رواد الطبيعة

بريستلى

—

لافوازييه

—

دايفى

—

فراداى

—

وغلر

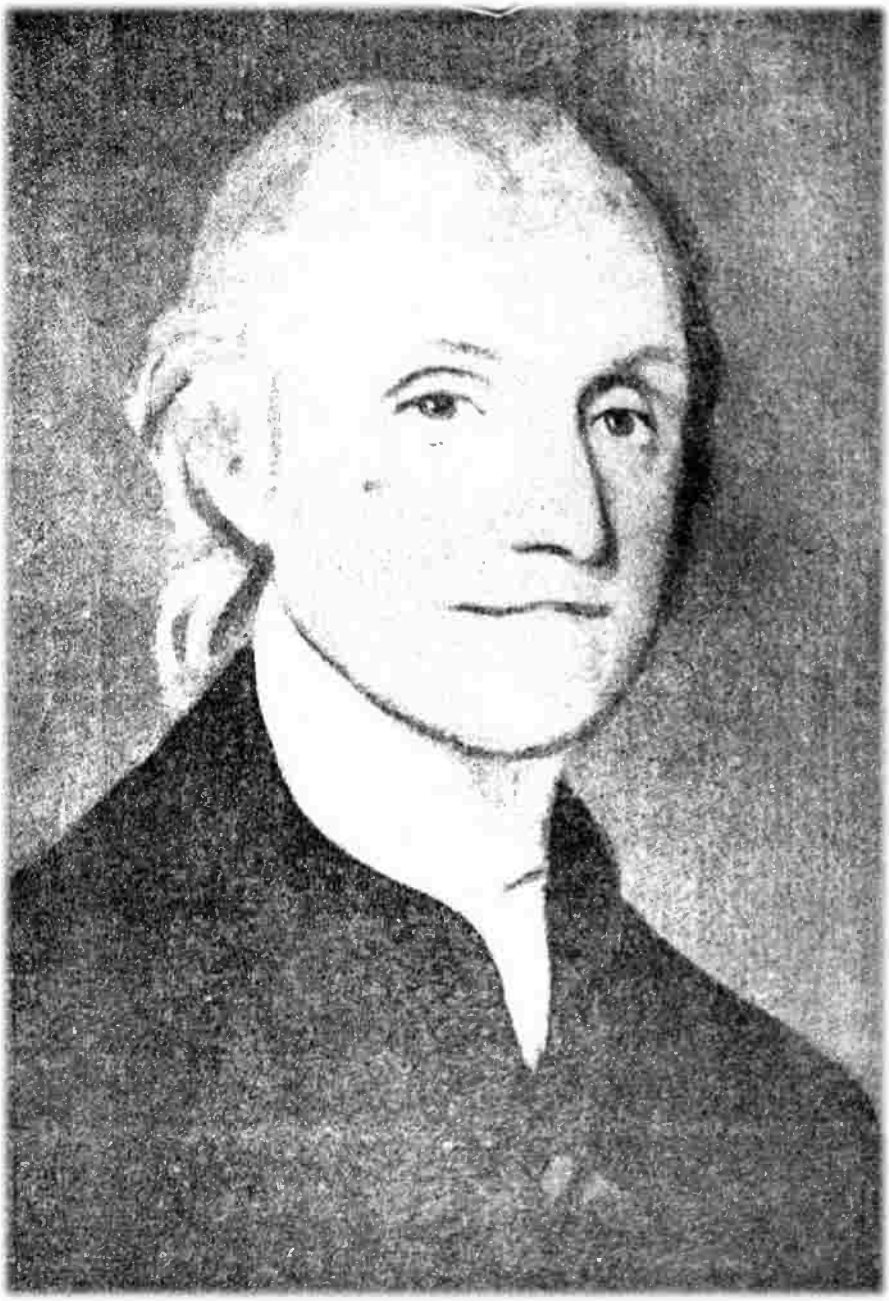
—

—

ميكلسن

—

لنجمير



پریسٹلی

پريستلي

في اوربا في العقد الاخير من القرن الثامن عشر ثورة بجناحة تمثل العروش وتقلب الاوضاع الاجتماعية ، وفي عقول الباحثين سورة تدفعهم الى البحث والاستكشاف . فهم في معاملهم مكبّون على أدواتهم القاصرة في سبيل الكشف عن أسرار الطبيعة ولكن العقول الذكية التي يحفزها الشوق الى الحقيقة ، لا تحفل بالأدوات . وأصحابها يلاقون ويلات السياسة وشدائد الاضطهاد بثغور باسمة وقلوب مطمئنة

JOSEPH
PRIESTLEY

١٧٣٣ — ١٨٠٤

لقد قرب موعد الاحتفال باكتساح الفرنسيين لمعقل الباستيل وفي مدينة برمنجهام الانكليزية ثلة من احرار المفكرين يعدّون المعدّات للاحتفال بعيد الحرية المظيم . فيجتمعون في هدوء ودعة ومن دون طبول او مشاعيل ، في دار معينة من دور المدينة . بين هؤلاء الاحرار ، قسٌّ يدعى يوسف پريستلي ، انضمّ الى اخوانه ليحيي معهم ذكرى يوم خلّده التاريخ علمًا على تحرير أمةٍ ، تربطه بها رابطة الجوار والانسانية

هوذا يوم ١٤ يوليو سنة ١٧٩١ وخارج الدار فارسان ومن ورائهما جمهور قلق صاخب . هوذا احد الفارسين يقرأ وثيقة أعدّها احد مندوبي الملك : — « ان فريق البرسبتيريان (شيعة من البروتستانت) ينوي ان يثور . فهم يدبرون الوسائل لحرق الكنيسة ونسف البرلمان . ان قصدهم ان يشملوا في البلاد نيران ثورة كثورة فرنسا . سوف يقطعون رأس الملك ويعلقونه أمامكم . لعنهم الله ففرضهم التنكيل بنا فلنسحقهم قبل فوات الأوان » . وما ترددت في الجمهور الصاخب اصداء « الملك » و « الكنيسة » حتى شبّ عن الطوق . واذ الفارسان يرقبان في جذل مدى نجاحهما في استثارة الجمهور ، اندلعت ألسنة اللهب من دار پريستلي

كان پريستلي جريئًا في تأييده لكل

قضية اقتنع بصحتها . وكانت الجمهورية الفرنسية الفتية قد انعمت عليه بلباب مجدها لما منحته رعويتها الفخرية ، على اثر الردّ اللاذع الذي وجههُ الى برك الكاتب والخطيب السياسي الانكليزي عند تهجمهِ على الجمهورية الفرنسية وتنقّصها . هجم الجمهور الثائر على دار پريستلي وسدد خطواتهِ الى مكتبتهِ فمزق كتبه وحرق مخطوطاتهِ ودمر كل أدواته العلمية تدميراً . ثم انقلب الى دار الدكتور وذرنج Withering وغيره من أصحاب پريستلي حتى اضطرّ فريق منهم ان يكتب على عتبات دورهم « لسنا فلاسفة » لينجو من ويلات الشعب . ولكن ذلك كلّهُ لم يكف الشعب الهائج . فانكفأ يطلب رأس پريستلي ودمه . على أن القسّ كان قد فرّ الى لندن . ولكن الشغب في برمنجهام دام ثلاثة أيام بلياليها ، يثير نيرانه طائفة من رجال الملك جورج الثالث اذ ظنوا ان هذا هو السبيل السويّ لارهاب اصدقاء الحرية

كان پريستلي في برمنجهام ، قبل فراره الى لندن ، عضواً في جماعة علمية فلسفية تدعى « الجمعية القمرية » لانها جرت على تناول العشاء مرة كل شهر اذ يكون القمر بدراً ، لكي يسهل على أعضائها العودة الى دورهم في ظلام الليل . وكان من أعضائها اراسموس دارون جدُّ دارون العظيم ووط المهندس الاسكتلندي وصانع أول آلة بخارية متقنة . وكانت مباحث الاعضاء تدور حول موضوعات العلم والأدب والسياسة . فلما جاء لندن شعر بألم الوحدة ، لأن معظم أعضاء الجمعية الملكية كانوا يتجنبونهُ لأسباب دينية او سياسية . فاستقال من الجمعية ، وفي نفسه مضض وحرقة . وقد كانت مقاطعتهُ فيها اشبه شيء بما فعلته الجمعيات الكيميائية الألمانية في الحرب الكبرى اذ حذفت من قوائم اعضائها الاجانب اسماء اعظم الكيميائيين البريطانيين . الى هذا الحد يبلغ جنون الناس ، حتى العلماء منهم في ازمنة الشدائد

واذ كانت مقاطعة الاورن الفرنسية تكرم پريستلي ، ابن الصوّاف الانكليزي ، بانتخابه عضواً عنها في الجمعية التأسيسية ، أقام هو قضية على مدينة برمنجهام ، طالب فيها بتعويض قدرهُ اربعة آلاف من الجنيهات . فكتب الملك جورج الثالث الى احد وزرائهِ « سرني ان پريستلي عوقب على المبادىء والتعاليم التي يذيعها . ولكنني لا أُسلم بالوسائل التي استعملها الجمهور للأعراب عن احتقارهِ لهُ » . وعرضت القضية على المحلّفين ففاز فيها پريستلي ، وتفرّغ بعد ذلك للبحث العلمي

وُلد پريستلي في ١٣ مارس ١٧٣٣ في فيلدهدْ على مقربة من مدينة ليدز بانكلترا . وكان

والداه من اتباع كلفن فاعدًّا ولدهما ليكون قسيسًا . فلما تقدم للرسامة رفض الآراء التي اعلنها في موضوع الخطيئة الاولى والعقاب الأبدي . ولكنه لما بلغ الثانية والعشرين عين قسيسًا لكنيسة صغيرة في صفوك Sufolk وجعل مرتبهُ ثلاثين جنيهًا في السنة . وكان يمقت التعليم . ولكن راتبه الضئيل حتم عليهِ ان يعلّم . فكان يدرّس في مدرسة بين الساعة السابعة صباحًا والساعة الرابعة بعد الظهر . وكان يعطي دروسًا خاصة بين الساعة الرابعة مساء والساعة السابعة .

ثم في أوقات فراغهِ كان يعني بوضع كتاب في قواعد اللغة الانكليزية . وكان ملمًّا بلغات عديدة ، منهـا — عدا لغة بلاده — الفرنسية والايطالية والالمانية والعربية والسريانية ، فلما عهد اليه بعيد ذلك في تدريس اللغات في اكادمية انشأها بعض المنشقين من احرار الدين ، حضّر خطبًا في مبادىء الكيمياء ودرس التشريح زمنًا وحاول ان يلقي فيه سلسلة من المحاضرات

فلما كان في الرابعة والثلاثين من عمره عين قسيسًا لكنيسة مِلْ هلْ في مدينة ليدز . هذا الرجل الفقير ، المكافح في سبيل العيش ، المنبوذ من المجتمع لآرائه الدينية ، المصاب بعاهة في النطق شبيهة بعاهة ديموستينيس ، كان يجد وقتًا بين الاكباب على عمله الديني والتأمل في ما وراء الطبيعة ، للنظر في شؤون الدنيا . وفي احدى زياراته لمدينة لندن اجتمع ببينيامين فرنكلن ، فحرك فيهِ هذا الاجتماع شوقًا للبحث في موضوع الكهربائية فعوّل على وضع كتاب في تاريخ الموضوع . فكان ذلك بدء سيرته كعالم . قال : « وبدا لي في خلال كتابة هذا التاريخ ان احاول تحقيق بعض الاقوال المختلف فيها وهذا قادني رويداً رويداً الى ميدان رحيب من التجارب المبتكرة فلم امسك عن انفاق كل ما استطيعه في سبيلها »

يرتد جانب كبير من شهرة بريستلي الى مصنع الجعة الذي كان على مقربة من دارهِ في ليدز . كان يقضي وقت فراغه في هذا المصنع يبحث في فقاقيع الغاز الذي يتولد في اثناء صنع الجعة فكان يشعل كسراً من الخشب ثم يقربها من فقاقيع هذا الغاز الذي لا لون له ، اذ تنفجر فوق براميل الجعة . كان ذلك العمل غريبًا في حد ذاته . فكيف بهِ اذا صدر من قس ورع ؟ لذلك كان عمال المصنع يهزون رؤوسهم استغرابًا وسخرية اذ يرونه مكبًّا فوق البراميل في حر الصيف المرهق . ولكنه لم يحفل بهم . كانت معرفته الكيميائية نزرة . ولكنهُ كان شديد الملاحظة . فلاحظ ان هذا الغاز يطفىء الكسر الخشبية المشتعلة . فظن انهُ « الهواء الثابت » Fixed air الذي حضره تاجر الخمور الاسكتلندي جوزف بلاك ، قبل ذلك بخمس عشرة

سنة ، باحماء حجر الجير في خلال بحثهِ عن دواء ناجع في اصداف القواقع ، وهي الاصداف التي شفت رئيس وزراء انكلترا ، ولپول Walpole من داء النقرس . فهل هذا الغاز الصاعد من براميل الجمة هو الغاز الذي يخرج من اصداف القواقع ويشفي من النقرس ؟ ولما كان من المتعذّر عليه ان يحصل على قدرٍ كافٍ من هذا الغاز في مصنع الجمة حاول ان يحضّره في داره . ثم حاول ان يحلّه في الماء . فوجد ان حلّه في الماء ليس بالأمر السهل . ولكن قليلاً منه يتحد بالماء ، فيجعله فوّاراً يصعب التفريق بينه وبين ماء سلتزر او ماء پريه . وتقدم إلى الجمعية الملكية منبئًا اعضاءها باكتشاف ما يعرف الآن « بماء الصودا » الذي يشرب مع الوسكي ويحلُّ فيهِ قليل من السكر وحامض الليمون فيصبح « كازوزه » فاعجبت الجمعية بقولهِ ، وطلبت اليهِ ان يعيد تجاربه امام « كلية الاطباء » فسرّ بهذه الفرصة التي اتيحت له فاغتنمها ، فلما امرَّ الغاز في الماء طلب الى بعض الحاضرين ان يذوقوا المحلول ، فدهشوا ، واقترحوا على امراء البحرية البريطانية استعماله لمعالجة الاسقربوط . ومنح پريستلي المدالية الذهبية جزاء لهُ على هذا الاكتشاف

وانكفأ پريستلي الى دارهِ يجرّب تجارب كيميائية اخرى . فحاول ان يحمي ملح الطعام مع زيت الزاج او الحامض الكبريتيك ، فحضّر مركبًا كيميائيًّا عجز عن تحضيرهِ من سبقهُ في هذه المحاولة . ذلك انه جمع الغاز الخارج من هذين المركّبين تحت ناقوس من الزجاج اسفلهُ مغموسٌ في الزئبق . ثم حاول ان يحلّ هذا الغاز في الماء فوجد الماء شديد الاتحاد بهِ لذلك عجز سابقوه عن تحضيرهِ . فانهم حاولوا ان يحضروه تحت ناقوس اسفلهُ مغمور بالماء فكان الماء يمتصهُ . ولما حلَّهُ پريستلي في الماء اكتشف الحامض الأيدروكلوريك المستعمل الآن في صناعة الفراء والجلاتين في تنظيف الاواني المعدنية

كذلك تمَّ لاحد هواة العلم ان ينفح العالم بمركبين كيمياويين من اشهر مركباتهِ المعروفة !

