القرن العشرين نحو سبر أغوار حقائق الطبيعة .

(١) راجع ماكتبنا عن كلٍ من النظريتين والرجلين تفصيلاً في الفصل الثالث .

ابن الحداد .. يصبح عالماً!

كان ميشيل فاراداي قد وصل في عام ١٨٥٧ إلى ما يعتبر قمة الانتصارات الدنيوية . فقد عرض عليه الأستاذ «تيندال» رئاسة الجمعية الملكية ، ولكن فاراداي - ألمع علماء عصره - رفض هذا الشرف قائلاً كلمة تقطر تواضعاً : «يجب أن أظل ، ياتيندال ، ميشيل فاراداي البسيط» .

بتلك الكلمات المتواضعات لخص لنا فاراداي بشكل واضح أهم ملامح شخصيته غير العادية . فقد كان يرفض مختلف الامتيازات الأكاديمية والمكافآت المادية طوال حياته ، وذلك حتى يكون حراً في بحثه عن أسرار الطبيعة الغامضة وهو ما زال «ميشيل فاراداي البسيط» .

وكان منبته في الواقع بسيطاً كذلك ، فقد ولد في ٢٢ سبتمبر عام ١٧٩١ في بلدة «نيونجستن» بيوركشير من أصل متواضع . كان والده حدّاداً ، وشقيقه سبّاكاً . وأعمامه بدّالين وإسكافيين وفلاحين وكتبة ! ولكن شجرة العائلة هذه الأقل من العادية قد أنتجت لنا زهرة واحدة فائقة الروعة : «ميشيل فاراداي» .

جاء في مذكرات فاراداي : «كان تعليمي عادياً جداً ، لا يتعدى الإلمام بالقراءة والكتابة والحساب في إحدى المدارس الصباحية العامة . وكنت أقضي وقتي خارج المدرسة إما في المنزل أو في الشارع» .

الألغ...!

لم تظهر على فاراداي الطفل أي بشائر تنبئ عن مستقبل نبوغه . فكان - كما قال هو عن نفسه - تلميذاً عادياً في مدرسة عادية ، وكان يمضي ساعات فراغه من المدرسة إما في المنزل أو في الشارع وهو يلعب «البلي» أو يعتني بأخته الطفلة أو متفرجاً على غروب الشمس !

وانتهت دراسته النظامية نهاية سريعة غير متوقعة بسبب عيبٍ لديه في

النطق ، إذ كان ألتغاً لا يستطيع نطق حرف «الراء» ، ومن ثم كان ينطق اسم أخيه الأكبر «ووبرت» بدلاً من «روبرت» . وكانت مدرّسته ، وهي عانس ، جافة العواطف ، تحاول أن تخلّصه من ذلك العيب عن طريق التندير والسخرية . وعندما وجدت آخر الأمر أن السخرية لا تفيد عزمت على اللجوء إلى الضرب واللطم ، فنادت روبرت إلى المنصة ، وكان تلميذاً مع أخيه ميشيل في نفس الفصل ، وأعطته بنساً وأمرته أن يشتري عصاً ، وقالت : «إني سأستعملها في إعطاء ميشيل علكة على رؤوس الأشهاد!» .

ولكن روبرت كان ينظر إلى الموضوع من زاوية أخرى ، ومن ثم فقد قذف بقطعة النقود في الطريق وجرى إلى منزله ليبلغ والدته عن قسوة معلمته . ولما كانت الأم ترى أن صحة ابنيها أهم من تعليمهما فقد قامت بسحبهما من المدرسة .

منتهى..الفقر!

بعد انتزاع الأخوين روبرت وميشيل من دراستهما ، كان والدهما قد ضاق به شظف العيش في قريته ، فعزم على الانتقال بعائلته إلى لندن ، مدينة السحر والمعجزات ، التي ترصف شوارعها بالذهب ! وسافر آل فاراداي إلى لندن ، واتخذوا لهم من فوق إسطنبول عربات في ميدان مانشستر مسكناً! .

يا ترى هل يغير مقر أسرة فاراداي الجديد من حظها؟ كلا ، إذ كان عليها - حتى في لندن - أن تتغذى بقشور الخبز اليابسة المدهونة بالأمل الزائف! . وكانت جراية ميشيل نفسه رغيماً واحداً في الأسبوع! وحتى هذا الرغيف كان يحصل عليه من إعانة الفقراء التي تدفعها لأسرته الحكومة ، وقد سمحت له والدته بأن يوزعه كما يريد على أيام الأسبوع ، ويا له من تدريب رائع حقاً لعالم من أشهر علماء المستقبل! .

وعندما كان ميشيل يستلم رغيفه في يوم الاثنين من كل أسبوع كان يقسمه بعناية إلى أربعة عشر قسماً ، أي قسمين لكل يوم ، أحدهما للإفطار والآخر

للعشاء! ونتيجة لتلك «السياسة» الدقيقة لم يكن يشعر في يوم من الأيام بأنه جائع تماماً، وكذلك لم يشعر بأنه ممتلئ تماماً.

أعظم اكتشافاته... ميشيل فاراداي!

ولما بلغ ميشيل الثالثة عشرة رأى والداه ضرورة أن يعمل ليساعدهما. ولكن أي عمل يمكن أن يعمل؟ عمل بسيط، مجرد صبي للطلبات الصغيرة عند بائع كتب يدعى «جورج ريبو». ويذكر زبائن مستر ريبو أن ميشيل كان غلاماً ذا عينين لامعتين، فوق رأسه خصلة من الشعر البني. ويذكرون ذلك الرأس الذي كان مدفوعاً للأمام لإلقاء الأسئلة. وقد تسببت هذه الدفعة لرأسه المتطلعة إلى الأمام في إسالة الدماء من أنفه ذات مرة عندما انفتح أحد الأبواب فجأة واصطدم بوجهه.

وكان زبائن مستر ريبو مسرورين على كل حال من خدمات ميشيل، وكان ريبو نفسه منه مسروراً، لذا رقاها بعد نهاية السنة وجعله يتلقى «تلمذة مجانية» في تجليد الكتب في مؤسسته.

كان العمل الجديد بمثابة هدية لميشيل من السماء ثمينة، فقد أتاح له فرصة قراءة كل الكتب التي كانت تحيى للتجليد في ورشة ريبو. وقد دفعته هذه القراءة إلى أن يجري بعض التجارب الكيميائية البسيطة التي كانت نفقاتها لا تتجاوز بضع بنسات كل أسبوع، ثم صنع بعد ذلك آلة كهربائية استخدم في صنعها أولاً زجاجة أدوية، ثم استبدلها بأسطوانة حقيقية.

وبينما هو يسير في أحد الشوارع لمح فوق لوحة إعلانات إعلاناً عن سلسلة من المحاضرات في الفلسفة الطبيعية، وفوراً تأقت نفسه لحضورها، ولكن أنى له الوقت والمال اللذان يمكنه من ذلك؟ لقد كان الحظ إلى جانبه عندما تقدم كل من أخيه ومخدومه إلى مساعدته، مخدومه بالوقت وأخوه بالمال.

وهكذا تذوق رشفة أخرى من رحيق العلم، وتقدم خطوة جديدة للأمام في طريق حرفته المستقبلية. ولكن ميشيل نفسه لم يكن حتى ذلك الوقت مدرّكاً

لما قدّر له من أنه سيصير أحد كبار روّاد العلم في العالم ، بل كان يتوقع أن يظل مجلد كتب طوال حياته! .

وترك ميشيل ورشة ريبو ليعمل في ورشة مسيو «دي لاروش» ، وهو رجل فرنسي لم يكن لديه عطف ريبو ولا ذكاؤه . ولكن سرعان ما تركه ميشيل بعد تجربة قصيرة كريهة وأخذ يبحث عن عمل في ورشة تجليد أخرى .

كانت تلك الفترة حرجة بالنسبة لميشيل ، فقد مات أبوه وكانت أمه تعاني من الفقر المدقع . وبذل ميشيل كل ما في طوقه من جهد ولكنه لم يجد عملاً آخر كمجلد كتب ، فماذا يستطيع أن يفعل الآن؟ في ذلك الوقت الذي كان يتحمّس فيه طريقه بائساً يائساً ، كان العالم الإنجليزي الشهير سير «همفري ديفي»^(١) بسبيل أن يصل إلى أعظم اكتشافاته قاطبةً ، إذ عندما سأله - بعد ذلك - ما هي أعظم اكتشافاتك؟ أجاب على الفور : ميشيل فاراداي! .

العالم... الفُراش!

كان شعار فاراداي طوال حياته هو «عليّ أن أسعى وليس عليّ إدراك النجاح» ، وكان تطبيقه لهذا الشعار هو الذي جعله يقابل ديفي ، وكان فاراداي قد استمع أثناء عمله بالورشة إلى بعض محاضرات ديفي ونسخ هذه المحاضرات بخط منظم جميل ، ثم جلدّها تجليداً جذاباً ، وأرسل هذه النسخة إليه . وقد رجا العالم الكبير بكل احترام أن يجدله عملاً في معمله . وكانت وظيفته الجديدة هي من الناحية الرسمية وظيفة مساعد لديفي في معمله بالمعهد الملكي . أما واجباته في الواقع فكانت غسل الزجاجات وتلميع المكاتب وتنظيف المخابر وكس أرضية المعمل . وهكذا ترقّى فاراداي من مجلدّ كتب إلى فراش معمل! .

ولم يمض وقت طويل حتى برهن فاراداي لديفي على أنه «شيءٌ» أهم كثيراً من مجرد فراش ، فقد دفع ديفي نتيجة حدة ذهنه وحسن إدراكه ودقة تحليله واقتراحاته النافعة إلى أن يشركه مشاركة حقيقية في إجراء التجارب . وقد

(١) سوف يأتي الحديث عنه تفصيلاً في الفصل الحادى عشر .

أصيب كل من فاراداي وديفي إصابات معينة أثناء إجرائهما لبعض هذه التجارب ، وخاصة تلك التجربة التي انفجر فيها مخلوط من الكلور والنيتروجين .

التجربة.. المرة

أخذ العالم و«الفرّاش» ، أو بالأحرى الأستاذ والتلميذ ، يعملان جنباً إلى جنب مستكشفين غوامض الطبيعة ، سابرين أغوارها ، مفسّرين رموزها ، مروّضين لقواها . وبدأ اعتماد الأستاذ على تلميذه يزداد شيئاً فشيئاً كلما ازداد عملهما معاً . وبعد شهور قليلة كان ديفي قد اقتنع تماماً بمقدرة فاراداي لدرجة أنه دعاه ليصحبه «كمساعد فلسفي» في سلسلة المحاضرات التي ألقاها في عدد من المدن الأوروبية الكبرى .

وكانت تلك الرحلة إلى القارة الأوروبية معجزة لا شك فيها بالنسبة لابن الحدّاد الشاب هذا الذي لم يكن يتجاوز في ذلك الوقت الثانية والعشرين . والرحلة كانت قد بدأت يوم الأربعاء ١٣ أكتوبر عام ١٨١٣ ، وقد كتب فاراداي في مذكراته : «إن هذا الصباح كان بداية عصرٍ جديدٍ في حياتي» .

سافر ديفي يصحبه فاراداي إلى أوروبا . وبينما هما في باريس لمح فاراداي نابليون جالساً في أحد أركان عربته ، وقد اهتز وجدانه من نبل المسؤولين الفرنسيين عندما لاحظ أن العلماء الإنجليز قد سُمح لهم بالمرور في فرنسا بحرية وبدون مقابل ، في الوقت الذي كانت الجيوش الإنجليزية تحارب فيه الجيوش الفرنسية ! .

وإذا كانت نفس فاراداي قد سُرّت من معاملة المسؤولين الفرنسيين ، وإذا كان الأوروبيون أصبحوا يعترفون به كمساعد فلسفي لديفي ، فإن زوجة ديفي كانت تعامله أسوأ معاملة . لا على أنه مساعد لزوجها وإنما مجرد خادم ! وقد نصح قلم فاراداي بالمرارة وهو يخط شكواه إلى أحد أصدقائه في هذا الخصوص : «إنها امرأة عدوانية متسلطة ، تسعى دائماً إلى تجريحني وإذلالني» . وحقاً كانت

كذلك ، فقد كانت تستغل كل فرصة متاحة «لتعرّفه قيمته!» ناسيةً ، أو متناسيةً ، أن زوجها نفسه كان قد صعد منذ وقتٍ قريبٍ من مكانٍ ماثلٍ ! .

وفي جنيف ، وصلت إلى قمة مضايقاتها الحمقى . فقد دعا الفيلسوف السويسري «دي لاريف» عائلة ديفي للطعام ، كما دعي فاراداي وخصّص له مكاناً على المائدة دليلاً على مساواته ببقية المدعوين . وهنا ثارت ثائرة زوجة ديفي واعترضت على تلك المساواة ، وأصرّت على أن فاراداي إنما هو خادم لزوجها ، وبوصفه هذا يجب أن يُرغم على أن يأكل مع غيره من الخدم . وعندئذٍ أمر لاريف ، ليظهر اشمئزازه من تصرف زوجة ديفي بأن يتناول طعامه في حجرة منفصلة كما يليق بكرامة فيلسوف شاب يربأ بنفسه عن مستوى المشاحنات التافهة . وكان فاراداي يبتلع ذلك الإذلال بعد أن يخفّفه بكثيرٍ من الفلسفة ! .

وزوّدته تلکم التجربة المرة بخبراتٍ أفادته مستقبلاً . . .



شكل رقم (١٦٩) : فاراداي في معمله

... وتقاطرت المكتشفات

لفاراداي بحوثٌ كثيرة ومكتشفات ذات شأنٍ في الكيمياء والفيزيكا . وبين شكل رقم (١٦٩) فاراداي في مختبره .