* * *

وكانت رعية القس پريستلي تحبّرها عناية راعيها بالانابيب والانابيق . فكأنهُ كان يعبد الهين على مذبحين مختلفين . فارتفعت همسات الاستفهام حتى اصبحت كزمجرة التذمر . ولكن پريستلي كان مشغولا عن ذلك بمباحثهِ الفتّانة فلم يسمع ما يقال . فانهُ بعد احماء ملح الطعام وزيت الزاج ، تحوّل الى ماء الأمونيا يحميهِ ، فخرج منهُ غاز ثالث لا لون لهُ ،

فجمعه كسابقه تحت ناقوس من الزجاج اسفله مغمور بالزئبق . وكان لهذا الغاز رائحة خاصة حرّيفة . وملأت ابخرة الغاز غرفته وهو مكبّ فوق الموقد يذكي النار . فكان في تجاربه تلك يستخرج للناس المعارف الدقيقة الاولى عن صفات غاز الامونيا النقي — الذي استعمل في العصر الحديث في صناعة التبريد والتثليج Refrigeration . كانت الابخرة قد احاطت به من كل جهة فاحسّ بحرقة بعينيه ، وبدموعه منهمرة ، وشمّ سكان الدار رائحتها الحريفة ، فغادروا المنزل الى الخلاء . ولكن ذلك لم يزعجه . ثم جمع بين غاز الامونيا وغاز كلوريد الايدروجين فدهش لما رأى غيمة رمادية قد تكونت من التقاء الغازين ثم جعلت ترسب مسحوقاً ناعماً ابيض اللون . هنا تفاعل كيمياوي عنيف . فالغازان الحريفان قد اتحدا فولدا مسحوقاً ابيض هو كلوريد الامونيا المستعمل في البطريات الكهربائية الجافة

كذلك اتيح للقس پريستلي ان ينفح العلم في خلال بضع سنوات بطائفة من المكتشفات الخطيرة . وهذا شجعه على انفاق كلّ ما يستطيع انفاقه من الوقت في معمله المرتجل . فآيات الكيمياء ملكت لبّه ، واذ مضى في التبشير بكلمة الله ، أخذت دوائر العلم تتسقط انباء القس الكيمياوي . وما لبث حتى دعي الى مرافقة الرائد كوك المشهور في رحلته الى البحار الجنوبية فأغرته الدعوة وكان على وشك القبول ، اذ اعترض على ضمه الى البعثة قسّ آخر ، لاختلافهما في الآراء الدينية ، فتخلف پريستلي واتمّ التجربة العظيمة التي اسبغت على اسمه ذكراً خالداً

كان پريستلي في خلال تجاربه المختلفة بالغازات قد أصبح بارعاً في تحضيرها وجمعها . فقد كان الباحثون قبله يحاولون جمع الغازات بعد تحضيرها في اكياس شبيهة بكيس البلون . وكانت هذه الطريقة صعبة التناول عقيمة لأن مادة الكيس كانت غير شفافة فلا يستطيع الباحث أن يرى بعينه ما يحدث داخل الكيس . أما پريستلي فاستنبط الطرق المستعملة الآن . أخذ زجاجة ذات فتحة واسعة وملأها زئبقاً ثم قلبها غاسلاً فتحتها في حوض من الزئبق . ثم وصل بين مولد الغاز والزجاجة بانبوب حتى اذا تولد الغاز انتقل في الأنبوب ودخل منه في فتحة الزجاجة وتجمع فيها فوق مستوى الزئبق . فاذا كان الغاز لا ينحلّ في الماء ، استبدل بالزئبق ماء . ففي هذه الناحية من البحث أبدع پريستلي اسلوباً جديداً

وكان پريستلي قد أحمى طائفة منوعة من الجواهر في لهب اتونه . فحاول بعد ما تقدم أن يحميها بجمع أشعة الشمس عليها بواسطة عدسة محدّبة وكان قد جرّب هذه الطريقة فتمكن من

حرق الخشب بها . فابتاع عدسة محدبة قطرها قدم وأخذ يستعملها في صب أشعة الشمس بواسطتها على جوامد مختلفة . فكان يضع الجسم الذي يريد توجيه الشمس اليهِ في ناقوس من الزجاج والعدسة خارجه لجمع أشعة الشمس عليهِ . ثم وصل بين الناقوس الذي يتضمن الجسم وزجاجة مصنوعة على طريقتهِ لجمع الغاز ، بانبوب ، حتى اذا خرج من الجسم الصلب غازٌ ما تمكن من جمعهِ ودرس خواصهِ

بهذه الطريقة المبتدعة حاول في يوم اول اغسطس (كان يوم أحد) سنة ١٧٧٤ أن يستخرج الهواء من مركب يعرف بـ Mercurus Calcinatus Per se وهو مسحوق احمر كان معروفاً لجابر بن حيان ، باحمائهِ في الهواء فلم يلبث حتى وجد ان الهواء يخرج منهُ بسهولة

ولكن ذلك لم يكن أمراً عجيباً . فالباحثون كانوا قد سبقوه الى استخراج الغازات من الجوامد — إلاَّ في سلزباخ بالمانيا قبل ٣٠٠ سنة واسطفان هالز الهولندي وروبرت بويل الانكليزي وشيل السويدي — وجميعهم كانوا قد سبقوه الى استخراج الغازات من الجوامد باحمائها ولكن پريستلي كان في عملهِ هذا يختلف عن اولئك الروَّاد

كان على مقربة من پريستلي في معمله شمعة مضاءة . فلما تجمع لديه قليل من الغاز سأل نفسه : « ترى أي أثرٍ لهذا الغاز في لهيب الشمعة ؟ » وللاجابة عنهُ أخذ الشمعة ووضعها داخل الناقوس الزجاجي الذي يحتوي على الغاز فلم تنطفىء الشمعة . بل على الضد من ذلك تألقت ولمعت . فسرَّ بما رأى ولكنهُ تحيَّر في تعليلهِ . وأخذ جمرةً من الفحم ووضعها في الناقوس فرآها تتطاير شرراً . وبعد قليل رأى الجمرة قد تلاشت ، فدهش . ثم أخذ سلكا من الحديد وأحماه حتى درجة الاحمرار وادخله في الناقوس فتألق السلك كأن بهِ روحاً تنفخ فيهِ . فكان لدهشته لا يدري أنائم هو أو مستيقظ

ان ادخال تلك الشمعة المضاءة في ناقوس الغاز ، كان ايذاناً بانقلاب عظيم في علم الكيمياء ولكن پريستلي حينئذٍ ما كان يدري طبيعة « الهواء » الذي أخرج من ملح الزئبق . وكان من اتباع مذهب « الفلوجستن » فحسب ان ذلك « الهواء » ليس الاَّ مركباً من الفلوجستن والتراب والحامض النتريك — ولكن ذلك « الهواء » كان غاز عنصر الأكسجين ، الذي لا مندوحة عنه لكل حيّ على سطح الأرض

كان الهواء الذي نتنفسه ، في رأي علماء ذلك العصر ، مادة بسيطة ، أو عنصراً من العناصر ،

كالذهب ، والزئبق . وكان بريستلي قد تخيَّل ان البراكين قد وأدت الهواء بنفثها غازات كانت قابلة للالتهاب في البدء ثمَّ فقدت قابليتها للالتهاب بفعل الماء ثم تنقّت وتصفّت بفعل النباتات . وخلص من ذلك الى القول بان عالم النبات هو وسيلة الطبيعة لتنقية الهواء . ذلك انهُ اذا وضعت نباتًا في غرفة مقفلة قد فسد جوّها بتنفس الحيوان والانسان أو باضاءة شموع فيها ، فلا يلبث هواء الغرفة بعد وضع النبات فيها حتى يصبح صالحًا للتنفس . وعلّل هذه المشاهدة الصائبة بقوله ان الفلوجستن إذا أضيف الى الهواء باضاءة الشمعة أو بتنفس الحيوان امتصتهُ النباتات فتنقي الهواء . على أن الطبيب دنيال رذرفورد ، الذي كان يشغل منصب استاذ النبات في جامعة أدنبره ، في ذلك العصر ، اكتشف مادتين من مواد الهواء وتمكن من ان يستخرج من الهواء مقداراً من الحامض الكربونيك ، بجعل ماء الجير ان يمتصه فتحول من ماء صاف الى سائل لبني — والتعليل الكيميائي لذلك ان اكسيد الكربون الثاني يتحد بالجير فيولد كربونات الجير وهي راسب أبيض ناعم يجعل السائل لبنيًّا — ثم وضع حيوانًا في غرفة محكمة الأقفال وجعله يتنفس فيها بعد استخراج اكسيد الكربون الثاني منه ، فوجد ان ما يبقى من الهواء نحو أربعة اخماسهِ وهو غاز لا فعل كيميائي له . هذا الغاز اطلق عليهِ شابتال Chaptal اسم نتروجين لوجوده في النترات . وكان بريستلي قد قرأ عن هذه التجارب فاحمى قطعة من الرصاص في الهواء وجلس يراقبها وهي تحمرّ رويداً رويداً فتحوّلت الى مسحوق احمر فعالجه كما عالج ملح الزئبق من قبل . فقفز فرحًا اذ بدت له النتيجة . ذلك ان الغاز الذي خرج من ملح الزئبق خرج كذلك من ملح الرصاص . فتأكد ان الظن الذي كان يخالجه وهو ان هذا الغاز — الاكسجين كما دعي بعدئذ — الذي خرج من الملحين انما جاء اولاً من الهواء

وفي ٨ ماوس سنة ١٧٧٥ بدأ هذا القسُّ الحرُّ المفتون بالبحث العلمي تجربة غريبة في قصر لورد شلبرن Chelburne في بوود Bowood . كان في الليلة السابقة قد نصب للفيران افخاخًا يستطيع ان يستخرجها منها حية . ولكن اي شأن لمعلم العقول ومهذّب النفوس بالفئران ؟ انهُ يرى فيها جلاء السرّ الغامض الذي يحيّر لبّه . ثم أخذ وعائين زجاجيين متماثلين ووضع في احدهما الغاز الخارج من الزئبق والرصاص — الاكسجين — وفي الأخرى الهواء العادي ثم وضعهما في اناءين من الماء بحيث يغمر الماء حافتيهما السفليين . وفي اليوم التالي امسك بأحد الفئران من عنقهِ وأدخله في الوعاء المحتوي على الهواء ووضعه على منصةٍ مرتفعة فوق الماء حتى

لا يفرق . وأخذ فأراً آخر ووضعهُ بالطريقة نفسها في الوعاء المحتوي على الاكسجين

وجلس پريستلي على كرسي امام الوعائين ، يعزف بالمزمار وهو يراقب الفأرين في داخل الوعائين من دون أن يعلم الى متى يدوم انتظاره . ولكنهُ وقف عن العزف فجأة اذ رأى الفأر الذي في الوعاء المحتوي على الهواء قد بدا عليهِ الضعف والاعياء . فرمى المزمار جانباً وأخذ ساعته بيدهِ فلم يمض ربع ساعة حتى سكن الفأر بعد ما فقد الشعور . فأسرع پريستلي وأخرجه من الوعاء ولكن الامر كان قد قضي وانطفأت شعلة الحياة في الفأر . فالتفت حينئذٍ الى الفأر الآخر في الوعاء المحتوي على الاكسجين . فاذا هو لا يزال يتحرك تحركاً طبيعياً ولا تبدو عليهِ أية امارة من أمارات الاعياء . ومضت عشر دقائق وپريستلي يلازمه بنظرهِ . لقد بدت علامات الضعف عليهِ ، فهو خامل بطيء الحركة . فسارع اليهِ پريستلي وأخرجهُ منهُ وهو يحسبهُ ميتاً ، ولكن قلبهُ لا يزال ينبض نبضاً ضعيفاً . فقرّبهُ من النار ليدفيء جسمه البارد فلم تنقض بضع دقائق حتى عادت الحياة تدبُّ في عروقهِ . فطار پريستلي فرحاً ودهشة . فالفأر الثاني قضى في الوعاء نصف ساعةٍ قبلما بدت عليهِ اعراض الاعياء في حين ان الاول مات في نحو ربع ساعة

ما تعليل ذلك ؟ هل الاكسجين أنقى من الهواء العاديّ ، او هل يحتوي الهواء العاديُّ على مادة قاتلة للحياة . او لعلَّ ما حدث اتفاق لا يجوز الحكم عليهِ ؟ لم يغمض لپريستلي في تلك الليلة جفنٌ ، وهو يفكر في مسألة الفأرين والأكسجين . وخلص الى وجوب اعادة التجارب ليتثبت من صحة ما رأى وانهُ عام شامل الفئران جميعاً . وهذه التجارب اقنعتهُ بنقاء الاكسجين وفائدتهِ . ولو شاء لوقف في تجاربه عند هذا الحدّ ولكنه كان عالماً مطبوعاً فعزم ان يجري التجربة نفسها عليه . فاستنشق قليلاً من الاكسجين فأحسَّ أن تنفُّسه خفيف قال : شعرت ان تنفسي ظلَّ خفيفاً برهة بعد التجربة . ومن يدري ان هذا الهواء النقيَّ لا يصبح في المستقبل من المواد الكمالية المطلوبة فلم يجربه حتى الآن احد غيري وغير الفئران » كذلك رأى پريستلي حينئذٍ بعين الخيال استعمال هذا « الهواء النقيّ » قال : « وقد يثبت ان الرئتين تحتاجان اليهِ في بعض الأمراض » ونحن نعلم الآن ان الأكسجين يستعمل في اصابات النزلة الصدرية اذ يحتقن جانب من الرئتين ويصبح الباقي سليماً منهما ، غير كاف لحاجة التنفس . ثم ان رجال مكافحة الحريق حيث تكثر الغازات الخانقة وطوائف رجال الانقاذ الذين يدخلون المناجم ، والطيارين الذين يحلقون الى مرتفعات شاهقة ، يحملون اسطوانات تحتوي

على غاز الاكسجين لاستعماله لدى الحاجة اليهِ . رأى پريستلي هذا قبل قرن ونصف قرن . ولكنه رأى كذلك ان استعمال الأكسجين بدلاً من الهواء ، من دون ضابط قد يفضي الى الخطر فقال ما معناه : كما تحترق الشمعة في الأكسجين اسرع مما تحترق في الهواء كذلك اذا تنشقنا الاكسجين صرفًا بدلاً من الهواء فقد تنقضي حياتنا اسرع مما تنقضي لو تنشقناه مختلطاً بسائر غازات الهواء

ومضى المكتشف في امتحان نقاوة الغاز الذي اكتشفهُ . فخطر لهُ في اثناء ذلك خاطر عمليٌّ إذ رأى في استعمال الاكسجين وسيلة لزيادة قوة النار تجعل الوقود يشتعل بالاكسجين بدلاً من ان يشتعل بالهواء . وجرَّب هذه التجربة بمشهد من صديقه مجلاَّن سليل الرائد المشهور إذ أخذ كيسًا من الرقّ وملأه اكسجينًا ثم جعل يضغط على الكيس فيخرج الاكسجين من فتحته و يهبُّ فوق قطعة مشتعلة من الخشب . فيتحول لهيبها الضئيل الى لهيب متأجج . في هذه التجربة جرثومة الاستنباط الحديث الذي يستعمل في لحام الفلزات . وفي هذا السبيل فقط يستعمل اليوم ، الف مليون قدم مكعبة من الاكسجين كلّ سنة

كان لورد شلبورن قد منح پريستلي معاشًا سنويًا قدره ٢٥٠ جنيهًا و بيتًا صيفيًا في كالن وآخر شتويًا في لندن على ان يبقى ملازمًا لهُ مديراً لمكتبهِ ورفيقًا ادبيًا له . ودامت هذه الصلة ثماني سنوات اتمَّ پريستلي في خلالها اهم تجاربهِ . فلما سافر لورد شلبورن لزيارة بلدان اوربا صحبه پريستلي وفي باريس عرَّفه مجلاَّن بلافوازييه اشهر كيمياوي فرنسا . وفي معمل لافوازييه بسط پريستلي امام جماعة من الفلاسفة الطبيعيين اشهر النتائج التي وصل اليها . وإذ كان يتناول طعام العشاء مع لافوازييه لم يخفِ شيئًا عنه وهو لا يدري حينئذ الى اى انقلاب في الكيمياء سوف تفضي هذه الحقائق على يد مضيفهِ . فاصغى لافوازييه الى كل كلمة قالها ولما خرج الانكليزي اسرع الفرنسي الى معملهِ ، وأشعل ناره وأعاد تجارب القسيس العالم

كان الصينيون قد ذكروا شيئًا في الهواء يدعى « ين » يتحد بالكبريت و بعض الفلزات وكان ليوناردو ده فنشي ذلك العبقري الايطالي المتعدد النواحي قد كتب في القرن الخامس عشر أن الهواء مركب من مادتين . ولكن پريستلي استخرج بسحر كيميائه الاكسجين الذي لا يُرى ، من الهواء ، وبذلك كان أول من حلَّ مشكلة تركيب الهواء حلاً علمياً ، وأثبت وجود أكثر العناصر وجوداً في الأرض وما عليها . ان مشكلة تركيب الهواء ، حالت دون

تقدُّم الكيمياء قروناً ، فمثَّلها هذا الرجل الذي يتمثَّل فيه النشاط العقلي في عصره . وكان اكتشاف بريستلي للاكسجين حدًّا من الحدود الفاصلة في تاريخ الكيمياء

* * *

في أول اغسطس سنة ١٨٧٤ احتفل بمدينة برمنجهام بانقضاء مائة سنة على هذا الاكتشاف العظيم فأزيح الستار عن تمثال بريستلي . وعلى نحو ثلاثة آلاف ميل من برمنجهام اجتمعت طائفة من الكيمياويين الاميركيين في مقبرة ببلدة نورثمبرلند بولاية بنسلفانيا وأرسلت برقية من هناك الى المحتفلين ببرمنجهام لانَّ بريستلي مات ودفن في اميركا !

هجر بلادهُ لانه عاد في آخر حياته لا يطيق المعيشة فيها . فالصحافة كانت تكيل له الطعن ، وبرك الخطيب والكاتب السياسي تهجَّم عليه في مجلس العموم لانه أيَّد قضية الجمهورية الفرنسية ، ثم جعل أصدقاؤه في العلم يتجنبونهُ . ففضل وهو في الستين من العمر الهجرة إلى اميركا . فدخل نيويورك دخول فاتح عظيم . واستقبله في مرفأها حاكم الولاية ومندوب جامعة كولومبيا . وأرسلت اليه جمعية تاماني السياسية وفداً قال خطيبهُ في ترحيبه « ان أسلافنا الأكارم هاجروا كما هاجرت فراراً من اضطهاد التعصب والاستبداد . لقد فررت من ذراع العنف الغاشمة ، من لهب التعصب وسوف تجد ملجأ في أحضان الحرية والسلام والاميركيين » . وقد أكرمته اميركا أمة وأفراداً فدعاه فرنكلين للاقامة في فيلادلفيا وطلبت اليه جامعة بنسلفانيا أن يتولى منصب استاذ الكيمياء فيها . ولكنه فضل حياة السكينة في بلدة نورثمبرلند ولم يغادرها إلاَّ ليقرأ بعض رسائله العلمية في الجمعية الاميركية الفلسفية بفيلادلفيا ويتناول الشاي مع جورج وشنطون . وفي آخر سنة ١٧٩٧ تمَّ بناء معمله الخاص بالتجارب الكيميائية وفيه اكتشف غاز اكسيد الكربون الأول

وفي الساعة الثامنة من يوم الاثنين في ٦ فبراير سنة ١٩٠٤ كان القس الشيخ في سريره وهو يعلم أن حتفهُ قد دنا . فطلب ثلاث رسائل كان قد اشتغل باعدادها ، فأعاد النظر فيها وأملى على كاتبهِ ما يريده من التعديل فيها . ثم طلب اليه أن يعيد ما طلبه منه ففعل ، فتجهَّم وجههُ قليلاً وقال : لقد كتبتَ ما أمليته عليك بأسلوبك أنت . وأنا اريده بأسلوبي » ثم أعاد تمليانهِ كلمة كلمة فلما قرئت عليه ثانية اكتفى وقال : « انتهيت الآن » وبعد نصف ساعة أسلم الروح

لافوازييه

الجماهير في باريس هائجة مائجة، والحفائظ منطلقة من الصدور كالقنابل، والأرهاب مخيّم فوق حياة المدينة، كالضباب الثقيل ينعقد في الجوّ فيرهق النفوس، فالناس تتهامس وتتفضل المنعطفات وحلك الليل على الشوارع ووضح النهار. لقد أُخِذ الملك والملكة من القصر إلى المقصلة، وأقام زعماء الثوّار في قصر التويلري يصدرون الاوامر بالقبض على هذا وتنفيذ الاعدام في ذاك

A. LAURENT
LAVOISIER

١٧٤٣ – ١٧٩٤

في هذا الجوّ المرهق كان أحد علماء باريس، مُكبّاً على أنابيبه وأنابيقه في معمله الكيميائي. كان هذا العالم رجلاً تحدجهُ العيون، لأن الملك كان قد أدناه وأعلاه. كان هو قد أنفق جانباً كبيراً من ثروته ونشاطه في خدمة فرنسا. ولكن الصدور كانت موغرة في تلك الايام. وكان أعداؤه كثراً لأنه من طبقة الأشراف ومع ان شوارع المدينة كانت تعجّ بالثوار، والنفوس كظيمة تخشى همسة الريح لئلاّ تكون اشارة لخطر محدق، وأعداء الرجل يعدّون المعدات و يدبرون الخطط للقضاء عليه، مع ذلك كلّه ظلّ هذا الرجل ملازماً معمله يراقب في سكون وصفاء ذهن، تجربة كان قد أعدّها لسيجان معاونه، ويملي على زوجته الغانية مذكراته العلمية

كان سيجان هذا جالساً في كرسي، يحيط به كيس من الحرير المطليّ، لا يدخله الهواء ولا يخرج منه. وكان في الكيس قبالة فم الرجل شقّ للتنفس، وكان يتصل بهذا الشق انبوب يفضي إلى انبيق من الزجاج وكان اتصال الأنبوب بالشق محكماً كل الاحكام بواسطة الزفت والتربنتينا. فكان كل ما يفرزه جسم سيجان من عرق أو غيره، يبقى في الكيس، إلاّ ما يخرج من رئتيه عن طريق التنفس. فكان الهواء الذي يزفره ينتقل في الأنبوب إلى الأنبيق الزجاجي، لكي يحلل تحليلاً دقيقاً

وكذلك نرى أن لافوازييه كان يبحث

حينئذ في أفعال التنفس والافراز ، فكان يزن بأدق الموازين في فرنسا ، سيجان قبل دخوله الكيس و بعد خروجه منه ، والهواء الذي يزفره والكيس قبل التجربة و بعدها وكان لافوازييه يثق بموازينه ثقة عمياء . ولكن لم يتح لهُ ان يتمّ هذه التجارب . ذلك انهُ وهو يراقب زميله و يملي على زوجته ، فتح الباب فجأة ، فتحًا عنيفًا ودخل رجل يرتدي على رأسهِ قبعة الثوار وتبعه جنود المحكمة الثورية ، ومن ورائهم جمهور صاخب . كان الرجل على رأس الداخلين مارا Marat « صديق الشعب » كما لذَّ لهُ ان يدعو نفسه . فما وقعت عينه على لافوازييه حتى صاح بالعالم مشهّرًا بهِ ، داعيًا اياهُ صديق الملك عدوّ الشعب ، مناديًا بالقوم ان الرجل جدير بأن يشنق على عمود مصباح

وكان لافوازييه قد غاظ هذا الرجل من قبل ، اذ حاول هذا ان ينتخب عضوًا في اكادمية العلوم ، فأثبت لافوازييه ، ان الرجل ليس كفوءًا من الناحية العلمية لهذا الشرف العظيم . وتقدم مارا فقرأ على لافوازييه الوثيقة المشتملة على قرار القاء القبض عليه . فأصغى اليها العالم في طمأنينة ، وتقدم الى زوجه يودعها الوداع الاخير ، والى صديقهِ سيجان ، فألقى اليه بمذكراته العلمية ليحتفظ بها . ثم سار مع الثوار

وفي مايو سنة ١٧٩٤ دعي امام اللجنة المالية في محكمة الثورة فحوكم وحكم عليه ، وحاول بعض اصدقائه التوسط لاخلاء سبيله ، فذكَّرهم رئيس المحكمة ، بأن لافوازييه من اعاظم رجال العلم ، وانه انفق خير سني حياته في خدمة بلاده ، فرد عليه الرجل بلسان من نارٍ ، « ليست الجمهورية في حاجة الى العلماء »