فقد عاون أستاذه ديفي في اختراع مصباح الأمان الذي يستخدمه المعدّنون في المناجم . ثم أجرى تجارب كثيرة في تسهيل الغازات عام ١٨٢٣ ، ومن الغازات التي سيّلها

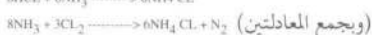
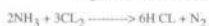
الأمونيا والكلور . وكان يستعمل في هذه التجارب أنية زجاجية انفجرت إحداها مرة فأصابت عينيه ١٣ شظية من زجاج^(١) ، ولكن ذلك كان سائغاً لديه في سبيل العلم ، فشحذت الكارثة عزمه بدلاً من أن تؤهنه .

وفي عام ١٨٢٥ اكتشف البنزين باستقطاره من قطران الفحم الحجري . وقد حفظ مقدار البنزين الذي استقطره أولاً في المتحف البريطاني لأنه صار أساساً لكثير من الصناعات الكبرى الحديثة .

بيد أن أهم مكتشفات فاراداي إنما تكمن في استقراءه قوانين الكهرباء . ففي عام ١٨٣١ اكتشف قوانين التيارات الكهربائية المؤثرة ، فوضع بذلك الأساس الذي تقوم عليه دعائم الكهربائية الحديثة . لقد كشف أنه إذا أمر سلكاً معدنياً موصلاً للكهرباء أمام قطعة مغناطيس حتى يقاطع السلك خطوط القوة المغناطيسية ، تولد تياراً كهربائياً في الموصل . إنها حقيقة أساسية في عالم الكهرومغناطيسية ، وعليها بنى ما بنى من محرك ومحول ومولد للكهرباء ، فضلاً عن سيل من المستنبطات الأخرى التي ترتبت عنها وقامت عليها من مثل : التلغراف ، والتليفون السلكي ، واللاسلكي ، والمصباح الكهربائي ، وألوف الآلات الصغيرة والكبيرة التي نستعملها في حياتنا اليومية . ولولا كشفه تلك الحقيقة الأساسية وقوانينها المصاحبة ، لبقيت أفعال الكهرباء سرّاً مغلقاً إلى حين .

وتلا ذلك كشفه قوانين التحليل الكهربائي ، وما صاحبها من وضع المصطلحات المستخدمة الآن في معظم لغات الأرض كالأنود (المصعد) والكاثود (المهبط) وما إليهما . وقد بنيت على تلك القوانين الآراء الكيميائية الحديثة في البناء الكهربائي للمادة .

(١) يبدو أن فاراداي في تجاربه هذه قام بتفاعل الأمونيا والكلور ، اللذين سيُلهما ، مما تكون عنه ثالث كلوريد النيتروجين NCl_3 وهو من أشد المفرعات المعروفة خطراً وفقاً للمعادلات التالية :



كما صنع أول آلة دقيقة لقياس الطاقة الكهربائية ، وله مباحث عويصة في طبيعة الضوء المستقطب وعلاقة الضوء بكهرباء المواد ومغناطيسيتها .

ونلقي فيما يلي ضوءاً على أهم مكتشفات عالمنا في مجال الكهرومغناطيسية .

اكتشاف فكرة المحرك الكهربائي

في عام ١٨٢٠ أعلن عالم الفيزيقا الدانمركي «هانز كريستيان أورستد» عن كشفه وجود علاقة بين المغناطيسية والكهربائية . فقد وجد أن مرور تيار مستمر في سلك يسبب انحراف إبرة مغناطيسية موضوعة بالقرب من السلك . واستنتج من ذلك وجود مجال مغناطيسي محيط بالسلك الكهربائي يعمل على شكل حلقات حول السلك وعمودية عليه .

وفي العام التالي ١٨٢١ ، استبدل العالم الفرنسي «أندريه ماري أمبير» بالإبرة ، المغناطيسية سلكاً آخر يمر به تيار كهربائي ، ولاحظ وجود قوة جذب ، أو تنافر مغناطيسي بين السلكين ، ويتوقف ذلك على اتجاه مرور التيار .

اهتم ديفي وفاراداي ، برغم انشغالهما بالبحوث الكيميائية ، بهذا الكشف الكهرومغناطيسي الجديد ، وأعادا التجارب بنفسيهما ليستوثقا من صحته . وفي نفس الوقت ، اقترح العالم الإنجليزي «وليم هايد وولاستون» على ديفي احتمال أن يؤدي المجال المغناطيسي إلى الدوران . وقد فسّر فاراداي هذا بدوران السلك حول محور ، ولكنه فشل في الوصول إلى مثل هذه النتيجة . غير أنه سرعان ما توصل ، بعد سماعه نظرية أورستد ، إلى التأثير الدائري والعمودي للمجال المغناطيسي حول الموصل ، والعكس لا بد أن يكون صحيحاً ، أي أن الموصل ذاته لا بد أن يدور أيضاً حول قطب مغناطيسي .

وبدأ فاراداي فوراً في إجراء تجارب دقيقة وشهيرة أدت به إلى كشفه المبادئ الأساسية للمحرك الكهربائي ، وتتلخص في أن للتيار الكهربائي تأثيراً مغناطيسياً .

بمجرد أن نشر فاراداي نتائج تجاربه هذه ، اتهم في الحال باستخدامه أفكار وولاستون بغير وجه حق ، والحق أن فاراداي أساء تفسير رأي وولاستون ، وأخذ على أنه يعني دوران السلك حول محوره ، أما تجاربه ونتائجها فكانت من عنده هو . وبمضي الوقت زال سوء الفهم ، ورُشِّحَ فاراداي لعضوية الجمعية الملكية . وقد زكى وولاستون نفسه هذا الترشيح . ولكن ديفي صوّت ضد تلميذه ! ولعل ذلك بدافع الغيرة . ومع ذلك فقد انتخب فاراداي عضواً بالجمعية عام ١٨٢٤ .

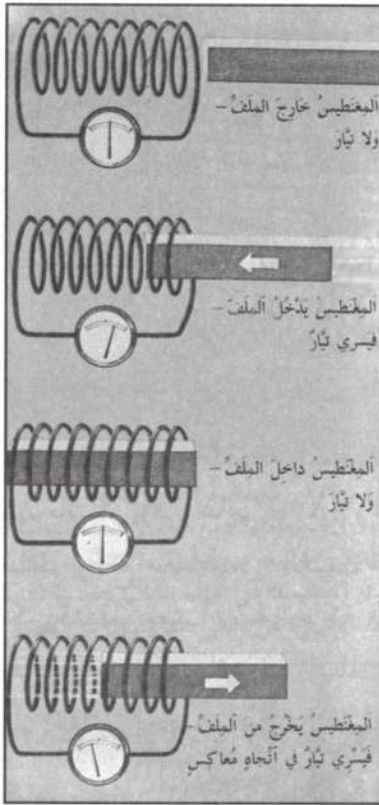
اكتشاف فكرة الموّلد الكهربائي

بعد أن حصل فاراداي على الكهرباء من المغناطيسية ، لم يكن راضياً تماماً ، فقد كان يتوقع أن يسبب التيار في الملف الابتدائي تياراً مستمراً في الملف الثانوي . ولكن بدلاً من ذلك نتجت فقط تأثيرات مؤقتة في لحظة إغلاق الدائرة في الملف الابتدائي وفتحها . ومع ذلك فقد كان لديه إحساس بأنه قاب قوسين أو أدنى من النجاح . كتب إلى أحد أصدقائه قائلاً : «إنني مشغول في الوقت الحاضر بالكهرومغناطيسية ، وأعتقد أنني قد أمسكت بشيء ذي قيمة وإن كنت لا أستطيع تحديده . ولعلي بعد كل هذا الجهد قد أمسكت بقطعة من العشب بدلاً من السمكة التي أبحث عنها» .

واستمر في إجراء التجارب . . .

وفي ١٧ أكتوبر عام ١٨٣١ كانت التجربة التي أمسك بها السمكة ، وكانت سمكة كبيرة ، بل جد كبيرة ! .

في هذه التجربة التاريخية ، وهي أبسط تجاربه وأشهرها : لف ملفاً حول أسطوانة مجوّفة من الورق ، وأوصل طرفي الملف بجلفانومتر . وعندما دفع قضيباً مغناطيسياً بسرعة داخل الملف ، انحرفت إبرة الجلفانومتر . وعندما سحب القضيب انحرفت الإبرة مرة أخرى ولكن في الاتجاه المضاد . والواقع أنه لم يكن هناك ثمة اختلاف سواء حرك المغناطيس أو الملف ، ففي الحالين كان هناك تيار بالحث في السلك . . وما تسبّب في حدوث التيار ، ولاشك ، هي حركة الموصل



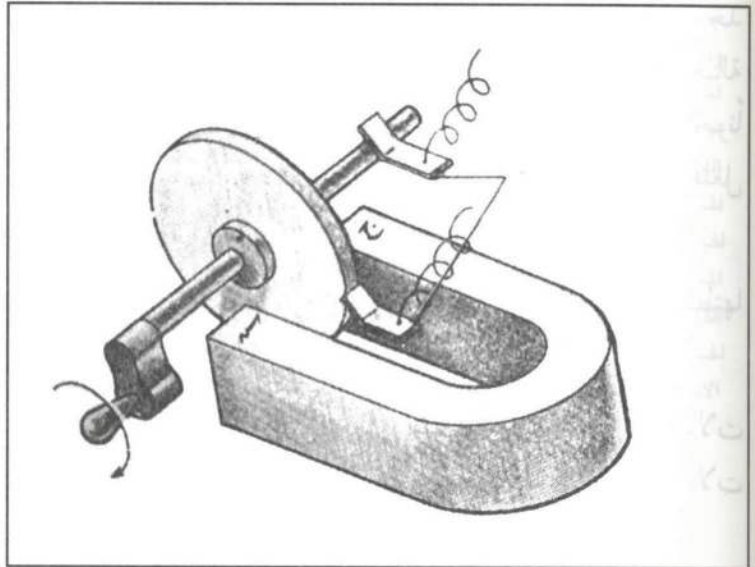
شكل رقم
(١٧٠)
توضيح
لتجربة
فاراداي
التاريخية

أو المجال المغناطيسي لكل منهما
بالنسبة للآخر ، (شكل رقم
١٧٠) . كما يبين شكل رقم
(١٧١) المولد الكهربائي
لفاراداي .

هكذا كشف عالمنا المبدأ
الأساسي للمولد الكهربائي .
ولقد مهدت هذه التجربة لإنتاج
تيار كهربائي بالحث المستمر ،
وقد استطاع فاراداي ذلك بعد
أحد عشر يوماً فقط منها .

وقد أجرى فاراداي تجارب
كثيرة أخرى عن الحث
الكهرومغناطيسي . ولكن هذه

شكل رقم
(١٧١)
المولد
الكهربائي
لفاراداي



التجارب لم تكن ، في الغالب ، سوى مجرد تعديلات لتجاربه الأساسية . وكانت تجربته الأولى عن الحلقة الحديدية هي التي منحت العالم أول محوّل كهربائي . والتجربة الأخرى على أسطوانة الورق المجوفة هي التي نتج عنها أول مولّد كهربائي .

اكتشاف فكرة المحوّل الكهربائي

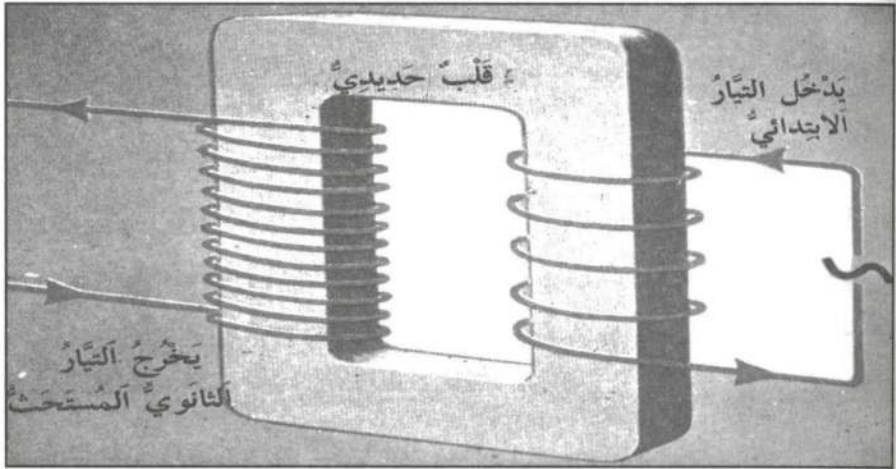
بعد كل ما تقدم ، ترك فاراداي تجاربه عن الكهرومغناطيسية قافلاً إلى الكيمياء ، ولكن فكرة لا يمكن تجاهلها ظلت عالقة بذهنه .

إذا كان التيار الكهربائي يولد المغناطيسية ، ألا يمكن للمغناطيس أن يولد تياراً كهربائياً؟ . وفي عامي ١٨٢٤ و ١٨٢٥ حاول أن يولد تياراً كهربائياً بالحث في سلك بوضع مغناطيس بالقرب منه ، ولكن هذه المحاولات باءت بالفشل . ولم يكن قد قدّر بعد أهمية الحركة في الظاهرة التي كشفها أورستد وأوضحها . إن حركة التيار الكهربائي في السلك هي التي أوجدت المغناطيسية . ولكي يحصل على التأثير العكسي ، كان لابد له من تحريك المغناطيس بالنسبة للسلك .