وكان الحكم عليه بالاعدام ، وليس لذلك الحكم مردٌّ . فنقل في عربة الى ميدان الثورة وحزت عنقهُ مع ستة وعشرين آخرين فكان هو الثالث وكان حموه الرابع . فقال العالم لاجرانج الرياضي الشهير ، حينئذٍ : « لقد استغرق حزُّ عنقه دقيقة من الزمان او بعض دقيقة ولكننا قد نحتاج الى قرن كامل قبل ان ننجب عالمًا آخر مثله » . وكذلك لقي لافوازييه — أعظم مجدّد في علم الكيمياء — حتفه . وأنت لو بحثت عن مدفنه اليوم ، لما عثرت عليه لأن جثته ضاعت ، في تلك الفترة المحمومة

قبل ذلك بشهر واحد كان بريستلي الكيمياوي البريطاني ، وند لافوازييه وصديقه قد فرَّ من وجه الاضطهاد في بريطانيا . ولكن بريستلي ، كان قد أتمَّ عمله أو كاد . أما لافوازييه

فأعدم وهو لا يزال أكمل ما يكون عقلاً وأخصب ما يكون انتاجاً علمياً . ونحن اذا تطلعنا إلى مدى قرن ونصف من تطور العالم ، حكمنا بأن أعظم جريمة ارتكبت في خلال الثورة الفرنسية ، انما كانت اعدام لافوازييه ، لا اعدام الملك لويس السادس عشر

* * *

كان القرن الثامن عشر ميداناً لجهاد طائفة من الكيمياويين يشتغلون بالبوتقة والانبيق والميزان ، فيجمعون الحقائق حتى كثرت كثرة تحتاج الى تنظيم وترتيب وادماج في صلب فلسفة كيميائية عامة. ولكن الضربة الكبرى التي صدت تقدم الكيمياء نحو هذا الغرض هي ان نظرية « الفلوجستون » كانت المحك ، الذي تمتحن به كل حقيقة كيميائية جديدة . فالفلوجستون ، كان في نظرهم « عنصر الاحتراق » وكل مادة كانت مركبة من هذا العنصر وعنصر آخر ، ماء كان أو تراباً أو حامضاً . فمدى الاحتراق في أية مادة من المواد ، مرهون بمقدار ما فيها من عنصر الفلوجستون . والاحتراق انما كان ، انطلاق الفلوجستون ، من المادة المحترقة . وقيض لهذه النظرية رجال وسّعوا نطاقها ، فأصبحت المبدأ الأساسي في نظر علماء القرن السابع عشر ، لكل تفاعل كيميائي . ولما قيل لهم كيف يثقل الجسم المحترق مع ان شيئاً يخرج منه بحسب قولكم ، قالوا الفلوجستون يخفف وزن الجسم، إذ يكون فيه ، فاذا خرج ثقل ذلك الجسم ! وهذا من أبدع الأمثلة على مدى ما يذهب اليه العقل البشري من العنت في سبيل تأييد فكرة سابقة

فلما ظهر لافوازييه كانت الكيمياء في حاجة إلى تجديد ، لشدة ما أصابها من الركود بتمسكها بنظرية الفلوجستون فدوّى صوته في المعامل والأندية العلمية ، وكان لكلامه وقع كبير ، لبراعته كعالم ، ومقامه في محافل السياسة . فكان بذلك أكبر داعية للكيمياء الجديدة، ولم يذهب صوته صرخة في وادٍ . قال فيه ليبغ الكيميائي العظيم : « لم يكتشف لافوازييه جسماً جديداً ، ولا خاصة جديدة ، ولا ظاهرة كانت من قبل مجهولة . ان مجده الخالد قائم على انه نفخ في جسم العلم روحاً جديدة »

* * *

كان عقله صافياً منظماً ، لأنه نُشّيء تنشئة علمية ، في الرياضة والطبيعة . وكان والداه يرغبان في أن يدرس القانون ، ليبلغ في حكومة بلاده أعلى المناصب ، التي كادت تكون حينئذ

وقفاً على الأشراف ومن اليهم . ولكنه انصرف الى العلم . ذلك ان رجلاً يدعى غيّوم رويل Rouelle — وكان مبيداً في حديقة النباتات — ترك في نفسه أثراً عظيماً . وكانت العادة قد جرت ، أن يحاضر استاذ الكيمياء في النظريات والمبادىء من دون أن يجرب تجربة ما . وكان استاذ الكيمياء في ذلك العهد رجلاً يدعى بوردليه ، فكان اذا ألقى محاضراته ختمها بقوله « يا سادة هذه هي المبادىء واني أترك للمبيد أن يبرهن عليها بتجاربه » . فاذا خرج بوردليه هذا ، دخل رويل ، فيستقبله الطلاّب بالتصفيق . وكان كرام باريس يجيئون لسماعه . وعندئذ يشمر عن ساعديه ، وينصرف الى تجربة التجارب البارعة ولكن التجارب كانت تنقض مبادىء الاستاذ بدلاً من أن تؤيدها . كل هذا ولافوازييه جالس مع الجلاّس وكأنه مأخوذ ، برقية ساحر . ولم ينس في حياته قط ، كيف تحمس رويل ذات يوم فنزع شعره العاري وعلقه على الماء قربه ، ثم خلع صدرته وخرج من الغرفة مسرعاً ، يبحث عن إحدى الأدوات التي نسيها ، ولكنه لم ينس أن يمضي في محاضراته في خلال خروجه من الغرفة وايابه اليها . وفي إحدى الرحلات العلمية التي رحلها لافوازييه لقي لينيوس المواليدي الاسوجي العظيم ، فقرر قراراً حاسماً ، أن يجعل العلم طلبته في الحياة

***

وكذلك أكبّ لافوازييه على البحث . فكان يقضي يوماً كاملاً كل اسبوع في معمله لا يخرج منه ، وعلاوة على ذلك كان يعمل في فرنه الكيميائي ، كل يوم من الساعة السادسة صباحاً الى التاسعة ثم من الساعة السابعة مساء الى العاشرة . وما كان يبيح لنفسه التوسعة في الأكل . فجعل قوام غذائه اللبن والخبز ، توفيراً للوقت . فكتب اليه أحد أصدقائه حينئذ في استملاء الحكيم المحذر قائلاً : « انني أتوسل اليك أن ترتب دروسك على أساس أن سنة واحدة تضاف إلى عمرك خير لك من مائة سنة في ذاكرة البشر »

ولكن لافوازييه كان يعمل مدفوعاً ، بحب الامتحان والكشف ، لا يفكر في الحاضر ولا في المستقبل . والتاريخ لا يهمل على الاطلاق ، طال الزمن ما طال ، رجلاً أخلص للحقيقة ومن يجهل لافوازييه من طلاّب الكيمياء الآن !

ما أشرف لافوازييه على الخامسة والعشرين من عمره ، حتى كانت رسائله العلمية ، قد بلغت أكادمية العلوم ، وكانت موضوعاتها متباينة ، من التنويم المغناطيسي ، إلى صنع كراس

للعرض واستنباط أساليب لإنارة شوارع باريس . وما لبث أن نال ما هو جدير به من المقام إذ انتخب عضواً في ذلك المجمع الجليل . وفي خلال ذلك تعرَّف برجل يدعى بولز Paulze من الأشراف فكان يثوب الى داره حيث يجتمع بأكابر الرجال مثل لابلاس العالم الفلكي العظيم — صاحب النظرية السديمية — وفرنكلن العالم والسياسي الاميركي ، وكندورسه الرياضي والأديب ، وترجو الاقتصادي الفرنسي المعروف . وما لبث أن تعرَّف إلى إبنة بولز فأحبها وأحبته . وشجع والدها تمكين الصلة بينهما ، لأن لافوازيه كان من أجدر الشبان الفرنسيين بالزواج من ابنته . فلما تزوجا أصابا في الزواج نعمة ، مكنت لافوازيه من متابعة مباحثه العلمية

* * *

كان أول بحث كيميائي قام به لافوازيه تحليل الجبس ثم حوَّل براعته في التجربة العلمية إلى مهاجمة تلك الفكرة القديمة القائلة ، بأن المياه تتحوَّل الى تراب وصخر . كان طاليس الفيلسوف اليوناني قد قال هذا القول ، وارجع جميع الكائنات إلى مصدر واحد هو الماء فجاراه الناس الى أواخر القرن الثامن عشر ، وقالوا أن التراب والحجارة تتولَّد من الماء بالتبخر . وكانوا قد أقاموا الحجة على ذلك ، بأخذ الماء في أوعية ، وغليه حتى يتبخر ، فاذا هو يترك في قعر الوعاء مادة ترابية قاتمة ، فقالوا لا شكَّ أنها تولَّدت من الماء ! وأدهى من ذلك تجربة رجل يدعى فون هلمونت . أخذ صعدة من الصفصاف تزن خمسة أرطال . وغرسها في اناء يحتوي على مائتي رطلٍ من التراب . وكان قد جفف التراب ووزنه قبل غرس الصعدة فيه . وترك الصعدة في الاناء خمس عشرة سنة ، لا يغذيها إلاَّ بالماء . فأصبحت الصعدة شجرة ، وزاد وزنها من خمسة أرطال الى ١٦٩ رطلاً . ولكن وزن التراب في الاناء لم ينقص إلاَّ أوقيتين . فقال : أليس هذا برهان على أن الماء قد تحوَّل الى مادة جامدة في الشجرة تزن ١٦٤ رطلاً !

لكن لافوازيه أدرك وجه الخطإ في هذا الكلام . فقال ، ما زالت فائدة الكيمياء ودقتها تتوقفان على الوزن الدقيق لجميع المواد الكيميائية المستعملة في التجارب ، فاننا لا نغلو مهما بالغنا في التدقيق حين وزن هذه المواد

فاستعار من دار النقود الفرنسية ، أدق موازينها وأخذ وعاءً زجاجياً دقيق في تنظيفه كل التدقيق ثم صبَّ فيه قدراً معيناً من الماء قطَّره في وعاء آخر كان قد نظف كذلك ووزن . وكذلك وجد كما كان يتوقع مادة ترابية قاتمة في قعر الوعاء الزجاجي الأول . ثم وزن الوعاء

الأول بما فيهِ التراب ، وطرح منه وزن الوعاء نفسه فعرف وزن التراب . ثم وزن الوعاء الثاني بما فيهِ الماء وطرح منه وزن الوعاء نفسه فعرف وزن الماء . ثم قابل وزن الماء المقطر ووزن المادة الترابية بوزن الماء قبل تقطيره ، فوجد الوزنين متعادلين . واذا فالمادة الترابية جاءت من الماء — لا ريب في ذلك

ولكن . . . هل كانت هذه المادة الترابية محلولة في الماء ، أو هي ماء تحوّل الى مادة ترابية؟

أخذ انبيقاً زجاجياً معقوف العنق . ووضع فيهِ قدراً معيّناً من ماء المطر المقطّر وسدّ فتحتهُ . ووضع الانبيق على النار ، وترك الماء المقطّر يغلي فيهِ مائة يوم متواصلة و بعد مائة يوم رأى في الماء بضع دقائق جوامد لم تكن هناك قبلاً . ثم وزن الانبيق وما فيهِ . فلم يجد انهُ نقص وزناً . ثم وزن الماء المقطر من دون الجوامد التي رآها فيهِ . فوجد ان وزنه لم يتغير . ثم وزن الأنبيق وحده من دون الماء أو الجوامد المذكورة ، فوجد أن وزنه نقص نقصاً يسيراً . ثم وزن هذه الجوامد ، فوجد وزنها ، يعادل النقص في وزن الانبيق

* * *

ليس لهذه الحقائق إلا تعليل واحد . الدقائق ترجع الى زجاج الانبيق . أما الماء فان يتحوّل الى تراب . وكذلك قضى لافوازييه بميزانهِ على فكرة خاطئة طال عليها القدم

ولكن فكرة الفلوجستون ظلّت تفاق بالله . فحللها وشرّحها ووجدها لا تستقيم ؛ ولكنه في تسرعهِ اقترح فكرة اخرى تحلّ محلها ، اذ اخذ بفكرة « الحرّة Caloric » مجارياً قول من قال ان الحرّة سيّال خفي . بيد ان القول « بالحرّة » لم يقنعه وانما هو قال بها لينقذ الكيمياء من سخف الفلوجستون فوقع في سخفٍ آخر . وظلت ظاهرة « الاحتراق » تسترعي عنايته ، وهو لا يرى في الحرّة تعليلاً لها . فصمم ان يصرف جهده الى البحث في الاحتراق وتعليلهِ . فقال : « يجب أن لا نثق الاّ بالحقائق . فالطبيعة ، تقدمها لنا وهي لا تخدع . وعلينا أن نخضع تفكيرنا في كل حال لامتحان التجربة . ففي حال الاشياء التي لا تُرى ولا تحسّ يجب أن نحذر من قفزات الخيال الى ما وراء حدود الحقيقة » ولما كان غنيّاً ، لا يرهقه الانفاق لم يضن بمال أو بجهد في سبيل توفير أسباب البحث

وبعد سنوات من البحث وصل الى نتيجة . فقام الى مكتبه وكتب مذكرة بعث بها الى اكادمية العلوم ، وطلب أن تظل مطوية الى أن يتم التجارب التي بين يديه ، في هذه المذكرة قال:

اكتشفت من اسبوع إن الكبريت يزداد وزنًا عند احتراقه . وكذلك الفصفور . فهذه الزيادة في الوزن صادرة من مقدار كبير من الهواء . واني لمقتنعٌ ان الزيادة في وزن الاكاسيد (كان لهذه المركبات اسم خاص حينئذ لان الاكسجين لم يكن قد كشف) يرجع الى السبب نفسه . ولما كان هذا الاكتشاف من اهم ما كشف بعد بخر Becher رأيت من الواجب عليَّ ان أضع هذه الرسالة بين يدي سكرتير الاكادمية على أن تبقى سرًّا حتى انشر نتائج تجاربي »

وكذلك استطاع لافوازييه ، أن يثبت لنفسهِ حق التقدم في هذا الاكتشاف الخطير

كان ذلك في أول نوفمبر سنة ١٧٧٢ ، ولم يكن بريستلي ، حينئذ ، قد وجّه أشعة الشمس الى الزئبق الاحمر (اكسيد الزئبق) وكان الاكسجين ما يزال من مكنونات المستقبل . ومضى لافوزاييه ثلاث سنوات يبحث عن سرّ النار او عن حقيقة الاحتراق

وفي اكتوبر سنة ١٧٧٤ ، جاء بريستلي الى باريس ، وزار لافوازييه في معملهِ وبسط له نتائج مباحثهِ ، وكان ماكيه Maequer يقوّم ما اعوجَّ من رطانة بريستلي الفرنسية . فلما أطلع لافوزاييه على تجارب بريستلي ، واكتشافه « للهواء الخالي من الفلوجستون » قام في الحال الى معمله ، وبدأ تجربته الشهيرة التي دامت اثنى عشر يومًا . قال في وصفها : —

« اخذت حوجلة زجاج سعتها ثلاث أقدام مكعبة ، وعقفت عنقها ، حتى امكن حين وضعها على النار ، من ان اجعل عنقها في حوض من الزئبق ، ووضعت في الحوجلة أربع أوقيات من الزئبق النقي . ثم اشعلت النار وحفظتها مشتعلة مدة اثنى عشر يومًا . فلم يحدث شيء يستدعي النظر في اليوم الأول . وفي اليوم الثاني ، ظهرت حبيبات حمر على سطح الزئبق في الحوجلة . وزاد عدد الحبيبات وحجمها في الاربعة الأيام التالية ، ووقفت هذه الزيادة بعد ذلك . وفي اليوم الثاني عشر اطفأت النار »

ثم فحص الهواء الذي خرج من الحوجلة فاذا حجمه خمسة أسداس ما كان عليهِ قبل الاحماء ولا يصلح للتنفس ولا للاحتراق . فاذا وضعت فيه الحيوانات بضع ثوانٍ اختنقت واذا وضع فيهِ عود مشتعل انطفأ . ونحن نعلم الآن ان الخمسة الأسداس الباقية من الهواء كانت نتروجينًا . ثم أخذ جميع الحبيبات التي تكوّنت وأحماها في أتون ، فتحوّلت الى حبيبات من الزئبق الصافي وثماني بوصات مكعبة من الغاز . وجرّب هذا الغاز ، فاذا هو من أفعل ما يكون

صلاحية للتنفس وللاحتراق . ذلك الغاز كان الاكسجين فدعاه كذلك — ومعناهُ مولد الحموضة — لانهُ ظنَّ خطأً انهُ يدخل في تركيب جميع الاحماض

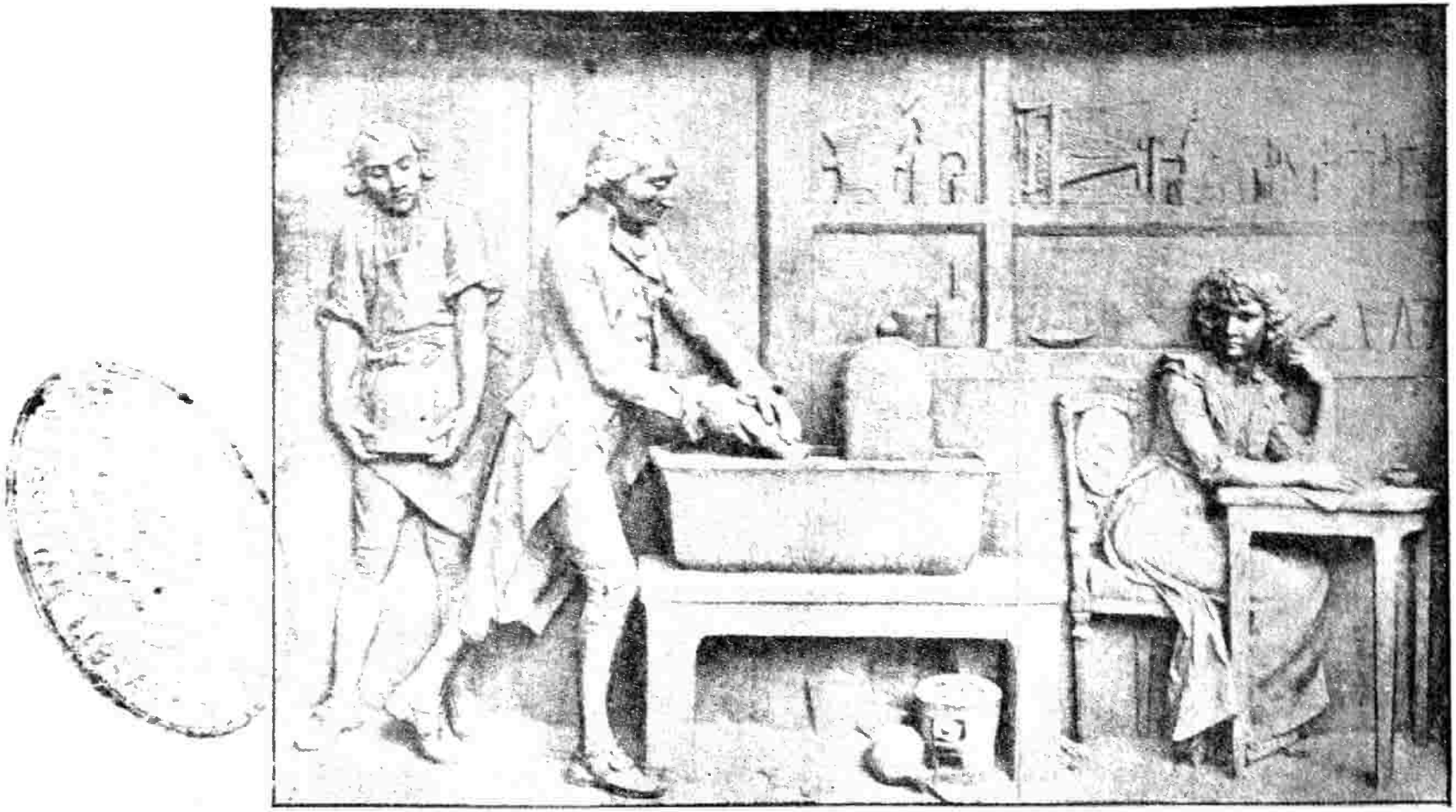
وكذلك تقدَّم لافوازييه بتفسير جديد للاحتراق من دون « الفلوجستون » او « الحرّة » . نعم كان ليوناردو ده فنشي قد ذهب في القرن الخامس عشر الى ان « النار تدمِّر الهواء الذي يغذيها » وكان پراسلس قد كتب في القرن السادس عشر « ان الانسان يموت اذا حجب عنهُ الهواء » ثم قال روبرت بويل الانكليزي انهُ يظن في الهواء مادة « غريبة تجعل الهواء ضروريًّا للاشتعال »

ولكن أي شأن للهواء في الاحتراق والتنفُّس؟ كان رجل يدعى راي Rey قد قال ان الزيادة في وزن جسم يحترق تأتي من الهواء وفسر ذلك بحسب مبدأ الفلوجستون فقال ان الحرارة تجعل الهواء لصوقًا فيختلط بالمواد كما يمتزج الماء بالمواد المحلولة فيه

ثم جاء لافوازييه ، فبسط التجربة للاكادميـة في باريس ، ولكنهُ لم يذكر پريستلي في ذلك البسط ، وهو مما يؤخذ عليه ، مع انهُ اعترف بدينه لپريستلي في مواطن أخرى

قال لافوازييه ، ان الاحتراق هو اتحاد الشيء المحترق بالاكسجين — والاكسجين هو الاسم الذي أطلقه لافوازييه على الغاز الذي اكتشفه پريستلي كما قدمنا . وان وزن الجسم المحترق وما ينتج عن الاحتراق ، يزداد بمقدار ما يتحد بهِ من الاكسجين . تعليل بسيط . لا فلوجستون ولاحرّة ولا شيئًا مما يزعمون . وها هي ذي شهادة ادق الموازين في اوربا تؤيد ما يقول !

من النافل ان نقول ان لافوازييه لقي خصومة شديدة من علماء عصره حتى ان بعض زملائه اشترك في التآمر على حياته ، فراح ضحية النطع ، ولكن رأيه الجديد احرز النصر وتأيد بالابحاث التي تلت . فاسمه خالد على مرّ العصور ، تحيط به هالة من المجد ، تستمد لمعانها من انه نفخ في « الكيمياء روحًا جديداً » على حد قول العلاَّمة ليبغ

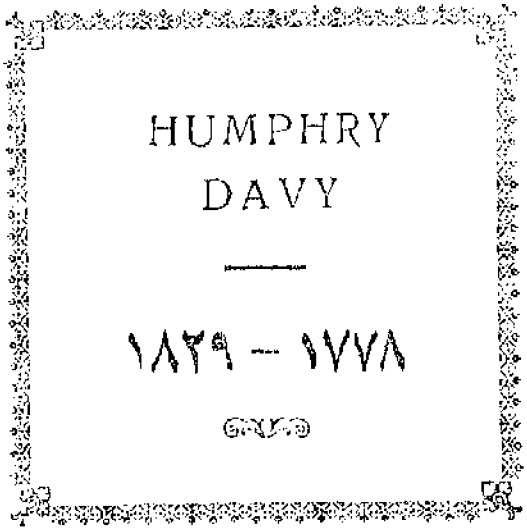


لافوازيه فى معمله

رایفی

دايفي

في مستهلّ القرن التاسع عشر كان جانب كبير من اسرار الطبيعة ، لا يزال محجّبًا مستسرًا عن افهـام العلماء . وكانت نوى الطبيعة ، كأنها افراس الآلهة في اساطير لاقدمين ، جامحة وليس ثمّـة من يلجمها يقودها ذليلةً صاغرة . كان ثلث العناصر لكيميائية معروفًا والثلثان مجهولين . وكان عظم النواميس التي يفسر ها التفاعل الكيميائي ، محجوبًا وراء اقوال غامضة، ى الى الخرافات والاوهام قرب منها الى العلم . بل ن الكهربائية نفسهـا كانت لا تزال طفـلاً قمطًا في المهد



ولـكن المـكتشفات الفلكية الجديدة ، تي أيدت المذهب الـكوبرنيكي كانت قد ثارت في صدور الناس العناية بالعلم والشوق لى كشف المجهول . ثم جاء كشف الكهربائية ثلطانية ، فطار بخيال الناس واستحوذ على شاعرهم بما ترقّبوه من العجائب الـكامنة فيه. نا ظهر همفري دايفي على مسرح العـلم ، وبيده عصا كأنها عصـا الساحر فزاوج بها بين الـكهربائيـة والـكيمياء فأنجب الزواج طائفة من أروع المكتشفات العلمية وأعظمها فائدة نظرية وعملية

عُدْ بخيالك إلى المعهد الملكي بلندن في مطلع القرن الماضي وقف امام بابه قليـلاً ، ترَ حرّاس الباب وهم مرتدون ثياب ذلك العهد المزركشة، والعربات تقف امام المدخل العام ، فينزل منها اصحابها وجلّهم من أعيـان البـلاد ، ويدخلون الدار مختلطين بسائر الداخلين ، والعلم يسوّي بين الغني والفقير ، والأمير والعامي . ثم سر أنت في طريقك إلى داخل ردهة المحاضرة ، فتقاد إلى مقعدٍ وثير ، أمام منصّـة طويلة ، تملوها طائفة من الأنابيب والانابيق وغيرها من أدوات التجارب الـكيميائية

تلفّتْ حولك تلفّ الناس سكوتًا كأن على رؤوسهم الطير ، وفي وجوههم وعيونهم، دلائل الشوق والتوق الى الاطـلاع ، على

ما يتوقعون معرفتهُ من حقائق العلم الطريفة . وإذ أنت كذلك يدخل شاب ، وسيم الطلعة ، رشيق الملابس ، فيقف امام المنصة ، ويبسم للحضور بسمة ساحرة ، تحسُّ معها أن الرجل واثق من نفسهِ على صغر سنهِ

ثم يشرع الرجل في المحاضرة ، بصوت اغنّ ، وعبارات فصيحة ، ملخصاً النتائج التي اسفرت عنها مباحثهُ العلمية الأخيرة . ولكنه لا يكتفي بالوصف ، كائنة براعتهُ فيهِ ما كانت ، بل يعمد الى التجربة فتؤيد المشاهدة أقوال المحاضر ، وتقاطع التجارب عند ظهور كل نتيجة من نتائجها بالتصفيق ، ويمضي الرجل ساعتين والحضور مشدوهون بغرابة ما يسمعون ويرون ، ثم تنتهي المحاضرة ، بين التصفيق العام وهتاف بعض المتحمسين

عند ذلك اغمض عينيك وقل انك سمعت محاضرة للسر همفري دايفي استاذ الكيمياء في المعهد الملكي بلندن في مطلع القرن التاسع عشر