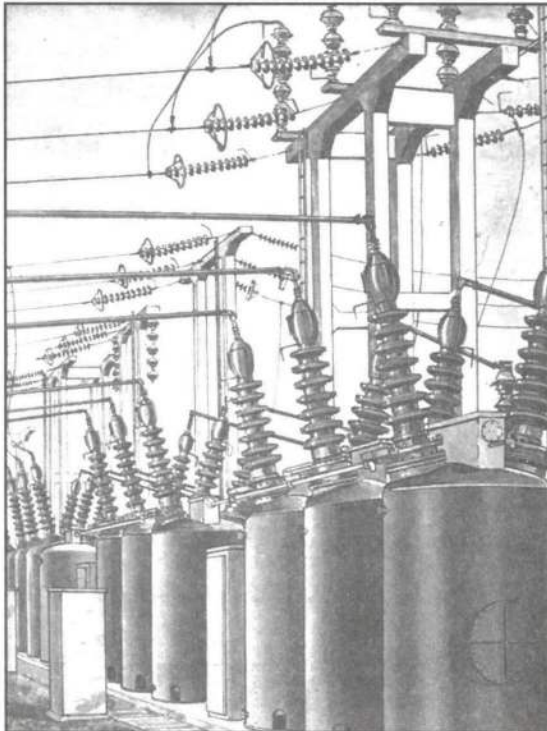
وفي عام ١٨٣١ كان فاراداي قد أنهى بحوثه الكيميائية وكرّس نفسه كلية للفكرة التي كانت تُلح عليه . وفي يوم واحد ، ٢٩ أغسطس عام ١٨٣١ ، وجد الإجابة التي دلّته إلى الطريق الصحيح . بدأ تفكيره ، هذه المرة ، من الحالة المماثلة للحث في الكهرباء الاستاتيكية ، وكان معلوماً أن جسماً مشحوناً يستطيع أن يولّد شحنة كهربائية بالحث على جسم آخر قريب منه . وإذا فعل تياراً كهربائياً في سلك يولد تياراً بالحث في سلكٍ آخر على مقربةٍ منه .

ولاختبار صحة هذه الفكرة ، أجرى عالماً تجربة بدائية غريبة حصل بواسطتها على الكهرباء من المغناطيسية .

وكان الأساس لعمل المحوّل الكهربائي . وبين شكل رقم (١٧٢) أن المحولات تعمل أيضاً بالحث الكهرومغناطيسي ، كما بين شكل رقم (١٧٣) محولات ضخمة حديثة .



شكل رقم (١٧٢) : تعمل المحوِّلات أيضا بالحث الكهرومغناطيسي، وهي تُستخدم لتحويل التيار المتناوب من فلتية إلى أخرى. يمر التيار المراد تحويله في الملف الأول فيولّد تناوبه مجالاً مغناطيسياً متناوباً (متزايداً ومتناقصاً)، وهذا يستحث تياراً في الملف الثاني الذي به عدد مغاير من اللّفات. وتكون نسبة فلتية التيار المتناوب في الملف الأول إلى فلتية التيار المستحث في الملف الثاني كنسبة لفات الملف الأول إلى لفات الملف الثاني. وهذا يعني أن تغير الفلتية ناشيء عن تغير عدد اللّفات في الملفين



شكل رقم (١٧٣) : محوِّلات حديثة ضخمة في محطات توليد الطاقة الكهربائية وتوزيعها. في هذه المحوِّلات يُلف الملفان الأول والثاني حول القلب الحديدي نفسه، وإذا كانت لفات الملف الأول أكبر من لفات الملف الثاني يُسمّى المحوِّل مُحوِّك خفض الفلتية، أما إذا كانت لفات الملف الثاني هي الأكثر فالمحوِّل مُحوِّك رفع

الأولوية.. لمن؟

أرسل فاراداي بنتائج تجاربه المتقدمة إلى الجمعية الملكية في خلال شهر، وبعد ذلك نشرها باعتبارها الجزء الأول من «بحوث تجريبية في الكهرباء».

وبمجرد نشر تلك النتائج ثارت مرة أخرى مسألة الأولوية في اكتشافها. إذ كان عالم الفيزيكا الأمريكي «جوزيف هنري»^(١) قد كشف الحث الذاتي بالفعل. وأدعى «ليوبولد نوبيلي» و«كفاليري أنتينوري» الإيطاليان أنهما اكتشفا التأثير الكهرومغناطيسي قبل أن ينشر فاراداي نتائج بحوثه.

والحق أن الإيطاليين قد أجريا تجاربهما بعد سماع نتائج تجارب فاراداي. وقد تمكن فاراداي من إثبات أسبقيته في الوصول إلى ما نشر من نتائج.

الأصل التاريخي لنظرية المجال

لم يكن فاراداي راضياً عن كشفه الحث الكهرومغناطيسي. كان يريد أن يعرف: لماذا يحدث؟ ولما كان عاجزاً عن إعطاء تفسير رياضي لتلك الظاهرة، فقد وضع لها نموذجاً فيزيقياً مستمداً من ظاهرة أخرى مألوفة وهي اتخاذ برادة الحديد أشكالاً ذات خطوط منتظمة حول المغناطيس. ولكن لماذا تتخذ تلك الأشكال شكل خطوط بالذات؟ افترض فاراداي أن الفضاء المحيط بالمغناطيس مليء بخطوط قوى. وتتمثل القوة المغناطيسية على هيئة خطوط غير مرئية مشدودة مثل خيوط المطاط. وترتب برادة الحديد نفسها بواسطة الجذب المغناطيسي على هذه الخطوط.

ولم يقف فاراداي عند هذا الحد، لقد ملأ كل الفضاء بخطوط القوى، وقدم المفهوم الثوري: إن الفضاء تتخلله كله أنواع من القوى مختلفة: مغناطيسية، وكهربائية، وإشعاعية، وحرارية، وجاذبية. وتوضّح الخطوط في كل الحالات كلاً من اتجاه القوة ومقدراها، «كل ما يمكن أن أقوله هو أنني لا أستطيع أن أنصور

(١) انظر معالجتنا التفصيلية له في جزء تال من هذا الفصل.

في أي جزء من الفضاء ، سواء كان فراغاً حسب الاصطلاح الدارج ، أو مليئاً بالمادة ، إلا القوى والخطوط التي تعبّر عنها . كان هذا ما كتبه فاراداي في مذكراته بهذا الخصوص عام ١٨٤٦ .

وإذن فخطوط فاراداي - خطوط القوى المختلفة - تملأ الفضاء ، كل الفضاء ! .

وهنا نقف على الأصل التاريخي لنظرية المجال ، ولو أن فاراداي نفسه لم يشر قط إلى نظريته أو نظامه بهذا الاسم . وقد وضع نظريته هذه تحت الاختبار ، وكان على استعداد لنبذها واستبعادها إذا ما أثبتت التجربة عقمها وبطلانها .

الجسيم.. ينزل عن العرش!

لماذا يعتبر «المجال» مفهوماً ثورياً؟ .

لأن علماء الفيزيكا حتى وقت فاراداي كانوا يركزون تفكيرهم حول الجسيم المادي ، وحاولوا استخلاص جميع الظواهر من مفهوم الجسيم . وكانت العمليات الفيزيائية تفسر بواسطة قوانين نيوتن للحركة وقوى التفاعل المتبادل بين الجسيمات . فجاء فاراداي وأزاح الجسيم بعيداً وتوّج مكانه خطوط القوى التي تملأ الفضاء . ولم يكن فاراداي يهتم بالجسيم الكهربائي أو المغناطيسي قدر اهتمامه بالفضاء الذي تعمل فيه هذه الجسيمات . وهذا هو كل أساس مفهوم المجال . فما يهم في نظرية المجال إنما هي الحالة الهندسية والفيزيائية للفضاء ذاته .

وكان فاراداي بالنسبة لهذه النقطة في غاية الوضوح . فقد كتب في «بحوث تجريبية في الكهرباء» : «وفي ضوء هذا الفهم للمغناطيس يكون للوسط أو للفضاء المحيط به نفس أهمية المغناطيس ، ويكون بذلك جزءاً من النظام المغناطيسي الكامل الحقيقي» .

وهنا نلاحظ أن فاراداي كان يرى ما يطلق عليه اليوم اسم «نظرية المجال

المزدوج أو الثنائي» ، وهي النظرية التي تعطي نفس الأهمية للجسيم والمجال ولكن يلعب فيها المجال الدور الأساسي والقيادي .

وبهذا يكون لفاراداي سبقٌ في الثورة النسبية الحديثة في الفيزيقا . كما يجب أن نرقى بمفهوم المجال إلى مصاف أعظم ما أبدعه العقل البشري من الناحية العلمية .

والحق أن فاراداي لم يكن يعتبر فكرة المجال نظرية مستقلة عن نظام نيوتن ، ولكنه كان يعتبرها مكملة لهذا النظام . كما لم يكن في نيته أن ينزل مفهوم الجسيم عن عرشه ، ولكن هذا ما حدث بالفعل فيما بعد نتيجة لمفهوم فاراداي الثوري .

.... ومفهوم «العمل من بعد» أيضا!

كما أسقط فاراداي مفهوم الجسيم عن عرشه ، عمل كذلك على انهيار مفهوم آخر مهم وهو مفهوم «العمل من بعد» .

فقد افترض نيوتن ، كما آمن بهذا الفلاسفة قبله بزمان ، أن القوى يمكن أن تعمل وتؤثر على مسافات بعيدة وفي الحال ودون وسط أو وسيط! . كان ذلك زعمهم ، فهو السبيل الوحيد لتفسير طريقة عمل قوة الجاذبية بين النجوم والكواكب .

وكان لنظرية «العمل من بعد» في القرن التاسع عشر قدمٌ في الفيزيقا راسخة . ولكن فاراداي شعر أن هذا المفهوم غير مقنع ، وأن افتراضات الميكانيكا النيوتونية تتعارض وظواهر الكهرباء الديناميكية . ومن ثم لم يتردد في نبذ تلك النظرية ، وصياغة مفهومه الخاص حيث تحتاج القوة إلى زمن لانتقالها ، ووسائل انتقالها هي خطوط القوى . وقد أجرى فاراداي تجاربه ، ما استطاع ، لإثبات أن القوة تحتاج إلى وقت حتى تنتقل . وقد فشل في حالة قوة الجاذبية ، ومع ذلك لم يتزحزح عن سلامة اعتقاده وإيمانه بصحة مفهومه .

ولكن فاراداي لم يحطم بنفسه مفهوم «العمل من بعد» ، ولكن محاولاته

جعلته يتحطّم على يدي «ماكسويل» الذي أزاله من علم الكهرباء الديناميكية . وكذلك «هندريك لورنتز»^(١) الذي أدت معادلاته التحويلية إلى اختفائه تماماً من علم الفيزيكا .

التنبؤ.. بالنظرية الكبرى

في مايو عام ١٨٤٦ ، نشر فاراداي بحثاً مشيراً عن بعض تأملاته تحت عنوان «آراء حول تذبذبات الأشعة» تنبأ فيه بنظرية الضوء الكهرومغناطيسية . وكتب في ذلك : «إن وجهة النظر التي أجد في نفسي الجسارة لأن أتقدم بها ، تعتبر الإشعاعات نوعاً ممتازاً من ذبذبات خطوط القوى المعروف أنها تربط الجسيمات وكذا كتل المادة بعضها ببعض ، ووجهة النظر هذه تحاول تجاهل الأثير ولكنها لا تتجاهل الذبذبات» .

وجاء ماكسويل بعد ذلك بقليل لتطوير هذا الرأي الجسور رياضياً وإعلان النظرية الكهرومغناطيسية . وكان فاراداي نفسه قد أوجد علاقة تجريبية بين الضوء والمغناطيسية . فقد أوضح - في سلسلة من تجاربه الرائعة - أن المجال المغناطيسي يمكنه أن يسبب دوران مستوى الضوء المستقطب .

وهنا تجدر الإشارة إلى أن فاراداي كان يؤمن إيماناً عميقاً بوحدة الطبيعة ومن ثم قوانين الفيزيكا ، كما كان يؤمن بوجود علاقة بين القوى الكهرومغناطيسية والجاذبية ، وأنه لا بد من وجود قانون يحكم هذه العلاقة . وهو وإن فشل في التوصل إلى تلك العلاقة والحصول على هذا القانون ، إلا أن إيمانه لم يتزعزع قط عن ضرورة وجود كل منهما .

فرض الأثير

ولا يسعنا ، ونحن نتحدث عن الآثار الرائعة لفاراداي ، إلا أن نشير إلى مقامه السامي بين العلماء والفلاسفة في حل مشكلة من أعوص المشكلات

(١) نظراً للارتباط الوثيق بين لورينتز وفيتزجيرالد ، انظر التعريف به في المعالجة الخاصة بالآخر ، في نهاية هذا الفصل ، في هامش فقرة «انكماش فيتزجيرالد» .

العلمية الفلسفية الحديثة . ونعني بها مشكلة التفاعل بين الأجسام عن بُعد وفرض الأثير اللازم لذلك . فبحثه في هذه الناحية ، وبحث ماكسويل من بعده ، يعتبران خطوة متوسطة بين نيوتن وأينشتاين^(١) .

وقد نشأ القول بالأثير عن حاجة الإنسان إلى تعليل التفاعل بين أجسام بعضها بعيداً عن بعض . ولم تبد هذه الحاجة ملحّة إلا بعدما توصل نيوتن إلى قوانين الجاذبية . ذلك أن وزن الجسم كان إلى عهد نيوتن شيئاً ثابتاً يتوقّف على الجسم وحده دون أي جسم آخر . فلما بيّن نيوتن أن وزن الجسم يمكن تعليله بالتجاذب بين كتلتي جسمين ، وأن تطبيق هذه القواعد على القمر يعلّل حركته . سأل المفكرون : كيف يتم هذا الفعل وليس بين الأرض والقمر صلة مادية تصلح أن تكون وسطاً لنقل قوة الجاذبية ، وما لا ريب فيه أن انتقال الحرارة وغيرها من صور الطاقة يحتاج إلى وسط تنتقل خلاله كذلك ؟ .

ورغبةً في توحيد القوى الطبيعية ، قيل إن الجاذبية تفعل في الظاهر دون وسيط ، ولكنها في الواقع تنتقل عن طريق وسط متصل يملأ الكون لا انفصال فيه ولا انفصام ، ودعى هذا الوسيط : الأثير .