* * *

ولد دايفي في السابع عشر من دسمبر سنة ١٧٧٨ وجدُّه بنَّاء وأبوه حفَّار وكان قوي البنية ذكي الفؤاد من طفولته فمشى وهو ابن تسعة اشهر وتكلم وهو ابن سنتين وجعل يتردد على المدرسة وهو ابن خمس سنوات ولكنه لم يجبر على الدرس الكثير حينئذ كما يجبر أولادنا الآن فتضعف أجسامهم قبلما تقوي عقولهم . وقد أشار الى ذلك في كتاب كتبهُ الى امهِ وهو ابن اربع وعشرين سنة قال فيه : « كان من حسن طالعي اني لم أجبر وأنا صغير على اتباع خطة معلومة للدرس ولا حثثتُ على اجتهاد . والى ذلك انسب ما تولد فيَّ من الذوق العلمي فأنا ابن جدي واجتهادي ولا أقول ذلك بعُجْب بل ببساطة قلب »

وكان ذكيَّ العقل كما تقدَّم فكان يحفظ دروسه حالاً ثم يقضي بقية يومه في اللعب والتسلي بعمل الآلات والتجارب العلمية . ومن اول تجاربه صهر القصدير من الحجارة . فعل ذلك لا كتجربة علمية بل كتسلية للبنات اترابه . ومال الى النظم وهو صغير وكان يترجم الأشعار من اليونانية واللاتينية الى الانكليزية وينظمها فيها . ومال الى التصوير والخطابة وكان يدخل غرفته ويقف على كرسي ويخطب على جدرانها ليتمرن في الخطابة . وكان يصطاد الطيور النادرة ويصبرها ويجمع المعادن ويرتبها . وجملة القول انهُ اشتغل في كثير من فروع العلم وهو صغير السن ولكنه لم يعكف على واحد منها بل مال الى البطالة والنزهة كما مال الى انفع المطالب العلمية

ولما بلغ السادسة عشرة من عمره توفي ابوه وترك عائلتـه في فقر شديد فاضطر الى السعي كدح ودخل صيدلية رجل جرّاح وتعلم منهُ فن الصيدليـة والجراحة . وقامت في نفسه بة شديدة في احراز العلوم فعكف على الدرس وواظب على ذلك لا مواظبة العبد على خدمة لاه بل مواظبـة الرجل الحر الذي يعلم قدر الفوائد ويطلبها لذاتها . ولم يدع علماً من العلوم ولج بابه ودرس فصوله درس المدقق المستفيد . وكان دفتره في يده دائماً يعلق فيه كل يعثر عليـه من الفوائد أو يعنُّ له من الآراء . ولم تزل هذه التعليقات الى يومنا دليلا اجتهاده ومواظبته وبعضها في موضوعات فلسفية عويصة كخلود النفس والدفاع من مذهب ديين . وكان جريء الفؤاد عقره كلب مرة فقطع اللحم بيـده ثم كوى مكانه لئلاَّ يكون كلب كلبًا

وكان في صوته بحة وخشونة فداواه بالخطابة على امواج البحر مثل ديموستينيس الخطيب ونافي . وأحبَّ فتاة فرنسية في ذلك الحين فهام بحبها ونظم فيهـا كثيراً من الاشعار ثم نظم ائد أخرى فكانت من مختار الشعر الانكليزي حتى قال أحد كبـار الشعراء والراجح انه ولردج او سوذي ، انهُ لو لم يصر من اكبر علماء الكيمياء في عصره لصار من أشعر شعرائهِ . كن لو صار شاعراً لخسر الناس مكتشفاته العلمية وما بني عليها من المنافع الجمة ولم يكسبوا من حر بيانه اكثر مما كسبوا من بلاغة خطبهِ وفصيح نثره . وقد علق الدكتور باريس على ذلك له : « اي عيسو حديث (اشارة الى بيع عيسو بكريته بطبق من العدس) يستبدل خطبة يفي البيكرية Bakerian بقصيدة ولو كانت من طبقة الفردوس المفقود ؟ »

* * *

والظاهر أن المباحث العلمية الفلسفية كانت املك المباحث لذهنه منـذ حداثته فانهُ كان ا كر اترابه في مكتشفات الفيلسوف اسحق نيوتن وهو يغتسل معهم في البحر . ثم لمـا خدم سيدلاني فُتح امامه باب واسع لدرس الكيمياء والطبيعيات فقرأ كتاب لافوازييه الكيمياوي رنسي في أصول الكيمياء وامتحن ما فيه من التجارب الكيميائية وأدواته من ابسط ما يكون استنبط تجارب أخرى ولم يكتف بتقليد غيره

واتفق في ذلك الحين ان رآه رجل اسمه غلبرت وكان في ساعة لعب وهزل فسأل من تى فقيل له هو دايفي ابن الحفّار ولد يحب الكيمياء وتجاربها . فأخذ الرجل يكلمهُ فوجده على

جانب عظيم من العلم فدعاه الى بيته وأدخله الى مكتبته وأباح له ان يقرأ كل ما اراد من كتبها وعرفه بعالم آخر عنده معمل كيميائي وآلات فلسفية فكاد يطير فرحًا لما رآها

وبحث حينئذ عن علة الحرارة بحثًا علميًا معززاً بالتجارب وبلغت مباحثهُ رجلا كان قد انشأ داراً لمعالجة المرضى بالغازات فدعاه اليه وعرض عليه ان يكون مساعداً في المعمل الكيميائي المتصل بتلك الدار . فقبل هذه الدعوة وجعل البحث والامتحان دأبه ولم يعتمد على الحدس والتخمين فاكتشف غوامض كثيرة وكشفت له الطبيعة أسرارهـا وناجته بمكنوناتها ولكنه عرَّض نفسه لمخاطر كثيرة مثـل كل المشتغلين بالكيمياء فسُمَّ مرة بأكسيد النتروجين وكاد يموت بالايدروجين المكربن مرة اخرى

وكان يكتب حينئذ مقـالات مختلفة في حقيقة الحرارة والنور والاكسجين والاشتعال طبعت سنة ١٧٩٩ وهي كثيرة الآراء والظنون قليلة الحقائق ثم تبرأ مما فيهـا لما رسخ علمه قال انها « من احلام قريحة مهملة » ثم زاد درسًا وتدقيقـًا وجارى العلماء في مباحثهم . وبلغه اكتشاف فولطا الايطالي للرصيف الكهربائي فوجده خير واسطة للمباحث الكهربائية وعلم من ذلك الحين ان الفحم يهيج الكهربائية ويحل الماء كالمعادن اذا وضع في هذا الرصيف

* * *

واشتهرت مباحثهُ الكيمياوية فدعاه الكونت رمفرد الذي انشـأ معهد لندن الملكي الى ادارة المعمل الكيميائي الذي فيها ولمساعدة استاذ الكيمياء . وكان حينئذ في الثانية والعشرين من عمره ومنظره يدل على انهُ فتى صغير السن فلما رآه الكونت رمفرد أسقط في يده وظن انه دون ما سمع عنهُ كثيراً فقرر الكونت رمفرد ان لا يسمح له بالمحاضرة امام الجمهور الاَّ اذا سمعه اولاً يحاضرهُ على حدة . فسرَّ دابفي بهـذا ، وقد كان مطبوعًا على حب المحاضرة من صباه وكثيراً ما حاضر جدران حجرته وأشجار الحديقة وأمواج البحر ورفاق الدراسة ، فلمـا سمعه رمفرد يخطب قال « دعوه يطلب ما شاء ويقترح ما يريد » . وكان ذلك في الربيع فلم يدخل الصيف حتى جعل محاضراً في علم الكيمياء

وكان لخطبتهِ الاولى وقع عظيم عند السامعين فطبق اسمهُ مدينة لندن حالاً وأقبل وجوهها الى استماع خطبهِ من العلماء والادباء ومشاهير الكتَّاب بل من النساء الشريفات وأهل السيادة فاختلب عقولهم بسحر بيانهِ وغزارة علمهِ وقوة حجته وغرابة التجارب الكيميائية التي كان يمتحنها

هم فانهالت عليهِ المدائح والهدايا وفتحت لهُ البيوت الكبيرة وصار كبراء المدينة يدعونه منازلهم و يفتخرون بمعاشرته . وكاد ذلك يتلفه لو لم تكن محبة العلم راسخة في ذهنهِ فبقي ا على الدرس والبحث وانشاء الخطب البليغة الجزيلة الفوائد حتى صارت دار المعهد الملكي بدار مشهد التمثيل يتقاطر عليها الناس للتسلية والفائدة

وقد كتب في ذلك الى صديق له فقال : « لا تخشَ يا صديقي ولا تقلق من تأثير المجتمع لي في عقلي . لان عهد الخطر قد انقضى . ان في الرجال الذين يميلون الى الاشتغال بالشؤون لية عناصر او طبائع لا تتغير . فأنا من عشاق الطبيعة ولي خيال لا يستقر ولا يشبع . ولن ثَّ عن البحث عن ضروب الجمال الخفي والسحر الكامن . . . »

وكان من بواكير عمله في المعهد الملكي ، عندما عيّن محاضراً فيهِ ، عنايتهُ بنواحي الكيمياء لية فألقى سلسلة محاضرات في كيمياء الدباغة وكان معظم الحقائق الطريفة التي انطوت ها من نتائج تجاربهِ الخاصة . وأعد سلسلة اخرى من المحاضرات في الكيمياء اعية ، اعاد القاءها سنوات متوالية لشدة الاقبال عليها . ثم طبعها في كتاب بعنوان بادىء الكيمياء الزراعية » ، وقد ظلّ هذا الكتاب معتمداً في دراسة الزراعة مدة خمسين : بعد تأليفهِ وطبعهِ حتى جاء ليبغ الكيمياوي الالماني والسر جون لوز الانكليزي

* * *

كان كونت رمفرد (بنيامين طمسن) جندياً وسياسياً وعالماً وُلد في ولاية ماستشوستس : ١٧٦٣ واشترك في حرب الاستقلال الاميركية في جانب الانكليز . ثم رحل الى اوربا لن بافاريا حيث منح لقباً شريفاً جزاء له على خدماته وفي سنة ١٧٩٨ بعث به وزيراً مفوضاً قبل البلاط البافاري الى بلاط سانت جيمس في لندن . ولما كان بريطانياً تعذّر استقباله نتهِ وزيراً مفوضاً لبلاطٍ اجنبيّ ، فقرّر ان يمكث في لندن أياماً ، فاشترك في خلالها في يس المعهد الملكي وهو غير الجمعية الملكية التي انشئت سنة ١٦٤٥ وكان الغرض من هذا بد انشاء مدرسة للتربية الصناعية الفنية ومختبراً للبحث وردهة للمحاضرة . وقد جهّز المختبر دهة بأحدث الأدوات اللازمة للبحث العلمي . وفي ١٣ يناير سنة ١٨٠٠ صدر مرسوم كي بتاسيس المعهد ، وعين الدكتور غارنت اول استاذ للطبيعة والكيمياء فيهِ . ولكن كونت رمفرد — وقد كان روح المعهد ونفخة الحياة فيهِ — تعذّر عليهِ الاتفاق مع الدكتور

غارنت ، فلما اختلفا في موضوع برنامج المحاضرات ، استقال الدكتور غارنت وعين العالم الطبيعي المشهور توماس يونغ Young خلفاً لهُ

ثم نظر رمفرد ومدير المعهد في انشاء منصب مدير للمعمل الكيميائي ومحرّر لوقائع المعهد وكان همفري دايفي قد جرّب تجارب وهو في كلفتن تدور حول نظرية رمفرد في الحرارة ونشر نتائج تجاربهِ مؤيداً نظرية رمفرد وهو لا يعرفه . فاغتبط رمفرد بذلك فلما همس أحدهم في اذنهِ ، ان دايفي يصلح للمنصب الجديد ، وقع الاقتراح منه موقع القبول ، فكانت الحادثة التي تقدّم ذكرها

ولكن العلامة يونغ لم يلبث اكثر من سنتين مديراً للمعهد الملكي . فانهُ على طول باعهِ في العلم لم يكن محاضراً بارعاً . ثم انه كان طبيباً وله عيادة خاصة ، وكان الرأي العام في ذلك العهد لا يرضى عن طبيب يعمل أي عمل آخر غير ممارسة صناعته الشريفة . فلما استقال يونغ عين دايفي مديراً المعهد الملكي

* * *

كان دايفي قبل مجيئهِ الى لندن قد انتظم في معهد بمدينة برستول يدعى «معهد الغازات» وكان الدكتور بدوز Beddoes قد انشأه للبحث في الغازات المعروفة وخواصها الفسيولوجية وأثرها في شفاء الامراض . فما كاد دايفي يتسلم مهام عمله في هذا المعهد حتى اكتشف الخواص المخدرة لغاز اكسيد النتروجين (الاكسيد النتروس) المعروف بالغاز الضحاك وهو من المخدرات الخفيفة التي يكثر استعمالها الآن في عيادات طب الاسنان . فقد كان في ذلك العهد طبيب مشهور يدعى الدكتور متشل ومن اقواله حينئذ ان هذا الغاز سامٌّ فأراد دايفي ان يجربه بنفسهِ . فتنشقه اولا في مقاديرَ يسيرة فاقتنع بأن قول متشل مبالغ فيهِ . ثم زاد المقادير التي تنشقها ، فوجد انه لا يلبث بضع دقائق حتى يفقد الوعي والشعور . فلما زال فعله استيقظ وكتب وصفاً وهمياً بديعاً لاحلامهِ في خلال ذلك . فلما نشر نتائج هذه التجربة اتجهت اليهِ الانظار وذاع اسمهُ في دوائر العلم . ودفعه نجاحه في تجربة الاكسيد النتروس الى اعادة التجربة بغازات اخرى ، فلم يوفق ببعضها ، ومرض مرضاً خطيراً بعد تنشقهِ أكسيد النتريك والايدروجين المكربن وغيرهما من الغازات التي كان فعلها السام مجهولاً ، حتى كاد يقضي عليهِ . ولا يستغرب ان يكون تأثير هذه التجارب في صحتهِ سبباً من أسباب موتهِ الباكر