وكان الطبيعيون ، من علماء القرن التاسع عشر إلى مطلع نصفه الثاني ، ينظرون إلى الأثير نظرتهم إلى المادة ، فوجدوا أن هذه النظرة تقتضي منهم إسناد خواص معيّنة إلى الأثير لا تتفق وخبرتهم العملية ، خواص عجيبة تناقض الخبرة الإنسانية . فحملهم ذلك على القول بأن خواص الأثير لا يمكن أن تحدّد بما حددت به خواص المادة .

ولما خابت النظرة المادية الميكانيكية إلى الأثير ، تطلّعوا إلى ميدان الكهرومغناطيسية . وأول من أدخل الأثير في هذا الميدان كان فاراداي .

وقد كان علماء الكهرباء يقولون إلى عهده بشيءٍ أسموه الشحنة الكهربائية

(١) كان من رأي أينشتاين أن العلوم الفيزيائية تزدهي بزوجين متساويين في رفعة القدر : جاليليو ونيوتن ، وفاراداي وماكسويل . (المحكم) .

تستقر على الجسم المكهرب وتؤثر في الأجسام المكهربة البعيدة عنه على نحو ما تؤثر الأجسام بعضها في بعض بفعل التجاذب ، وقد أفرغوا تلك القوة الكهربائية وصاغوها في معادلات رياضية ، ولكن فاراداي لم ترقه فكرة التفاعل عن بُعد . وقد أشار ماكسويل في مقدمة كتابه «رسالة في الكهرومغناطيسية» إلى فاراداي قائلاً : «إن فاراداي رأى بعين عقله خطوط القوة تخترق الفضاء ، حيث رأى الرياضيون مراكز القوة تتفاعل عن بُعد . ففاراداي رأى وسطاً حيث لم يروا هم إلا مسافة» . وفي نظر فاراداي كان هذا الوسط هو الذي ينقل الكهرباء .

ولما كانت القوى الكهربائية تنتقل في الفراغ ، فرض فاراداي أن الوسط الذي تنتقل فيه هو الأثير ، وأن خواصه تتغير بوجود المادة فيه ، وبهذا يعلل نقص القوى الكهربائية بين جسمين مكهربين إذا توسَّط بينهما لوحٌ من زجاج . وعلى هذا النحو فسَّر الظواهر المغناطيسية . وقد جاء ماكسويل من بعده فأتم هذه النظرية التي توجت تنويعاً عملياً باكتشاف هرتز^(١) للموجات الكهرومغناطيسية .

أمر... يحتاج وقفة

لعله من الغريب حقاً أن يحرز فاراداي المقام الرفيع الذي أحرزه بين علماء الفيزيكا والكيمياء ، وأن يكشف مكتشفاته الخطيرة في الكهرباء والمغناطيسية من غير أن يكون بارعاً في العلوم الرياضية . ولا يخفى أن الالمام بهذه العلوم من أمضى الأسلحة في أيدي علماء الفيزيكا والكيمياء . لكن عقل فاراداي بلغ من العبقرية العلمية مرتبة لم يكن معها في حاجة إلى استعمال هذا السلاح الماض .

فمن العلماء فريقٌ يتخذ من العلوم الرياضية قاعدة لمذهب علمي ثم يُحقِّق هذا المذهب بالتجريب العملي ، ومنهم فريق يبدأ بالتجارب من غير أن يقصد تحقيق رأي خاص فيصنّفها ويحلل نتائجها ويستخرج منها أحكاماً عامة .

(١) انظر معالجتنا التفصيلية له في جزء تالٍ من هذا الفصل .

بيد أن فاراداي لم يكن من أولئك ولا من هؤلاء! لأنه كان ذا نظر نافذ إلى طبيعة الأشياء حتى كأن ريشة سحرية كانت تخط على صفحات عقله الآراء المبتكرة فيختبرها في مختبره ببراعة نادرة ، وفي الغالب كانت تجاربه تثبت صحتها! .

وعلى الرغم من أن الكثير من المعلومات الرياضية كانت تعوزه ، فإنه كأحد المشتغلين بالفيزيكا التجريبية لم يتفوق عليه أحد . لقد كان حقاً أباً لها .

إنه حقاً.... عصر الكهرباء!

إننا نعيش حقاً في عصر الكهرباء . وإن كنا نسميه أحياناً عصر القنبلة الذرية أو عصر الفضاء أو عصر . . فإن أجهزة الفضاء والأسلحة النووية لها أثر محدود على حياتنا اليومية . ولكن الذي لا نهاية لأثره على حياتنا هي الكهرباء . فبغيرها تتعطل كل أجهزة الحضارة الإنسانية . لذا من الأوفق أن نصف عصرنا هذا بأنه «عصر الكهرباء» .

وكثيرون هم الذين ساهموا في التحكم في الكهرباء وزيادة الاستفادة منها منهم : «شارل أوجستين» و«أندريه ماري أمبير» و«ألساندرو فولتا» و«هانز كريستيان أورستد» . ولكن يتفوق على هؤلاء جميعاً اثنان من علماء الإنجليز ، أحدهما فاراداي والآخر ماكسويل ، وعلى الرغم من أن أحدهما لم يساعد الآخر فإن إنجازاتهما كانت متكاملة .

بين العلم... والمال

كان الأستاذ تيندال يتحدث يوماً مع فاراداي في موضوع المقارنة بين العلم والمال . فقال فاراداي إنه في مرحلة معينة من حياته اضطر فعلاً إلى الاختيار بين وقف حياته على العلم أو الانصراف إلى جمع الثروة . وما يكلله بالفخر أنه حذا حذو معلمه ديفي ، إذ لم يتردد في اختيار العلم . ولهو حقاً اختيار نبيل .

والأرقام وحدها تنطق من غير أن نستنطقها : فقد كان دخل فاراداي من

استشاراته الفنية عام ١٨٣١ يزيد على ألف جنيه في السنة ، ولكنه سرعان ما هبط في العام التالي إلى ١٥٥ جنيه فقط عندما يَم وجهه صوب العلم! .

حقاً كم أسفرت مباحث العلماء ، من أمثال نيوتن وديفي وفاراداي ، عن أعمال لا تقدر بمال ولكنهم هم كانوا به غير أغنياء! .

وكم كان لمكتشافتهم ، من غير أن يقصدوا ، تطبيقات عملية لا تقدر بمال ، ولنضرب لذلك الأمثال . . .

إن إحداث فاراداي للتيار الكهربائي في لفّة من سلك عند إمرارها في مجال مغناطيسي ، قد بُنيت عليه جميع الصناعات الكهربائية . وفي الولايات المتحدة وحدها عشرات الملايين من العمال الذين يعملون في الصناعات الكهربائية المختلفة واجدين بذلك من العدم ثروة لهم ولأمتهم .

ولولا مباحث فاراداي وكشفه هذا ، من كان يستطيع أن يصنع محرّكا كهربائيا أو مولّدا كهربائيا أو محوّلًا كهربائيا؟ .

وقد قال «مليكان»^(١) : إنه إذا أزلنا من العمران الحالي قانوناً رياضياً واحداً من قوانين نيوتن ، لوجب أن نُزيل كل آلة بخارية وكل سيارة بل وكل آلة تستعمل لتحويل الطاقة إلى حركة ، لأنها بُنيت جميعها على ذلك القانون الرياضي الشامل . ومع ذلك لم يكن قصد نيوتن بمالكشف استنباط محرّك أو سيارة أو طائرة ، ولكن مع هذا بُنيت جميع المستنبطات على أساسه . فإذا أزلناه انهار عمراننا كأنه بيت من ورق! .

وقال هكسلي : «إنه لو أراد فاراداي أن يستخدم مواهبه في كسب المال لجمع ثروة لا تقل حينئذ عن ثلاث أرباع المليون من الجنيهات» . ولكن فاراداي ، كما

(١) روبرت أندروز مليكان Robert Andrews Millikan (١٨٦٨ - ١٩٥٣) : فيزيقي أمريكي . تعلّم في كلية أوبرلين ثم عمل أستاذاً للفيزيكا في شيكاغو . أجرى مليكان كثيراً من التجارب والدراسات في الكهرباء والغازات والأشعة الكونية والأشعة السينية . اشتهرت له تجربة «نقطة الزيت» في تحديد الكمية (ي) للإلكترون . ألف عدداً من الكتب العلمية القيّمة . حصل على جائزة نوبل للفيزيكا عام ١٩٢٣ لقياساته للإلكترونات .

قدّمنا ، كان يختار دائماً الاختيار النبيل ، العلم . وكان كلما كشف عن حقيقة أساسية من حقائق الطبيعة ترك تطبيقها لغيره من الباحثين ، وله في ذلك نوادر مشهورة ومأثورة .

كان ذات مرة يجرب تجربة كهربائية في الجمعية الملكية ، وبعدما شرحها التفتت إليه سيدة بدهشة لا تخلو من سخرية : «لكن يا مستر فاراداي ما فائدة ذلك؟» فأجاب : «أستطيعين أن تقولين ما فائدة الطفل ساعة ولادته؟» كما سأله «جلادستون» الشهير مثل هذا السؤال فأجاب : «صبراً سيدي ، لعل الحكومة تجني من ورائه مالاً وفيراً» .

من أجل... عينيه!

نعم لقد كان عالمنا دائماً مع الاختيار النبيل ، مع العلم .

وكان نبوغه في ميداني الكيمياء والكهرباء قد أدهش إنجلترا كلها . وكانت المحاكم لا تكف عن طلب خدماته كخبير فني . وقد استجاب لهذه الطلبات فترة قصيرة وكسب من ذلك مالاً كثيراً مقابل شهاداته الفنية . وكان من الممكن - كما نصحه زملاؤه - أن يكسب المزيد ، بيد أنه نفض يديه من ذلك الموضوع تماماً حتى يكون حراً في متابعة بحوثه العلمية .

وحدث في عام ١٨٢٧ أن أتته فرصة أخرى للنجاح الديني ، فقد عرض عليه كرسي أستاذية الكيمياء في جامعة لندن ، ولكنه رفض هذا العرض - رفضه ليس تعالياً وإنما لأن بحوثه العلمية في المعهد الملكي كانت تتطلب كل وقته وجهده .

ومن طريف ما يذكر أن مرتبه في المعهد الملكي آنذاك كان . . كم ياترى؟ إنه رفض كرسي الأستاذية بجامعة لندن حيث المال الوفير والمركز المرموق ، إذن فلا بد وأن يكون مرتبه في المعهد كبيراً جداً - كلا إنه مائة جنيه في العام! يا له من مرتب تافه لأعظم المكتشفين في عصره . ولكن على العموم فقد كان ذلك هوكل ما يستطيع مديرو المعهد الملكي أن يدفعوه نظراً لعدم كفاية

مواردهم المالية ، وفي ذلك كانوا يقولون : «إننا نعيش على ما يمكننا بشره من جلودنا!» .

كانت تلك إذن تضحية كبيرة من فاراداي من أجل العلم . وكان يتحملها بنفس راضية وسرور عظيم ، ذلك أنه لم يكن يعتبر نفسه شهيداً وإنما كان يستمتع بكل ما في حياته من بساطة وبما فيها من اكتشافات سارة ، وكان يحب التسلية واللهو كما يحب الكدح والعمل . وكانت تسليته ولهو تتمثلان في المسارح وسباق الخيل وحفلات الرقص ، وقد ذهب مرة إلى حفلة رقص تنكرية وهو يرتدي جلباب نوم وطاقية! . كما تتمثل في الرحلات القصيرة بين حين وآخر إلى الريف لحضور مهرجانات تقشير الذرة أو جز الأغنام! .

وهكذا نرى فاراداي متجولاً رشيقي الخطى في معمل الحياة الواسع ، مثل طفل صغير لعبوب مفكر دقيق الملاحظة . وكان قصره واضحاً ، ولكنه ثابت العزيمة متين البنيان . وكان شعره البني مفروقاً من الوسط تغطيه قبعة صنعت خصيصاً من أجله لأن رأسه كانت مستطيلة من الأمام للخلف بصورة غير عادية ، وكان صوته رناناً وفمه واسعاً يدل على الشهامة . وكانت الفكاهة تطل من عينيه والضحك يملأ قلبه . هل يا ترى تنطبق بعض هذه الصفات على قصار القامة؟ .

وفاء...

كان فاراداي أميناً وصريحاً ، وكانت هاتان الصفتان سبب مجده وسبب كبوته في آن! فعندما كان زملاؤه في المعهد الملكي يسألونه عن رأيه في أعمالهم كان يعطيهم تقديره الصريح بدلاً من أن ينطلق في مدحهم دون تحفظ . وقد جلبت له هذه الصراحة والأمانة عدداً غير قليل من العداوات ، وكان بينها بل من أهمها عداوة ذلك الرجل الذي كان له من قبل أستاذاً .

فقد كان من أهم مخترعات ديفي اختراعه «مصباح الأمان» وهو مصباح يستخدمه عمال المناجم لينبههم إلى زيادة نسبة الغازات القابلة للانفجار في داخل المنجم . وكان ديفي يؤكد أنه لن ينفجر أبداً . ولكن عندما فحص فاراداي

مصباح الأمان هذا وجد أنه لن يكون مأمون الجانب دائماً ، وأرسل تقريراً بهذا المعنى إلى اللجنة البرلمانية التي كانت تفحص الأخطار التي تتعرض لها المناجم البريطانية ، وقد رأى فاراداي - بإرساله تقريره هذا - أن حياة عمال المناجم أهم بكثير من المحافظة على سمعة أستاذه .

ولكن ديفي كان له رأي آخر ، ومن ثم استنكر هذه «الثرثرة» من جانب «خادمه» السابق استنكاراً ، وبدأ يطعن في كفاءة هذا العالم وفي مقدراته على الحكم على أستاذه . واستمر بضع سنوات وهو يكن ضغينةً لفاراداي ، ثم تمكن في آخر الأمر من الانتقام . فقد اقترح عدد من المعجبين بفاراداي ترشيحه لعضوية الجمعية الملكية ، تلك الجمعية التي كان يرأسها ديفي ، وعندما عرض اسم فاراداي للتصويت عليه أعطيت له جميع الأصوات إلا واحداً وهو صوت ديفي . وكان هذا الصوت الوحيد المعارض لا يكفي طبعاً للنيل من سمعة فاراداي في الوقت الذي لُوِّث فيه اسم ديفي نفسه كثيراً .

ما موقف فاراداي - والحال كذلك - من أستاذه؟ هل يعلن حقه عليه؟ إن فاراداي - مع ذلك - لم يحمل أي حقد ضد أستاذه السابق وغيره الحالي ، وفي ذلك يقول «جان دوماس» في كتابه «تقريظ التاريخ» : «إن فاراداي لم ينس أبداً ما هو مدينٌ به لديفي» .

وبعد بضع سنوات كان فاراداي يتحدث مع دوماس في مكتبة المعهد الملكي ، وكان ديفي قد مات ، وفجأة أشار فاراداي إلى صورة ديفي وقال في صوت تختلجه العاطفة : «هاك يا صديقي أحد الرجال العظام» .

هل حقاً يُحوّل الحب الفلاسفة... إلى بله؟!

خفق قلب فاراداي للحب . حب من يا ترى؟ إنها فتاة رقيقة تدعى «سارة برنارد» . وكان فاراداي في باكورة حياته يهاجم الحب . وقد جرّحه في مذكراته قائلاً : «ما هو الحب؟ إنه شيء مقلقٌ لراحة كل الناس ، ما عدا الطرفين اللذين يهمهما الأمر» .

ولكنه أصبح الآن مصراً على إعلان حبه حتى ولو أقلق راحة حبيبته! وعندما أرسل إليها خطاباً يعرض فيها الزواج منها . كتبت هي في هامش الخطاب «إن الحب يحول الفلاسفة إلى بُله» .

ولكن الفيلسوف أصر على بلاهته ، ووافقت سارة ، وكان ذلك بدء سعادتهما التي استمرت طوال حياتهما ، فقد اتضح أن هذه الزوجة كانت بمثابة النصف المكمل لزوجها تماماً . فإذا كان فاراداي لا يهتم بالمال أبداً ، فإن سارة لم تكن تكثر به كذلك . وقد استمرت ما يقرب من نصف قرن وهي تعتني بجسمه وتحنو ، تاركة عقله حراً طليقاً يحلق في دنيا البحث العلمي .

تواضع.. وكرامة

اعتلت صحة فاراداي بين عامي ١٨٣٨ و ١٨٤١ ، فذهبت به زوجته إلى سويسرا طلباً للشفاء ، ف قضى فيها عامين استرد فيهما شيئاً من صحته ثم عاد إلى وطنه لمتابعة مباحثه .

وكان جمعيات العالم العلمية قد انتخبته عضو شرف ، ومنحته أوسمتها ، وانهالت عليه ألقاب الشرف من الجامعات والحكومات والملوك . ولكنه كان وديعاً متواضعاً لم يسع قط إلى أي من لقب أو وسام . حتى أنه رفض رئاسة الجمعية الملكية بلندن ، وكاد أن يرفض معاشاً قطعت له الحكومة الإنجليزية في وزارة السير «روبرت بيل» ، لولا أن أقنعه أصدقائه أن هذا المعاش ليس إحساناً وإنما هو حق وتقدير . ولكن السير روبرت تخلى عن منصبه قبل أن يبت في الأمر فحل محله لورد «ملبورن» . ولما كان هذا اللورد يجهل قيمة فاراداي كأحد العمالقة في تاريخ العلم والنجوم الزاهرات في سماءه ، فقد كلّمه كلاماً جرح كرامته . ومن ثم تركه مغاضباً ، بعد أن حسبه أنه دعاه ليكرّم العلم في شخصه!

ولفت نظر الوزير فندم على ما فعل . وجربت سيدة مجتمع أن تصلح ذات البين ولكن فاراداي أبى . ولما سألتها السيدة عما يطلب ، قال : «ما لا أنتظر

تحقيقه . إنني أطلب اعتذاراً خطيئاً من الوزير» . ومن عجب أن الوزير خطَّ الاعتذار . وبعدها قبل عالمنا المعاش الذي قطعت له الحكومة .

بسيط... حتى النهاية

بدأت قوى فاراداي ، التي أجهدتها التجارب ونالت منها السنون ، تخور من جديد ، ومع تضاول قواه بدأ يلاحظ ضعفاً تدريجياً في ذاكرته . وهو يشير إلى تلك العلة ، بما عُرِف عنه من دعاة ، في إحدى رسائله إلى صديقه «شينباين» بقوله : «ليس لدي شك في أن ردِّي على خطابك كان غير كاف مطلقاً ، ولكن أرجو يا صديقي العزيز أن تتذكر أنني أنسى وأنني لا يمكنني أن أمنع ذلك إلا بمقدار ما يمنع الغربال واسع الخروق الماء من النفاذ من خلاله!» .

وبطبعه الفكاهي اللطيف أخذ يرقب نبع حياته وهو يغيض . وقد قال : «المهم أن نعرف كيف نتقبل كل شيء في هدوء» .

وحدث ذات يوم أن أرسل أحد موظفي دار المسكوكات الملكية ليجري تجربة في معمل المعهد الملكي ، فلفت نظره رجلٌ يلبس حلةً رثةً وهو يرقبه وفي عينيه نظرة عجيبة ، قال له الموظف : أظن أنك تعمل هنا من سنين؟ .

وأجاب فاراداي : سنين طويلة .

- وما عملك هنا؟ فرأش . . أم شيء من هذا القبيل!

- شيء من هذا القبيل!

- وما اسمك يا صديقي؟

- ميشيل فاراداي .

أجل ، إنه ميشيل فاراداي ، البسيط حتى النهاية .

(٧٥)

جوزيف هنري

Joseph Henry

مكتشف الحث الذاتي

١٨٧٨ - ١٧٩٧



شكل رقم (١٧٤) : جوزيف هنري

أهو تواضع حقاً ، أم خيانة ، أم إهمال ؟ .

أهمل جوزيف (شكل رقم ١٧٤) نشر تجاربه بعد إجرائها ، وبذلك فقد لنفسه ولبلده أمريكا مكانة مرموقة في تاريخ علم الكهرباء . فقد حقق أستاذ العلوم في أكاديمية ألباني بولاية نيويورك اكتشافات رائدة في التوصيل الكهرومغناطيسي قبل فاراداي بسنين عددا ، إلا أنه بسبب من تواضع منه أو إهمال أخفق في نشرها ومن ثم نسبت إلى غيره في بلد آخر ، حتى نعته بعض الوطنيين المتطرفين من بني جنسه بخيانتته لبلاده .

ممثّل... يكشف دنيا العلم!

ولد جوزيف بمزرعة صغيرة بجوار ألباني بولاية نيويورك في ١٧ ديسمبر عام ١٧٩٧ . وكانت أسرته من الأسر الضاربة في الفقر بسهم ، ومن ثم أهملت تعليمه وجعلته يشتغل بأعمال المزرعة ، بيد أنه استطاع أن يعلم نفسه ، وأن يستوعب كل ما وقع عليه بصره من كتب ، وخاصة قصص الغرام ! . ولما بلغ الرابعة عشرة ، أرسل إلى ألباني المدينة ليكسب قوته بنفسه بالعمل كاتباً في

أحد الحوانيت ، إلا أنه عمل بالمرشح كممثل هاوٍ ولعامين اكتشف بعدهما دنيا حقيقية . . . لقد كشف دنيا العلم .

الإعداد الأكاديمي

لذا قدّم جوزيف طلباً لالتحاق بأكاديمية ألباني في فصولها المسائية . وبعد شهر سبعة من الدراسة ، إلى جانب الدروس الخاصة التي كان يتلقاها من ناظر المدرسة العطوف ، حصل على المؤهلات التي تؤهله لأن يكون مدرساً في مدارس الريف . ومن ثم اشتغل بالتدريس ليكسب قوته ، كما واصل دراساته الليلية بأكاديمية ألباني . ولحسن الحظ فقد أنشئت بهذه الأكاديمية وظيفة مساعد بمعمل الكيمياء وكانت من نصيبه . وإنها حقاً لوظيفة رائعة أتاحت لجوزيف الفرصة لأن يعمل طوال اليوم بالمعدات المتاحة له في إعداد التجارب للمحاضرات وإجرائها بنفسه ، مع استمراره في دراسة العلوم والرياضيات حتى انتهى به المطاف مدرساً في أكاديمية ألباني .

وكان جدول تدريسه شاقاً ، بسبب من شهرته . فقد كان شاباً وسيماً متناسق الأجزاء ، مليح التقاطيع ، شعره أشقر ، عيناه زرقاوان ، أكسبته الحياة التي عاشها في الريف لوناً نحاسياً جميلاً . أما السنون التي قضاها مساعداً بمعمل الكيمياء فقد جعلت منه أستاذاً في فن إجراء التجارب ، كما هيأته فترة اشتغاله بالتمثيل لأن يضيفي على تدريسه مسحة مسرحية . وكان شتاؤه ممتلئاً بالعمل في التدريس ، أما رحيل الطلاب في فصل الصيف فكان فرصة لأن يبدأ هنري بحوثه العلمية الخاصة . وهنا توالى خسائره . . .

الخسارة الأولى: توليد الكهرباء بتأثير المغناطيسية

كان وليم ستيرجون بإنجلترا قد اخترع المغناطيس الكهربائي ، إذ أخذ قضيباً من الحديد المطاوع وجعله على شكل حدوة حصان ، ثم طلاه بالورنيش ولفّ حوله طبقة واحدة من سلك نحاسي أحمر مشكوف ، وحين مرّ تياراً كهربائياً اكتسب القضيب قوة مغناطيسية . واستطاع هذا القطيب الكهربائي المغناطيسي



شكل رقم (١٧٥) : مغناطيس كهربائي كبير من تصميم هنري

أن يحمل ، بالجذب المغناطيسي ، تسعة أرتال من الحديد المطاوع . وأعاد هنري صنع مغناطيس ستيرجون وحسنه . فقد عزل السلك بالحرير ، كما استطاع أن يلف عدة لفات من السلك حول قلب ملف من الحديد من غير خشية حدوث دورات قصيرة (ماس) بين اللفات . وبدأ استطاع مغناطيسه أن يحمل ٢٣٠٠ رطل من الحديد المطاوع . ويبين شكل رقم (١٧٥) مغناطيس كهربائي كبير من تصميم هنري .

وقد دفع نجاح علمنا في صنع المغناطيس الكهربائي ، إلى البحث - بتركيز - في المطلب الشهير والمهم وهو تحويل المغناطيسية إلى كهرباء . فقد لَفَّ سلكاً معزولاً حول قضيب من الحديد المطاوع ، ووصل نهايتي السلك بمقياس جلفاني ، ووضع القضيب بين قطبي مغناطيس كهربائي ، وعند إعطاء إشارة ، أوصل مساعده ملف المغناطيس الكهربائي ببطارية . راقب هنري مقياس جلفاني فأشار المقياس إلى أن هناك قدرة فولتية ، ثم عاد المؤشر ليستقر عند صفر التدريج . وعند إشارة ثانية ، نزع المساعد وصلة الملف ، فأشار مقياس جلفاني إلى أن قدرة فولتية قد تولدت في الملف الثانوي ولكن في الاتجاه المضاد هذه المرة .

ها هو علمنا يتوصل - بذلك - إلى مبدأ التوصيل الكهربائي والمغناطيسي ، غير أنه لم يسارع بنشر كشفه هذا ، فاستحق فاراداي أن ينال هذا الشرف ، وخسر هو فضل ذلك السبق العلمي .

الخسارة الثانية: اختراع التلغراف

سل : من يكون مخترع التلغراف؟ ولن نسمع غير إجابة واحدة: إنه صموئيل مورس^(١) (شكل رقم ١٧٦) ، مع أن هنري كان قد سبقه في هذا الاختراع ، بيد أنه لم يسارع كذلك بتسجيله .



شكل رقم (١٧٦) : صموئيل فنلي بريز مورس

كما اخترع «المجدّد» Relay الكهربائي ، وبيّن كيفية استخدامه لتكرار الإشارات التلغرافية باستمرار . وعلى الرغم من أن ملايين المجدّدات الكهربائية قد صُنعت ، فيما بعد ، إلا أن الفكرة الأساسية التي ابتكرها هنري لم تدخل عليها تطويرات ، وهي استخدام مغناطيس كهربائي ليجذب قطعة من مادة مغناطيسية (تسمى درع المغناطيس) تقفل في وضعها الجديد دائرة كهربائية .

وكان التلغراف الذي ابتكره هنري لا يعدو كونه مفتاحاً وجرساً . أما تلغراف مورس فكان بمثابة آلات معقدة تؤكد دقة انتقال الإشارات وتسجيل الرسائل بطريقة مستمرة ، ولكن هذه الآلات المعقدة سرعان ما نُبذت تدريجياً حتى بقي جهاز مورس لا يعدو في جوهره جهاز هنري : المفتاح والجرس .

الخسارة الثالثة: إرسال موجات اللاسلكي واستقبالها

في عام ١٨٤٢ ، أي قبل تجارب هرتز الألماني بنحو نصف قرن ، تمكّن هنري تجريبياً من إرسال موجات لاسلكية ثم استقبالها . فقد أحدث شرراً في المعمل ولاحظ أن ملفاً ثانياً على بُعد ثلاثين قدماً استجاب باعتباره مستقبلاً ، وذلك

(١) صموئيل فنلي بريز مورس Samuel Finley Breese Morse (١٧٩١ - ١٨٧٢) : مخترع ورسّام أمريكي . بعد جهود دامت ست سنوات ، نجح مورس في اختراع نظام الإبراق الكهربائي المسمى «نظام مورس» واختراع كذلك مجموعة الرموز الإبراقية المعروفة باسم «إشارات مورس» أو «شفرة مورس» (شكل رقم ١٧٧) .