***

وكان اول بحث خطير اتجهت اليهِ عنايتهُ في لندن حل الماء الكهربائي من ناحيتهِ الكيميائية لقد كان العلماء قد رأوا الكهربائية تحلُّ الماء فيتولد من حلهِ اكسجين وايدروجين ويتولد ايضاً عند القطب الموجب شيء من الحامض وعند القطب السالب شيء من القلوي . واختلفت آراؤهم في علة تولدهما فأخذ دايفي يبحث عنهما على هذه الصورة : استعمل ماء مقطراً وقطبين من الذهب وأوصل بين انبوبتي الماء بقطعة من المثانة فظهر غاز الاكسجين عند القطب الموجب ومعه نيتروميريات الذهب . وغاز الايدروجين عند القطب السالب ومعه صودا . فارتأى ان الحامض المرياتيك من المثانة والصودا من الزجاج ، فابدل المثانة بخيط من الاسبستوس وانبوبي الزجاج بأنبوبين من العقيق . ولكن الحامض والقلوي لم يزولا تماماً فأبدل انبوبي العقيق بأنبوبين من الذهب ، فبطل تولد القلوي ولكن بقي الحامض ، فقطَّر الماء في اناء من الفضة فوجد فيهِ ملحاً فاعاد تقطيره مرةً اخرى فبقي قليل من القلوي عند حلهِ ، ولكنهُ كان طيَّاراً فخطر له ان الحامض النيتروس والامونيا يتولدان من اتحاد الاكسجين والايدروجين حال تولدهما بالهواء الذائب في الماء . فاجرى التجربة تحت ناقوس مفرغ من الهواء فبقي قليل من الحامض لأن تفريغ الهواء لم يكن تاماً . فابدل الهواء بغاز الايدروجين فلم يعد يتولد معه لا حامض ولا قلوي فاثبت ان الكهربائية تحل الماء الى اكسجين وايدروجين فقط وان ما يتولد حينئذٍ من الحامض والقلوي هو من شوائب الماء او من الهواء الذي يجري الامتحان فيهِ

ولكن العمل الكيميائي العظيم الذي خلد اسم دايفي في تاريخ العلم الحديث هو اكتشافه للمعادن القلوية البوتاسيوم والصوديوم وغيرهما . فقد كان دايفي يعتقد ، اسوة بلافوازييه ان الصودا والبوتاسا ليسا عنصرين ، بل مركبين من الاكسجين ومعادن اخرى . هذه مشكلة فيها ضرب من التحدي ، لعقل يتوق الى كشف أسرار الطبيعة . فأخذ دايفي بطرية فلطائية قوية ، ووضع على قرص من البلاتين قطعة من البوتاسا النقية ووصل بين هذه القطعة والقطب الموجب بسلك من البلاتين . اما قرص البلاتين فوصله بالقطب السالب . فظهرت في الحال بوادر تفاعل كيميائي عنيف . ولم يلبث حتى رأى البوتاسا وقد صهرت ، ثم ظهرت كريات من معدن لامع يشبه الزئبق . فغلب عليهِ الفرح ، بهذا النجاح ، ويقول ابن عمه ومساعده في العمل حينئذٍ ، انهُ جعل يرقص طرباً

كانت تلك الكريات اللامعة كريات معدن البوتاسيوم . وبالطريقة نفسها وعلى هذا النمط اكتشفت عناصر السترنشيوم والباريوم والكلسيوم والمغنيسيوم واكتشفت نور القوس الكهربائي وصهر في حرارته البلاتين وبعض الجواهر القاسية

وكان يظن حينئذ ان الكلور مركب من الاكسجين وعنصر آخر مجهول فأثبت دايفي أنهُ عنصر وكان اول من فهم وفسر خواصه في قصر المنسوجات . ثم تناول عنصر اليود وكان قد اكتشف حديثًا فقرر خواصه كما نعرفها اليوم . واستعان بمساعده فراداي في تمييع الغازات او تسييلها . وجرب التجارب في الغاز الايدروفلوريك وهو غاز سام ، و بمركب كلوريد النتروجين وهو مادة متفجرة

***

وثقلت وطأة الاشغال عليهِ فاصيب بحمّى دماغية كادت تودي بهِ لكنه شفي منها . وألّف كتابه في اصول الكيمياء وطبع كتابهُ في اصول الكيمياء الزراعية . وتزوج في ذلك الحين وزار عواصم اوربا وتعرّف بعلمائها وكان اسمهُ قد اشتهر عندهم فبالغوا في اكرامهِ . وكانت الحرب قائمة بين انكلترا وفرنسا ولكن ذلك لم يمنع حكومة فرنسا من ان تسمح له بزيارتها والاحتفاء به بل من اهداء جائزة سنية اليهِ كان نبوليون قد عرض ان يمنحها بواسطة المعهد الفرنسي لصاحب أفضل تجربة تجرّب كل سنة في الكهربائية الفلطائية . وكان بين صحبهِ من اشار عليهِ برفض الجائزة النبولونية لان فرنسا وبريطانيا كانتا في حرب حينئذ فرفض أن يصغي اليهِ قائلاً : « اذا كانت البلادان أو الحكومتان في حرب ، فنحن رجال العلم لسنا كذلك »

ولم يقض اوقاته بالنزهة بل اشتغل بالمسائل الكيميائية والتركيب وهو يزور عواصم اوربا فامتحن خواص اليود في معمل شقول الكيمياوي بباريس وحلل ادهان الصور في خرائب بمباي وامتحن فعل اشعة الشمس المجتمعة في محترق عدسة كبيرة بحجارة الالماس

ثم ساح في اسكتلندا وحدث حينئذٍ انفجار عظيم في أحد المناجم فاستنبط القنديل المنسوب اليهِ حتى اذا سار بهِ عمال المناجم امنوا اشتعال الغازات وانفجارها وأشار عليهِ البعض أن يأخذ امتيازاً بهِ من الحكومة فيربح كل سنة عشرة آلاف جنيه فابى ذلك وأباح لكل أحد ان يستعمله قائلاً انني استنبطهُ لنفع الناس لا لنفعي وعندي من الثروة ما يكفيني . لكن ذلك لم يمنع المنتفعين بهذا القنديل من اظهار شكرهم له فاكتتبوا بالف وخمسمائة جنيه وأولوا له

ليمة فاخرة وأهدوا اليه المال مع أدوات مائدة مفضضة وقلدته الحكومة رتبة فارس مع لقب سر» الوراثى اعترافاً بفضله. والقاعدة التي بني عليها هذا القنديل هي احاطة اللهيب بشبكة من سلك فيحصر اللهيب داخلها . ولما كان السلك من المعدن فهو موصل جيد للحرارة لذلك يمتص طن الشبكة حرارة اللهيب بسرعة فلا تبلغ درجة حماوته في الخارج مبلغاً كافياً لاشعال الغازات قابلة للالتهاب التي تكون في بعض المناجم

وأصيب بالفالج سنة ١٨٢٦ فساح اوربا طلباً للصحة فوافاه القدر المحتوم في مدينة جنيف سنة ١٨٢٩ وهو في الحادية والخمسين من عمره فاحتفلت حكومة جنيف بجنازته احتفالاً عظيماً . ابنه أشهر العلماء والكتاب . وقد مات ملوك عصره وعظماؤه ووزراؤه ولكن لا يذكر اسم حد منهم كما يذكر اسمه

و يقول المترجمون له انهُ واجه الموت ، بنفس مطمئنة وثغر تملوه بسمة الثقة والرجاء كتب في سو يعاته الأخيرة : « هاأنذا على فراش الموت ، لقد زاغت حواسي ، وأخذت عضائي تتخاذل إلى الهوة التي تتحول فيها إلى ذراتها الأولى . ولكن عقلي لم يغلب ... ان لفلسفة التي بثَّت الحرارة في دمي أثناء حياتي ، لم تهجر ربيبها وهو على فراش الموت ... انى لأعتقد أن حرارة شمس الخلود التي أضاءت من خلال هذا الهيكل بنور ضعيف ، سوف عمرني دائماً في ارجاء النعمة »

فراداي

قال الاستاذ تنـدل انهُ كان يتحدَّث يومًا مع فراداي في موضوع العلم وصلتـهِ بالتجارة والأعمال المالية ، فقال فراداي انهُ في مرحلة معينة من مراحل حياتهِ العلمية اضطرَّ أن يختار بين وقف حياتهِ على العلم والانصراف إلى جمع الثروة ، وانهُ كان يتعـذر عليهِ أن يخدم سيدين فأيهما يختـار . ومما يعود عليهِ بالفخر ، انهُ حذا حذو معلمهِ دايفي . فلم يتردد في اختيار العلم . والارقام وحدها تتحدث بأفصح بيـان . كان دخله من استشاراتهِ الفنية سـنة ١٨٣١ يزيد على الف جنيه في السنة (١٠٩٠ جنيهًا وأربعة شلنات) فهبط في سنة ١٨٣٢ الى ١٥٥ جنيهًا وتسعـة شلنات وفي سنة ١٨٣٨ لم يصب فلسًا واحداً من هذه الناحية ومات رجلا فقيراً

وقال الاستاذ هكسلي الكبير ما معناه : اذا استطاعت الأمة أن تبتاع رجلا مثل وط أو دايفي أو فراداي بمائة الف جنيـه ، كان عملها صفقـة رابحة . وغني عن البيان أن مباحث هؤلاء الرجال وأمثالهم أسفرت عن أعمال تبلغ أموالها ملايين لا تحصى . ولست مبالغًا فيما أقول بل أزن كل كلمة من كلماتي وزنًا دقيقًا

فالبحث العلمي غايتهُ توسيع نطاق المعرفة بكشف نواميس الطبيعة والحيـاة . وبعض هذه المبـاحث يعود على الصناعات بفائدة أعم واكبر من المباحث الصناعية الضيقة النطاق التي يقصد منها حل مشكلة خاصة . قد يكون البحث الصناعي وسيلة لاتقـان جزء خاص من المحرّك الكهربائي أو المصباح الكهربائي ، ولكن البحث العلمي المجرد الذي كشف لنا ناموسًا واحداً من نواميس الكهربائية الأساسية جعل جميع المحركات والمولدات الكهربائية وما تفرع عليها في حيز الامكان ولولا كشفهُ لما كانت على الاطلاق

فاحداث فراداي للتيـار الكهربائي في

MICHAEL
FARADAY

١٧٩١ - ١٨٦٧

لفة من السلك حين امرارها في حقل ممغنط بنيت عليه جميع الصناعات الكهربائية ، وفي الولايات المتحدة وحدها ستة ملايين من العمال يعملون في الصناعات الكهربائية المختلفة يخلقون من العدم ثروة لهم ولأمتهم ، ولولا مباحث فراداي واكتشافه هذا ، من كان يستطيع أن يصنع مولداً كهربائياً أو محركاً كهربائياً واحداً ؟ وقد قال العلامة ملكن في فصل حديث له انهُ اذا أزلنا من العمران الحالي قانوناً رياضياً مُعيناً من القوانين التي كشف عنها نيوتن لوجب أن تزيل كل آلة بخارية وكل سيارة ، بل كل آلة تستعمل لتحويل الطاقه الى حركة ، لأنها جميعاً بنيت على هذا القانون الرياضي الشامل . ومع ذلك لم يكن قصد نيوتن مما كشفه استنباط محرك بخاري أو سيارة أو طيارة ولكن جميع هذه المستنبطات بنيت على أساسه فاذا أزلناه انهار عمراننا كأنهُ بيت من الورق

ومن الغريب أن يحرز فراداي المقام الرفيع الذي أحرزه بين علماء الطبيعة والكيمياء وأن يكتشف مكتشفاته الخطيرة في نواميس الكهربائية والمغنطيسية من غير أن يكون بارعاً في العلوم الرياضية . ولا يخفى أن الألمام بهذه العلوم من أمضى الأسلحة في أيدي علماء الطبيعة والكيمياء . لكن عقل فراداي بلغ من العبقرية العلمية مرتبة لم يكن معها في حاجة الى استعمال هذا السلاح الماضي . فمن العلماء فريق يتخذ من العلوم الرياضية قاعدة لمذهب علمي ثم يحقق هذا المذهب بالتجربة والامتحان والاستقراء . ومنهم فريق يبدأ بالتجارب من غير أن يقصد تحقيق رأي خاص فيواليها ويبوّب نتائجها فيستخرج منها أحكاماً عامة . أما فراداي فلم يكن من اولئك ولا من هؤلاء لأنه كان ذا نظر نافذ الى طبيعة الأشياء حتى كأن ريشةً سحرية كانت تخط على صفحات عقله الآراء المبتكرة فيمتحنها في مختبره ببراعة نادرة المثيل وفي الغالب كانت تجاربهُ تثبت صحتها

* * *

ولد في ٢٢ سبتمبر سنة ١٧٩١ في بلدة نيونجتن بيوركشير ، من أصل وضيع ، إذ كان أبوه حدّاداً متنقلاً ، وامهُ اميّة ولكنها كانت حكيمة تحب أولادها حباً جماً وتعنى بنظافتهم ومعيشتهم على قدر ما تسمح لها الاحوال . ولما كان في الخامسة من عمره أصيب أبوه بداء أقعده عن العمل وكانت الحالة الاقتصادية في انكلترا شديدة الضنك فبلغ ثمن أقة الحنطة نحو جنيه واضطرت اسرتهُ أن تطلب الاعانة من الحكومة فكان نصيبهُ منها رغيفاً في الاسبوع