شِفْرَة مورس

ن	• —	ا	— •
خ	— — —	ب	• • • —
ق	— • — —	ث	• — • —
ر	• — • •	د	• • — —
س	• • • —	هـ	• • — • •
ت	— —	ف	• — • •
ط	— • • —	غ	• — — —
ض	— • • • —	ح	• • • •
و	— — • —	ي	• • — —
ص	— • • — —	ج	— — — •
ظ	— — • — —	ز	— • — —
ذ	• • — — —	ل	• • — •
ز	— — — —	م	— — — —
ع	— • — • —	ش	— — — —
٦	• • • • —	١	— — — — •
٧	• • • — —	٢	— — — • •
٨	• • — — —	٣	— — • • •
٩	• — — — —	٤	— • • • •
٠	— — — — —	٥	• • • • •

شكل رقم
(١٧٧) : شفرة
مورس

بمغنطة إبرة ، على الرغم من أنها لم تكن متصلة بمصدر كهربائي . وقد نشر عالمنا هذه التجربة ، ولكن أين المفر من سوء الحظ؟! لقد كان له بالمرصاد . لقد كان في هذه المرة متقدما بمراحل عديدة ، حتى أن العلماء حينئذ لم يستطيعوا فهم ماهية العمل الذي قام به ؟ .

ولكن ، وبعد فوات الأوان ، دعت تجارب هرتز الباحثين على أن يعيدوا النظر في تجارب هنري المماثلة . وقد نال هنري كل تكريم ، ولكن بعد ماذا؟ .

لقد كان على الإنسانية أن تمضي حوالي نصف قرن لكي تدرك وتقدر ما قام به هنري من بحوث وأعمال .

اكتشاف الحث الذاتي

في ربيع عام ١٧٣٨ كان بعض الرجال في أحد المعامل الإنجليزية يحاولون إجراء إحدى التجارب . كانوا قد أقاموا دائرة كهربائية ، وكان «تشارلس هويتستون» يلامس طرفي السلك الذي يتمم الدائرة ، ولم يتمكن من الحصول على شرارة . قال فاراداي : إن هويتستون يتبع طريقة خاطئة . وأضاف فاراداي بعض التعديلات إلى الدائرة وحاول أن يحصل على الشرارة لكنه لم يفلح .

... كل هذا وهناك زائر أمريكي ينتظر بصبر ، بينما عالما الكهرباء الشهيران يتناقشان حول أسباب الفشل .

وبينما كان الأمريكي يستمع إلى هذا الجدل ، أمسك بقطعة من السلك ولفها حول إصبعه كالبريمة . وبعد بضع دقائق أشار إلى أنه عندما ينتهي السيّدان ويكونان على استعداد فإنه يسره أن يوضح لهما طريقة الحصول على شرارة . وأجاب عليه فاراداي بواحدة من إجاباته الجافة اللاذعة المعتادة ، ولكن الأمريكي واصل عمله . فأضاف ملفه الصغير إلى أحد أطراف السلك . وفي هذه المرة عندما فتح الدائرة انطلقت شرارة أمكن رؤيتها بوضوح .

صفّق فاراداي فرحاً وقال : «مرحى للتجربة الأمريكية ، ماذا فعلت بحق السماء؟!» . ولو كان لهنري طبع فاراداي لأجابه : «لو كنت تقرأ ما أنشر ، وتفهم ماتقرأ ، لعرفت ما رأيت!» .

وراح عالمنا يشرح بأناة تلك الظاهرة عن الحث الذاتي .

أول... مكسب

كان المكسب الأول الذي نال عليه هنري التكريم هو كشفه الحث الذاتي .

وفي هذا الكشف كان قد استخدم مغناطيساً كهربائياً من صنعه على شكل حدوة الحصان وقطعة من الحديد الزهر أسماها ذراعاً تصل بين قطبي المغناطيس ، ولفّ حول الذراع سلكاً نحاسياً معزولاً طوله نحو ثلاثين قدماً ، يتصل طرفاه بجلقانونومتر بعد نحو أربعين قدماً . وبذلك كان لديه ملفان مستقلان تماماً ، أحدهما ملف المغناطيس وهو متصل بالبطارية والملف الآخر متصل بالجلقانونومتر .

واستعد لإجراء التجربة . . .

وكتب أخيراً يصف ما حدث ، قال : «وقفت بجوار الجلقانونومتر وطلبت من مساعدي أن يوصل البطارية المتصلة بالمغناطيس . وهنا حدثت المعجزة . انحرف الطرف الشمالي لإبرة المغناطيس ٣٠ درجة ، دالاً على مرور تيار في السلك الملفوف حول الذراع» .

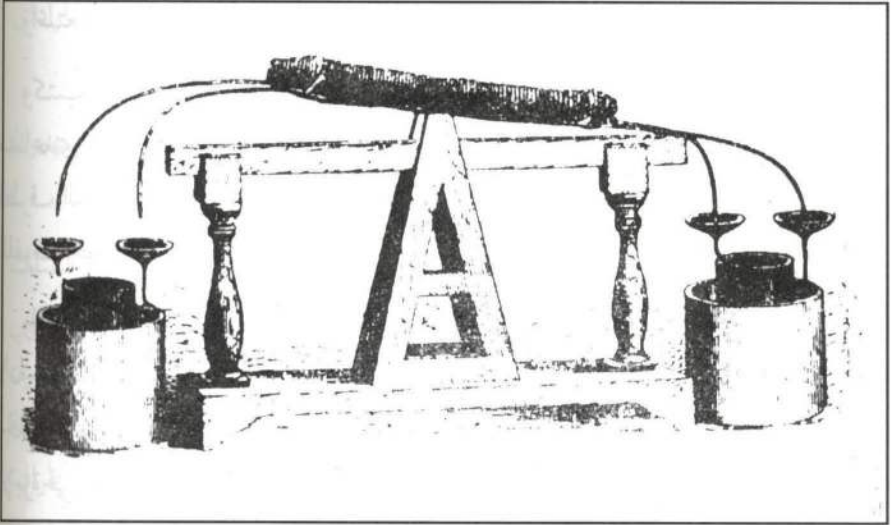
ولكن هنري لا بد أن يكون قد أصيب بخيبة أمل بعد ذلك بلحظة واحدة . لأنه على الرغم من استمرار مرور التيار في ملف المغناطيس فقد عادت إبرة الجلقانونومتر إلى وضع الصفر . ثم أشار إلى مساعده لقطع التيار . ولدهشته تحركت الإبرة في لحظة قطع الدائرة مرة أخرى ولكن في الاتجاه المضاد لانحرافها الأول .

وفي الحال ، وبالذكاء اللامح ، أدرك هنري السبب في هذا التصرف غير المتوقع ، إنه في أثناء تغير المغناطيسية في الذراع من الصفر إلى كامل قوتها عند قفل الدائرة ، وكذلك من كامل قوتها إلى الصفر مرة أخرى عند فتح الدائرة ، عند ذلك فقط يحدث شيء ما في الملف الثانوي . ولخص هذا التأثير كما فهمه على النحو التالي : «إن تياراً مؤقتاً في هذا الاتجاه أو ذاك يصاحب أي تغير في شدة مغناطيسية الحديد» .

وبذلك يكون هنري قد أثبت أن تياراً يحدث في أي سلك في مجال متغير . وبعد ذلك بقليل عمّم النتيجة ، فقد كشف أن «أي» سلك قد يعني كذلك نفس السلك الذي خلق المجال في أول الأمر .

وفي عام ١٨٢٩ كان قد لاحظ الحث المغناطيسي للتيار على نفسه - وهو ما يسمى اليوم «الحث الذاتي» . وكان استخدامه لهذه الظاهرة فيما بعد في أثناء التجربة أمام فاراداي وهويتستون هو الذي أذهل العالمين .

وها هي وحدة للكهرباء جديدة تضاف ، تكريماً لعالمنا ، للأمبير والفولت والأوم والفاراد - إنها هنري^(١) وحدة الحث الذاتي . وكانت له أول مكسب . ويُبين شكل رقم (١٧٨) إحدى مستحدثات هنري التجريبية (من رسم في عصره) .



شكل رقم (١٧٨) : إحدى مستحدثات هنري التجريبية (من رسم في عصره)

في التأتني... الندامة!!

تم ذلك الكشف الكبير ، وغيره كثر ، في أعوام متوالية قبل عام ١٨٣١ ، غير أن أول ما كُتب عنه أو عُرف لم يكتب ، من أسف ، إلا في عام ١٨٣٢ .

كان هنري يعلم أنه يشتغل بأصعب مشكلة تواجه العلماء في وقته ، كما كان يعلم أنه قد حل المشكلة قبل أي شخص آخر ، بيد أنه لم يكن لديه ثمة اتصال شخصي بالعلم كمهنة ، وكان علماء أوروبا الذين يعرف أسماءهم يبدون

(١) هنري (H) = فولت - ثانية / أمبير . فيبر / أمبير .

له كما لو كانوا في أبراج مشيئة . ومن هنا كان تردده في نشر أية نتائج لبحوثه إلا بعد تمام التثبت من صحتها . أضف إلى هذا تواضعه الناجم عن عدم إدراكه لعبقريته ، وكذلك انشغاله المتواصل الذي لا يوفر له وقتاً لكتابة نتائج بحوثه ونشرها .

وقد ظل إلى آخر أيام حياته أسفا لأنه لم ينشر نتائجه ، وكان دوماً يردد : « كان يجب أن أنشر مبكراً ، كان يجب . ولكن أننى بالوقت الكافي والجرأة اللازمة ، وكيف كان لي أن أعلم أن شخصا آخر في الجانب الآخر من الأطلنطي كان يقوم بنفس ما أقوم به من بحوث؟! » .

وكانت صدمة في مايو عام ١٨٣٢ . كان عالماً يثق بأنه يسبق العالم كله بسنين عدداً ، ولكن عندما التقط صدفة مجلة علمية بريطانية وقرأ فيها فقرتين وإذ بالمجلة تسقط من يديه! ما الأمر؟ إنه لم يعد متقدماً على أحد ، وكيف وفاراداي قد نشر كشفه المستقل عن الحث الكهرومغناطيسي . ومع أن هنري كان متقدماً على فاراداي فعلاً بسنوات ، إلا أنه شعر في ذلك الوقت أن النشر قد أصبح غير ذي موضوع ، وتملكه اليأس . بيد أن صديقاً له ألح عليه أن يرسل ملخصاً لبحوثه للمجلة العلمية الأمريكية .

وأخيراً ، وبعد أن فات الأوان ، بدأ هنري في كتابة سلسلة بحوث كان لها الفضل في مكانته العلمية التاريخية التي اكتسب معظمها بعد وفاته! .

الحساسية.. الأمريكية

لم يكن قد أتيح للعلم الأمريكي أن يحقق نصراً عالمياً منذ قام بنيامين فرانكلين ببحوثه العلمية . وكانت الجمهورية الوليدة في غاية الحساسية من السلوك الأوروبي إزاءها ، وأن أمريكا ليس لديها من ثقافة تمنحها للعالم .

لذلك ، وبدلاً من الشعور بالعطف على هنري ، فإن كثيراً من أصدقائه ومحبيه لاموه ووبخوه وأنبوه وبأقذع الصفات نعتوه . فهو غير أمين وغير وطني وغير مسؤول .

ولكن قليلين هم الذين فهموا الرجل على حقيقته . وبدلاً من مجاراتهم لائميته ، شجّعوه وعيّنوه عضواً في هيئة تدريس جامعة برنستون^(١) ، لتتاح له فرصة أفضل لإجراء بحوثه .

المدير العلمي

عندما بلغ هنري الخمسين كان يعتبر أحد قادة العلم في أمريكا ، ولكن معاصريه كانوا يعتبرونه إدارياً أكثر منه عالماً . كانوا يعرفونه مديراً لمعهد «سميثسونيان»^(٢) Simthsonian والمستشار العلمي لأبراهام لنكولن خلال الحرب الأهلية ، والرجل الذي يذهب إليه العلماء الشبان لينالوا منه التشجيع والتأييد . ولم يكونوا يعرفونه عالماً بَحَّاثاً أمضى في البحوث الكهرومغناطيسية خمسة عشر عاماً من الزمان سبق بها وفيها عصره .

وكان عالماً ، في عمله مديراً لمعهد سميثسونيان ، يتناول كثيراً من المجالات وثيقة الصلة بالعلم . فقد وضع نظاماً لإعطاء معلومات عن حالة الجو ، وهو النظام الذي تطوّر فيما بعد وأصبح مصلحة الأرصاد الجوية الأمريكية ، كما استحث «جيمس ليك» ، على تأسيس مرصده الشهير بكاليفورنيا . وكان هنري أول من قاس الحرارة النسبية للكلف الشمسي ، وتبيّن أنه أبرد من الأجزاء المحيطة به على سطح الشمس في عام ١٨٤٨ . وفي مجال التجارب الكهربائية كشف القاعدة التي تفسّر البرق المغناطيسي ، كما كشف عن الطبيعة التذبذبية للشحنة الكهربائية .

وفي عام ١٩٥١ انتُخب اسمه ليحل في قاعة مشاهير الأمريكيين .

(١) كانت تسمى «كلية نيوجرسي» في ذلك الوقت . (المحكم) .

(٢) ترك جيمس سميثسون James Smithson ، وهو كيميائي بريطاني وعالم بالمعادن ، للحكومة الأمريكية أكثر من نصف مليون دولار لتأسيس هذا المعهد كمؤسسة علمية ، علماً بأنه لم يزر أمريكا قط . قبلت الحكومة المبلغ وبه أقامت هذا المعهد في واشنطن D.C. وهو عبارة عن متحف ومنظمة بحوث . وقد قبل جوزيف هنري وظيفة الرئيس التنفيذي له .

(٧٦)

ويلهلم كونراد رونتجن

Wilhelm Konrad Roentgen

مكتشف الأشعة السينية

١٨٤٥ - ١٩٢٣



شكل رقم (١٧٩) : ويلهلم كونراد رونتجن : صورتان مختلفتان

وهل يخلو
منها مستشفى
حديث؟ فإذا
أراد الطبيب
تحديد موضع
كسر في عظم
أو ألم في سن ،
فلا مناص من
أخذ صورة محل
الداء بها ، تلکم

الأشعة السينية التي كشفها ويلهلم رونتجن (شكل رقم ١٧٩) .

وإذا سألكم سائل : ومن كان أول من فاز بجائزة نوبل في الفيزيكا؟ فلا إجابة
- أيضاً - غير ويلهلم رونتجن .

أضواء على البداية

ولد ويلهلم في السابع والعشرين من مارس عام ١٨٤٥ بمدينة «لينب» Lennep ببروسيا . كان والده فلاحاً ألمانيا ووالدته هولندية . تلقى تعليمه الأولي في هولندا ثم التحق بجامعة زيورخ بسويسرا ، حيث تعلّم على يدي الأستاذ الشهير «رودلف كلوسويسوس» . حصل على دكتوراه الفلسفة في الفيزيكا عام ١٨٦٩ من

جامعة زيورخ بسويسرا . وفي الأعوام التسعة عشر التالية اشتغل في جامعات مختلفة ، عالماً من العلماء النابهين . وعيّن في عام ١٨٨٨ أستاذا للفيزيكا ومديراً لمعهد الفيزيكا في جامعة «فيرتسبورج» .

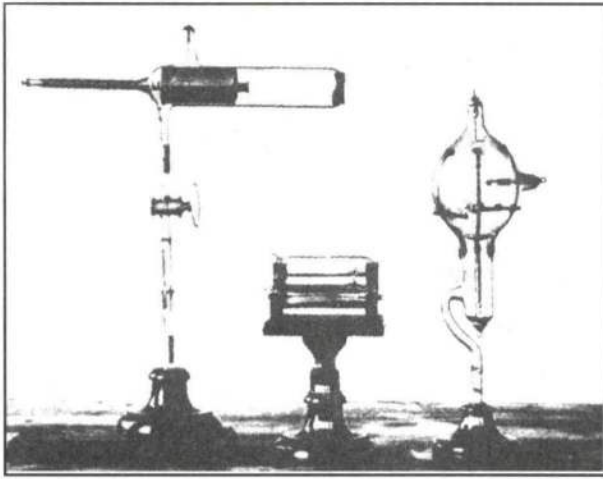
الكشف التاريخي

في معهد الفيزيكا في فيرتسبورج ، وفي ٨ نوفمبر عام ١٨٩٥ ، كان الحدث . في الزمان والمكان المشار إليهما ، كشف رونتجن عن الأشعة التي جعلته عالماً في التاريخ .

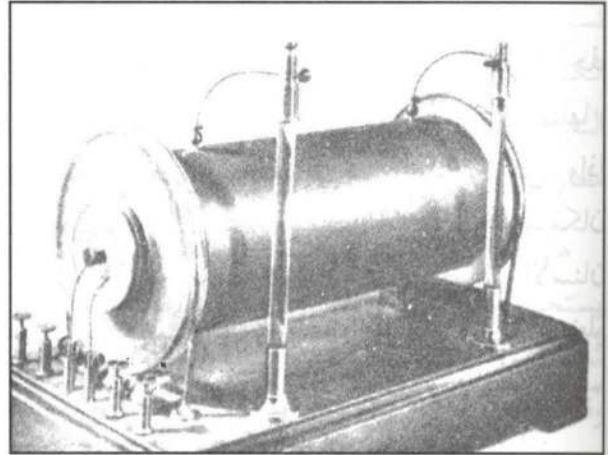
كان رونتجن يجري أبحاثاً على أشعة الكاثود ، وهي عبارة عن سيل من الإلكترونات ، ويمكن إنتاجها عن طريق تيار عال جداً بين قطبين في أنبوبة زجاجية خلت من هواء . وهي أشعة ليست لها قدرة النفاذ ، إذ قليل من الهواء يجعلها تتوقف عندما يعترضها .

غطى رونتجن الأنبوبة بورق أسود تماماً حتى لا تتسرب منها تلك الأشعة . ولكن بدت ملاحظة مدهشة . لاحظ رونتجن أنه على الرغم من تغطية الأنبوبة بكل دقة ، إلا أن ستاراً من الفلورسنت الموضوع على أحد مقاعد الغرفة قد أضاء فجأة! إنها حقاً مدهشة . إذن لنقطع التيار الكهربائي الواصل إلى الأنبوبة - هكذا فعل رونتجن . وماذا كانت النتيجة؟ - انطفأت الإضاءة من ستار الفلورسنت . لا بد إذن من أن أشعة ما قد تسربت من الأنبوبة . كان هذا هو الاستنتاج الطبيعي الذي توصل إليه رونتجن . ولكن ماكنه هذه الأشعة؟ ما هو أصلها وفصلها؟ لم يعرف رونتجن آنذاك كنهها ، لذا أطلق عليها «أشعة X» أي الأشعة المجهولة أو «الأشعة السينية» . انظر الشكل رقم (١٨٠) والشكل رقم (١٨١) .

لا بد من التفرغ إذن للبحث في خصائص هذه الأشعة . وبعد أسابيع من الدراسة المكثفة ، اهتدى رونتجن إلى أن الأشعة السينية لها خصائص كيميائية بالإضافة إلى ما تحدثه في ستائر الفلورسنت . وأنها قادرة على أن تنفذ في عدد



شكل رقم (١٨٠) :
الإنابيب التي اكتشف
بهارونتجن أشعته
السينية



شكل رقم (١٨١) : الملف
(المحاث) الذي
استعمله رونتجن
لتوليد الجهد العالي
خلال اكتشافه أشعته
السينية عام ١٨٩٥

كبير من المواد ، منها اللحم الإنساني ، أما العظام فإنها تستوقفها . وقد عرّض يده لهذه الأشعة فرأى ظل العظام على الجانب الآخر . ثم أن هذه الأشعة تمشي في خطوط مستقيمة ولا تتأثر بالمجالات المغناطيسية .

ولما كان ديسمبر من عام ١٨٩٥ كان عالماً قد انتهى من أول بحث له عن تلك الأشعة التي اكتشفها . وأثار هذا البحث اهتماماً عالمياً . وبعد شهر واحد منه عكف مئات العلماء على دراسة أشعة رونتجن .

وما هو إلا عام وتظهر ألوف البحوث في جميع أنحاء الأرض . ومن أهم

العلماء الذين تأثروا بما كشفه عالمنا ، «هنري بيكيرل»^(١) العالم الفرنسي الشهير ، وقد أدى به اهتمامه بأشعة $\times$ إلى كشفه خاصية الإشعاع . وفضلاً عن بيكيرل ، كان كلٌّ من : آل كوري ، ورذرفرد ، وبلانك ، وطومسون ، وأينشتاين ، وفرمي من المتأثرين .

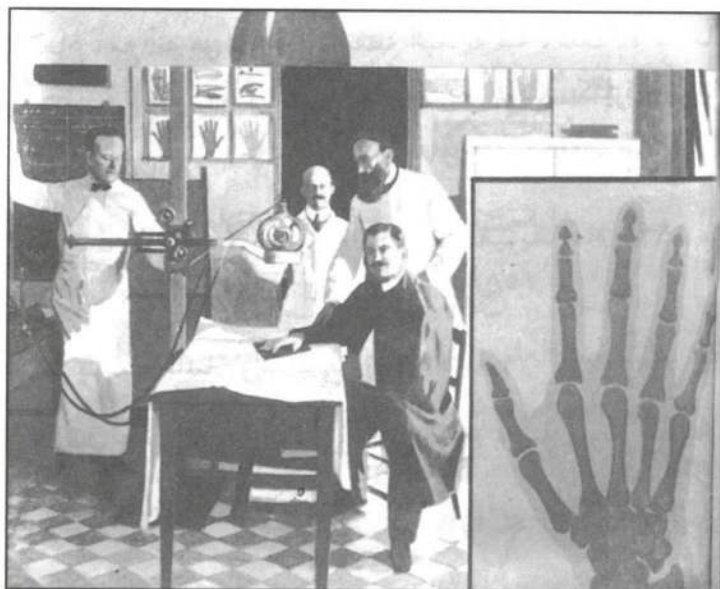
ويمكن أن يقال بصفة عامة إن الأشعة السينية إنما تتولّد عندما تصطدم الإلكترونات ذات الطاقة العالية بأي جسم ، وإن كانت الأشعة ذاتها لا تتكون من إلكترونات ، وإنما من موجات كهرومغناطيسية . وهي لذلك شبيهة بالموجات الضوئية المرئية فيما عدا أن موجاتها قصيرة .

عن الكشف والمكتشف

حينما تُكسر عظمة لإنسان ، فإن أول ما يشير به الطبيب هو ضرورة أخذ صورة لموضع الكسر بالأشعة السينية حتى يتمكن من رد العظمة بدقة لأصلها . وقد رأى رونتنجن في حياته أشعته وهي تُستخدم في مثل هذا الغرض . وإذا ابتلع طفلُ زراً أو دبوساً فإنه تؤخذ له كذلك صورة بتلك الأشعة لتحديد مكان الشيء المبتلع توطئةً لعمل اللازم لاستخراجه . كما أنها تظهر لطبيب الأسنان أيها المصاب . إذن فلأشعة رونتنجن أهمية بالغة في الطب حتى لا يكاد يخلو مستشفى الآن من وجود غرفة للتشخيص بتلك الأشعة . ويبين شكل رقم (١٨٢) حجرة التصوير بالأشعة السينية في مستشفى بباريس عام ١٩٠٠ .

وفضلاً عن الطب ، فلتلك الأشعة دورها الهام في الصناعة لمعرفة سُمك بعض المواد أو كشف ما بها من عيوب . فهي تستخدم في الطيران مثلاً للكشف عن عيوب الأجزاء المهمة في الطائرات قبل استعمالها حتى يؤمّن الطيران وتُمنع الحوادث التي كان يمكن أن تقع لولا تدارك مثل تلك العيوب . وفي الفيزيكا تستخدم الأشعة السينية في أغراض شتى ، مثل معرفة التركيب البلّوري والتركيب النووي والذري لكثيرٍ من العناصر . وفي مجال الكشف عن

(١) انظر معالجتنا التفصيلية له في جزءٍ تالٍ من هذا الفصل .



شكل رقم (١٨٢) : حجرة التصوير بالأشعة السينية في مستشفى بباريس
عام ١٩٠٠

الجريرة
تستخدم
الأشعة
السينية في
تمييز أوراق
النقد المزيفة
من مثيلاتها
الحقيقية .
وفي الصيد
تستخدم في
الكشف عن
الآلئ في
محاراتها .

هذا عن الأهمية التطبيقية للكشف ، وأما عن المكتشف فإن رونجن يستحق عليه عظيم الشناء ووافر التقدير . فقد عمل به وحده بغير مساعد ولا شريك . وكان هذا الكشف بمثابة البداية لكشوفات أخرى عديدة مهّدت لها وقامت عليه .

غير أننا في الوقت نفسه لا ينبغي أن نسرف في تقدير عالمنا . حقاً إن الأشعة التي كشفها كانت مفيدة تماماً وفي مجالات ومجالات كما بيّنا ، ولكنها - كما يرى مايكل هارت - لم تؤد إلى تغيير هائل في العلم الحديث وتطبيقاته المتنوعة كما أدّت كشوفات فاراداي مثلاً في مجال الكهرومغناطيسية . ويمكن أن يقال أيضاً إن كشف الأشعة السينية لم يكن نقطة تحول خطيرة في تاريخ الفيزيكا ، ذلك أن الكشف عن هذه الأشعة - التي تشبه إلى حد كبير الأشعة فوق البنفسجية فيما عدا أن موجاتها أقصر - يدخل في نطاق البحث التقليدي للفيزيكا . وهو ليس كالكشف ببيكرل مثلاً لخاصية

الإشعاع ، مع أنه هو الذي كان نقطة البداية فيه ، ذلك الاكتشاف الذي كان له دورٌ خطيرٌ في تطوير علم الفيزيكا واقتحامه مجالاتٍ كثيرةٍ جديدة .

التكريم والنهاية

تكريماً لرونجن ، مُنح جائزة نوبل في الفيزيكا عام ١٩٠١ ، فكان بذلك أول من فاز بهذه الجائزة العالمية الكبيرة في التاريخ .

ولم يُنجب عالماً ، وإنما تبنّى وزوجه طفلة .

ولما كان عام ١٩٢٣ ، أسلم رونجن الروح بمدينة ميونخ بألمانيا .

(٧٧)

السَّيْرُ أُولَيْضَر لُودْجْ

Sir Oliver Lodge

صاحب المباحث في البرق والصواعق

١٨٥١ - ١٩٤٠

إذا أردت مفكراً يجمع بين العلم والفلسفة ، بل ويعبر عبر جسره الخاص من العلم إلى الفلسفة إلى العالم الكائن من وراء الحس - عالم الأرواح ، فولِّ وجهك شطر لودج .

العالم.. الخزاف!

ولد أوليفر في ١٢ يونية عام ١٨٥١ . كان أبوه خزافاً . فبعث به إلى مدرسة نيو بورت فظل بها حتى الرابعة عشرة ، ثم ضمَّه إليه في عمل الخزف وكان على وشك أن يصبح خزافاً . ولكن لما وقعت في يديه مصادفة نسخة من مجلة إنجليزية تدعى «الميكانيكي القديم» ، فتحت له باب عالم جديد ، فسار في الطريق غير آبه ولا هيَّاب . وظل مع أبيه سنواتٍ سبعةً قبلما يدرك الأب أن ابنه طالب علم .

بعث الأب بابنه إلى لندن ليدرس على الأستاذ تيندال في كلية لندن الجامعة ، ويتلقى أصول العلم فيها على أساطينه . ولما كان الفتى لا يملك نفقاته فقد اضطر لإعطاء دروس خصوصية ليتمكن من موالاة الدراسة . ولعلنا ندرك مبلغ نجاحه إذا علمنا أنه في خلال سنوات خمس بعد الانتظام في الجامعة نال لقب دكتور في العلوم . ولما كان في الثلاثين ، أي بعد سنوات تسع من هجره صناعة الخزف ، عُيِّن أستاذاً للطبيعة في جامعة ليفربول .

مبدأ الضباب!

نحن الآن في يوم من أيام ديسمبر عام ١٩٠٤ ، الجو شتاء والضباب يلف مدينة برمنجهام الإنجليزية حتى لا تكاد ترى يدك إذا مددتها . وفي صحن الجامعة وقف رجل مديد القامة وقور الطلعة يفحص أسلاكاً من صنف معين ، وما هي إلا لحظات أو تكاد حتى رُويت لعلعة على مقربة من الرجل كانت إيذاناً بقفز شرارة كهربائية من قطب إلى قطب . وإذا بالضباب الكثيف تقل حدته ، وليس هناك ريحٌ تدفعه أمامها . وإذا بمباني الجامعة تبدو في الضباب اللطيف كالأشباح تنجلي رويداً رويداً على لوحة فوتوغرافية في حوض التحميض . تحوّل الضباب إلى غيم والغيم إلى سحب . وإذا الجو في صحن الجامعة صاف خال من الشوائب يحيط به الضباب من كل جانب . ثم فصل السلك الذي أحدث الشرر الكهربائي فبدأ الضباب يرتد إلى الصحن كأنه جيش يعيد الكرة على معقل أخذ منه عنوة ولكنه ينبغي أن ينتزعه ثانية! .

وبعد أيام أعيدت التجربة ذاتها في مدينة ليقربول ، فتمكن السير أوليفر لودج ، مدير جامعة برمنجهام ، من أن يُبدّد بشره الكهربائي الضباب الكثيف من بقعة طولها وعرضها وارتفاعها نحو ستين قدماً لكل .

مباحث.. في البرق والصواعق

كان الضباب ولا يزال أعدى أعداء الإنسان في السفر براً وبحراً وجواً . فكم ذهبت سيارة وجنحت عبّارة وسقطت طيارة بما فيها ومن فيها اصطداماً بجبل قريب لم يُر أو ببرج عال أو ببنية شاهقة . لذا عُنِيَ العلماء بدراسة هذه الظاهرة الجوية والبحث في أسباب مكافحتها والتغلب عليها .

والوسائل العلمية تنجب في الغالب وتتولد من المباحث النظرية .

ففي عام ١٨٧٠ أبان العالم الإنجليزي تيندال أن الجو الذي يحيط بقضيب حام من الحديد يكون خالياً من الغبار . فظن أولاً أن حرارة القضيب تحرق دقائق الغبار في الهواء الملاصق له . وقيل كذلك إن تيارات الهواء الساخنة المنطلقة من

جوار القضيب تطرد الغبار وتكسحه ، ولكن لودج أثبت في عام ١٨٨٣ أن تلك الظاهرة لا تفسر بأحد التفسيرين المتقدمين . وإنما يفسرها الفعل الكهربائي . ولإقامة الدليل العملي على صدق مذهبه قام بالتجربة المتقدم وصفها ، مثبتاً بها أننا إذا كهربنا ضباباً رست الدقائق التي تكونت عليها قطيرات الماء إلى الأرض وتبدد الضباب .

كان لودج من أيام دراسته قد وجّه عنايةً خاصةً إلى الظواهر الجوية ، وبوجه خاص إلى ما كان متصلاً منها بالكهرباء . وكتب في عام ١٨٩٢ كتاباً في هذا الموضوع عنوانه «موصّلات البرق وواقاياته» . وكانت مانعة الصواعق قد اخترعت من قبل في أمريكا على يدي العالم والسياسي الأمريكي الشهير بنيامين فرانكلين في عام ١٧٥٢ . وذاع استخدامهما على أبراج الكنائس ومداخن المعامل وغيرها من المباني العالية ، ظناً أنها تقي هذه المباني وقايةً تامةً من الصواعق . بيد أن الوقاية لم تكن تامة إذا انقضت الصواعق على بعض المباني ، على الرغم من إقامة مانعات صواعق عليها . وهنا كان لعالمنا الفضل الكبير في تحسين هذه المانعات وتطويرها لتفي بالغرض منها وفاءً تاماً ، وكم جنت هيئة البريد البريطانية من مباحثه هذه من فائدة في وقاية أعمدة التلغراف والتليفون وأسلاكهما .

البحث في الموجات اللاسلكية

كانت مباحث لودج في البرق والصواعق هي المدخل لبحثه في الموجات اللاسلكية . ولودج هو الذي اكتشف استعمال «الرابط» Coherer وهو جزء كان لا بد منه في آلة تلتقط الموجات اللاسلكية . فقد لاحظ في عام ١٨٨٩ التصاق الدقائق أو تجمعها بفعل الكهرباء . وإنه إذا انقطع التيار تفرقت الدقائق . وكان برانلي الفرنسي قد لاحظ هذه الظاهرة وصنع آلة دعيت «رابطاً» أو «مجمّعا» ، ولكنه لم يفتن إلى فائدتها ، فاستعملها لودج عام ١٨٩٤ في تبين الموجات اللاسلكية المنطلقة في الفضاء من أثرها في برادة الرابط بعد ما حسّنه حتى صار أكثر دقة وأكثر حساسية .

وبعد ذلك بعام نجح ماركوني في تجاربه اللاسلكية الأولى . وتعاون بعدها مع لودج في تحسين بعض الأجهزة اللاسلكية . ولما خطب لودج مبيناً طرفاً من نصيبه في المباحث اللاسلكية الأولى قال : « . . . ودفعاً لأية مظنة أُصرّح أنه لولا همة السنيور ماركوني ما صار التلغراف اللاسلكي وسيلة تجارية ولا كانت محطاته قد انتشرت في كل مكان من الكرة الأرضية ، ولا كان له الشأن الذي له الآن . . . ولما تمكن السنيور ماركوني في بعض تجاربه من نقل حرف S بتلغراف مورس من أيرلندا إلى أميركا نُصّب علماً في تاريخ البشر » .

حقاً إن لودج ليعتبر أحد العلماء الذين قامت على مباحثهم المستنبطات اللاسلكية الحديثة ، وإنه ندُّ هرتز ومهد السبيل لماركوني .

كنه الأثير

ماذا يملأ الفضاء؟ وماذا يربط بين الشمس في رحاب الكون؟ وبين الذرات وأجزاء الذرات؟ إن كل شيء مؤلف من أجزاء منفصل بعضها عن بعض . انظر إلى القبة السماوية في ليلة صافية الأديم ترى النجوم وقد انتشرت في كل نواحيها فاصلة بينها رحاب شاسعة . فإذا أطلقت صاروخاً في الفضاء كان احتمال إصابتك أحد الكواكب به جد عسير ، يكاد يشبه احتمال إصابتك طائراً إذا أطلقت بندقيتك عفواً في الهواء! فالرحاب الفاصلة بين الكواكب والنجوم والمجموعات الشمسية والمجرات جد عظيمة .

ولكن ما قولك في ورق هذا المؤلف؟ وزجاج ذلك المصباح؟ وخشب تلك المسطرة؟ أليس الورق والزجاج والخشب مواد متصلة الأجزاء؟ كلا . فهي في تركيبها الأساسي مؤلفة من ذرات عناصر ، والذرات مركبة من إلكترونات وبروتونات . والإلكترونات والبروتونات شحنات كهربائية غاية في الدقة ، ونسبة بعد الإلكترون عن نواته لتكاد تشبه نسبة بعد أحد الكواكب عن الشمس . فالذرة في معظمها فراغ . وفي فسحة هذا الفراغ نثرة من الكهرباء هنا ونثرة هناك .

فالانفصال آية الطبيعة في المواد ، كل المواد ، كبيرها وصغيرها على السواء .
ولولم يكن في الكون إلا المادة ، لكان الكون في أغلبه خواء .

ولكننا نعلم أن النجوم ليست بمعزل عن بعضها البعض ، فهي تنتظم في مجموعات شمسية هنا ومجموعات ثنائية هناك وعناقيد نجمية هنالك . فثمة رابط بينها ندعوه الجاذبية ، نؤمن به ولا نعلم حقيقته . إذن فالفضاء بينها يستحيل أن يكون فراغاً .

وما يصح على النجوم يصح على ما سواها من مواد . فالجزيئات والذرات والإلكترونات والبروتونات تتجمع وتتلاصق . ومهما تبلغ الفُسحات بينها فيُعقل أن تكون مملوءة بشيء يربط بينها . ويجب أن يكون هذا الشيء متصلاً . قد نختلف في تسميته : ندعوه أناً بالآثير ، وحيناً الفضاء المطلق ، وتارةً المتصل الزمكاني Space - time Continuum . ولكننا لا ريب محتاجون إلى «شيء» يتسم بتلك الصفة الأساسية ، صفة الاتصال ، والتي لا نعرف غيرها سبيلاً إلى فهم الكون فهماً متسقاً .
... هكذا يفكر لودج .

وللآثير - كما يستطرد عالمانا - صفاتٌ آخر : فهو لا يُرى ولا يُشم ولا يُسمع ولا يُلمس وإن كان بالإمكان تمويجه . فالإنسان يستطيع أن يحس ببعض تموجاته . إذ هو ينقل الضوء ولا يعيقه عن المرور كما تعيقه المادة . فله إذن وظيفتان : الأولى أن يكون رابطاً بين دقائق المادة ، والثانية أن يكون وسطاً لنقل موجات الطاقة . ثم إن الآثير لا يتحوّل ولا ينحل ، شديد الصلابة شديد المرونة ، إذ المادة تتحرّك فيه ولا تعاني أدنى معارضة أو مقاومة من احتكاكٍ أو لزوجة ! . فالآثير ليس مادة بالذات ، ومع ذلك فهو مادي ! .

وهو أداة الاتصال الكبرى ، وقد يكون أكثر من ذلك ، لأن من دونه لا يكون للعالم المادي وجود . وإذا كان في الإمكان وجود المادة من دونه فهي أشلاء . إنه

الصلة بين كل ما هو مادي ، ومع ذلك قد ينكر الناس وجوده ، لأنهم لا يشعرون به بحواسهم إلا حين يتموِّج فيبصرونه .

فلسفة في فلسفة ، وعبورٌ - على جسر الأثير - من العلم إلى الفلسفة .

وبعدما عبر لودج بالأثير من العلم إلى الفلسفة ، حلَّق به في عالم الأرواح ، إذ كان يؤمن ببقاء الشخصية وإمكانية مخاطبة الأرواح! إذ الشخصية ، عنده ، تبقى بعد انحلال الجسم المادي ويدوم تأثيرها في الأثير الذي يملأ رحاب الكون! .

تكريمٌ.... بالجملة

لقد تولَّى لودج مناصب كثيرة كما منح ألقاباً وجوائز .

فقد عُيِّن مستشاراً لإحدى الشركات الكهربائية ، وقد جنت الشركة من تطبيق مباحثه في هذا المجال فائدة كبرى . وفي عام ١٩٠٠ عُيِّن مديراً لجامعة برمنجهام الجديدة وظل في هذا المنصب حتى عام ١٩٢٠ . ومن رحاب تلك الجامعة صار عالماً قوة فعالة في نشر العلوم الحديثة بما يلقي من دروس ويؤلف من كتب . وفي عام ١٩٠٢ منحه الملك إدوارد السابع رتبة «فارس» ولقب «سير» . وأُنتخب عضواً في الجمعية الملكية . وفي عام ١٩١٣ أُختير رئيساً للمجمع البريطاني لتقدم العلوم ، ثم رئيساً للجمعية الطبيعية ، ورئيساً للجمعية النفسية ، ورئيساً لجمعية رونتجن .

(٧٨)

أنطوان هنري بيكيرل Antoine Henri Becquerl

مكتشف النشاط الإشعاعي

١٩٠٢ - ١٨٥٢



شكل رقم (١٨٣): هنري بيكيرل

كان كشفه وقفة ، بل نقطة انطلاق في تاريخ الفيزيكا تفتح أفقاً أرحب وتفتح مجالات ما كانت بفاحتها لو لم يكن عالمنا (شكل رقم ١٨٣) وأمثاله . وهو في كشفه هذا لم يكن وحيداً ، وإنما إذا الانصاف تحرّيت ، كان ثالث ثلاثة .

أباً... عن جد

ولد أنطوان في باريس بفرنسا عام ١٨٥٢ . وحصل على الدكتوراه عام ١٨٨٨ وفي عام ١٨٩٢ أصبح أستاذاً للفيزيكا التطبيقية في متحف التاريخ الطبيعي بباريس ، ومن الطريف أنه شغل نفس الكرسي الذي جلس فيه أبوه وجده لتدريس الفيزيكا من قبل ، وكذلك فعل ابنه من بعده ! .

الكشف العظيم

عمل بيكيرل فيما بعد أستاذاً في معهد العلوم بباريس . وفي هذا المعهد اهتدى إلى كشفه العظيم . لقد كشف خاصية النشاط الإشعاعي .

وقبل كشفه هذا بعام كان رونتجن قد اهتدى إلى كشف الأشعة السينية