أمّا عن تعليمهِ فهاك ما كتبهُ بنفسهِ : كان تعليمي عادياً فلم أتلقَّ سوى مبادئ الكتابة والقراءة والحساب وكنت أقضي الوقت خارج المدرسة لاهياً في البيت أو في الشوارع » وليس فيما كُتب عنه في هذه المدة ما يُستدلُّ منهُ على انهُ كان ذا مقدرة عقلية فائقة أو رغبة خاصة في التقدم والارتقاء . ولما كان في الثالثة عشرة من عمرهِ استخدمهُ بائع كتب يدعى جورج ريبو فكان يوصل الصحف إلى المشتركين فيها ويجمعها بعدما يتمّون قراءتها فسرَّ المستر ريبو من دقتهِ وامانتهِ في القيام بأعماله فسمح له سنة ١٨٠٥ ان يتعلم تجليد الكتب من غير راتب . ووقع حينئذٍ بين يديهِ كتاب وط في « ترقية العقل » فقرأه وهو يجلده ثم قرأ كتاب مسز مارسيت « احاديث عن الكيمياء » ولما كان يجلد جزءًا من دائرة المعارف البريطانيـة قرأ فصلاً فيها عنوانهُ « الكهربائية » فآنس من نفسهِ ميلاً الى العلم ورغبة في البحث عن حقائقهِ

فأنفق ما جمعه من الدريهمات القليلة لمشترى آلات صغيرة جرّب بها بعض التجارب في بيت ابيه فأدرك وجوب التعلم اولاً ولكن اين يتعلم ؟ لم تكن في بلاد الانكليز حينئذٍ فصول ليلية يدرس فيها الشبان الفقراء الذين يعملون نهارهم لكسب الرزق كما تجد الآن . وحدث حينئذٍ ما فتح امامه باب التحصيل وذلك انهُ رأى في نافذة مخزن من المخازن اعلاناً عن خطب يلقيها رجل يدعى المستر تاتم في داره تدور على « الفلسفة الطبيعية واجرة الدخول شلن عن كل خطبة » فاقترض بعض النقود من اخيهِ الاكبر وسمع هذه الخطب

وكان في بيت ريبو رئيسه رجل فرنسيّ يجيد التصوير . فلاحظ هذا الرجل ان فراداي ذكي الفؤاد يميل الى التصوير فكان يطلعهُ على بعض اسرارهِ ولما حضر فراداي خطب المستر تاتم لخصها في اربعة دفاتر كبيرة وزيّنها برسوم رسمها لها لتفسير معانيها ثم جلّدها في اربعة مجلدات

وكان يتردد على مكتبة المستر ريبو رجل يدعى المستر دانس وهو عضو في المعهد الملكي فلاحظ تعلق فراداي بالمباحث العلميـة ورغبتهُ في درسها فعزم ان يدعوه الى المعهد الملكي ليسمع خطب السر همفري دايفي . ففعل فراداي في خطب السر همفري دايفي ما فعلهُ قبلاً في خطب المستر تاتم اي انهُ دوّنها وزينها بالرسوم التي تفسر معانيها . ثم ارسل هـذه المذكرات مع كتاب السر همفري دايفي يطلعهُ فيهِ على رغبتهِ في خدمة العلم ويطلب اليهِ ان يعينه معاوناً في المعهد الملكي . فحار دايفي في أمره لما رآه في هذه الرسالة من الرغبة الصحيحة في البحث العلمي ولعدم وجود مكان لهُ في المعهد الملكي آنئذٍ . فاستشار صديقه المستر پيپس Pepys وكان

احد مديري المعهد وهو ابن پپيس صاحب اليوميات المشهورة في الادب الانكليزي فقال له « استخدمه لغسل الزجاجات الفارغة فاذا كان فيه خير قبل هذا العمل الحقير . واذا رفض فهو لا يصلح لشيء » . فقال دايفي لا بل يجب ان نستخدمه فيما هو ارقى من ذلك . فكان هذا القرار من مفاخر دايفي العلمية . وللحال ارسل اليه رسالة يقول فيها انهُ سيقابله بعد رجوعه الى لندن لانهُ كان معتزمًا السفر منها

وحدث ان خلا حينئذٍ منصب معاون في المعهد الملكي بوفاة الرجل الذي كان يشغله فاستدعي فراداي وعُرض عليهِ المنصب فقبله . وفي مارس سنة ١٨١٣ أبرم مجلس ادارة المعهد هذا العقد معهُ . وكان عمله في البدء مساعدة المحاضرين في إعداد معدات التجارب العلمية المختلفة لقاء ٢٥ شلنًا في الاسبوع أو خمسة جنيهات في الشهر . ولم يلبث أن أثبت مقدرتهُ فصار يساعد المحاضرين في بعض التجارب العلمية الصغيرة واشتغل سكرتيراً للسر همفري دايفي وانضمَّ إلى الجمعية الفلسفية بلندن وصادق بعض أعضائها فألَّفوا حلقة صغيرة تجتمع عنده للمناقشة في مباحث علمية تعود عليهم بالفائدة

وفي خريف سنة ١٨١٣ رحل السر همفري دايفي رحلة علمية إلى أشهر مدن اوربا فاستصحب فراداي معهُ معاونًا وسكرتيراً وخادمًا وكانت شهرة دايفي قد سبقتهُ فكان يُستقبل بالاعجاب حيث حلَّ وفتح له العلماء معاملهم مرحبين به فكان فراداي يساعده في جميع تجاربه العلمية فلقي في هذه الرحلة أشهر رجال العلم في اوربا وصادق بعضهم صداقة دامت مدى الحياة

دامت هذه الرحلة الى ربيع سنة ١٨١٥ فلما عادا إلى انكلترا رجع فراداي إلى القيام بأعماله في المعهد الملكي وزيد راتبهُ خمسة شلنات في الأسبوع لأن مجلس الادارة كان قد توسم فيهِ خيراً ففعل ذلك تنشيطًا له . وثابر على حضور جلسات الجمعية الفلسفية . وفي ١٧ يناير سنة ١٨١٦ بدأ يلقي خطبًا في الكيمياء على أعضائها وفي تلك السنة أيضًا نشر رسالته الاولى في مجلة المعهد الملكي الرسمية وموضوعها « تحليل الكاس (الجير) الكاوي » . وقرأ رسالته الاولى امام الجمعية الملكية في سنة ١٨٢٠ فكان موضوعها « مركبات جديدة من الكلور والكربون ومركب جديد من البور والكربون والايدروجين » فكان لها وقع كبير لدى أعضاء الجمعية

اشتهرت تلك السنة في تاريخ الكهربائية المغنطيسية بما كشفهُ اورستد العالم الدنماركي من الفعل المغنطيسي في التيار الكهربائي وتلا ذلك مباحث امبير الفرنسي وتجارب الدكتور

ولستن الانكليزي . فحرّكت هذه المباحث رغبة فراداي في درس هذا الموضوع فدرسه ووضع فيه كتابًا عنوانهُ « تاريخ المباحث الكهربائية المغناطيسية وتقدمها »

ورقي في خلال ذلك إلى رتبة مُناظر عام في معمل المعهد الملكي وصارت مباحثهُ وتجاربهُ في الدرجة الأولى من المقام العلمي فجرب مع المستر ستودارت تجارب في بعض أمزجة الصلب لتقسيتهِ وحفظهِ من الصدإ وكان قبلاً قد استنبط بمعاونة رئيسهِ السر همفري دايفي مصباح دايفي الذي يستعمله المعدنون في المناجم ثم جرب تجارب كثيرة في تسييل الغازات سنة ١٨٢٣ فأثبت أن كل الغازات هي بخارات سوائل تقابلها ولكن درجة تبخر هذه السوائل واطئة جدًّا. ومن الغازات التي سيّلوها الكلور وغاز الحامض الكربونيك والامونيا والحامض الكبريتوس والحامض الايدروكلوريك

وكان يستعمل في هذه التجارب كثيراً من الآنية الزجاجية فانفجرت احداها مرّة ودخلت في عينهِ ١٣ شظية زجاج ولكن ذلك كان سائغًا لديه في سبيل العلم فشحذت المصيبة عزمهُ بدلاً من أن توهنهُ. وفي سنة ١٨٢٥ اكتشف البنزين باستقطارهِ من قطران الفحم الحجري. وقد حفظ مقدار البنزين الذي استقطرهُ أولاً في المتحف البريطاني لانهُ صار أساسًا لكثير من اكبر الصناعات الحديثة

وذاعت شهرتهُ العلمية فانتخب رفيقًا في الجمعية الملكية في ٨ فبراير سنة ١٨٢٦ . ومما يؤسف لهُ ان دايفي كان من معارضي انتخابهِ ثم رقي الى رتبة مدير المعهد الملكي في تلك السنة

ولما ذاعت شهرته العلمية واشتهرت خبرته في الأمور الصناعية والكيميائية كثرت عليهِ الطلبات من أصحاب المعامل الكبيرة في لندن وغيرها من المدن الصناعية . اما راتبهُ مديراً للمعهد الملكي فكان مائة جنيه في السنة عدا اجرة غرفتهِ وما يلزم لانارتها وتدفئتها فكان عليهِ أن يختار بين البقاء في هذا المنصب يتقاضى منهُ هذا الراتب الضئيل وقبول منصب كمستشار فني لبعض شركات صناعية يتناول منهُ مالاً طائلاً . وقد قال هكسلي بعدُ ، انهُ لو أراد فراداي أن يستخدم مواهبهُ ومعارفهُ في كسب المال لجمع ثروة لا تقل حينئذٍ عن ثلاث ارباع المليون من الجنيهات . لكن فراداي اختار اختياراً عاد عليهِ بالمجد والفخر وعلى الناس والحضارة بالنفع الجزيل . وكان كلما كشف حقيقة أساسية من حقائق الطبيعة يترك تطبيقها الى غيره من الباحثين ولهُ في ذلك أقوال ونوادر مشهورة . قيل انهُ كان مرة يجرب تجربة كهربائية في الجمعية الملكية

وبعد ما شرحها التفتت سيدة وقالت اليه « لكن يا مستر فراداي ما فائدة ذلك » فاجاب « أتستطيعين أن تقولي لي ما فائدة الطفل ساعة ولادته » . وقيل ان المستر غلادستون الشهير سأله مثل هذا السؤال في وقت آخر فأجابه « صبراً يا سيدي فقد تجبي الحكومة من هذا الاستنباط مبالغ كبيرة من المال »

* * *

لفراداي مباحث ومكتشفات كثيرة ذات شأن كبير في الكيمياء والطبيعيات يصعب حصرها . ولكن أهم مكتشفاته كان في قوانين الكهربائية . ففي سنة ١٨٣١ اكتشف قوانين التيارات الكهربائية المؤثرة فوضع الركن الذي تقوم عليه غرائب الكهربائية الحديثة . كشف انهُ اذا أمرَّ سلكاً معدنيًّا مُوصلاً للكهربائية امام قطعة مغنطيس حتى يقاطع السلك خطوط القوة المغنطيسية تولد تيار كهربائي في الموصل . هذه حقيقة أساسية في عالم الكهربائية المغنطيسية وعليها بني المولد الكهربائي ،والمحرك الكهربائي ، وما تفرع عليهما من المستنبطات الحديثة فالتلغراف والتلفون السلكي واللاسلكي منهما ، والنور الكهربائي والوف الآلات الصغيرة والكبيرة التي نستعملها في جميع أحوال المعيشة . ولولا اكتشاف هذه الحقيقة الأساسية وتواميسها المختلفة بالتجربة الدقيقة ، لبقيت أفعال الكهربائية سرًّا مغلقاً

وتلا ذلك اكتشافهُ لقوانين الالكتر وليسس Electorlysis أي الفعل الكيميائي الكهربائي أو الحل الكهربائي ووضع المصطلحات المستعملة الآن في معظم لغات الأرض كالانود (المصعد) والكاثود (المهبط) وما اليهما وقد بنيت على هذه القواعد صناعة التلبيس الكهربائي والآراء الكيميائية الجديدة في بناء المادة الكهربائي . وصنع اول آلة دقيقة لقياس الطاقة الكهربائية وله مباحث عويصة في علاقة النور بالكهربائية وطبيعة النور المستقطب ومغنطيسية المواد

* * *

ولا يسع الباحث ان يختم الكلام على فراداي وآثارهِ العلمية الرائعة ، من دون أن يشير الى مقامه بين العلماء والفلاسفة ، في حلّ مشكلة من اعوص المشكلات العلمية الفلسفية الحديثة ، نعني مشكلة التفاعل بين الأجسام عن بُعد ، وفرض الأثير اللازم لذلك . فبحثهُ في هذه الناحية وبحث مكسول من بعدهِ – خطوة متوسطة بين نيوتن واينشتين

نشأ القول بالأثير عن حاجة الانسان الى تعليل التفاعل بين أجسام يعيدٌ بعضها عن بعض .

ولم تبد هذه الحاجة مُلِحّة الاّ بعد ما استخرج نيوتن نواميس الجاذبية . ذلك ان وزن الجسم كان الى عهد نيوتن شيئاً مستمرًا يتوقف على الجسم وحده دون أي جسم آخر . فلما بيّن نيوتن ان وزن الجسم يمكن تعليله بالتجاذب بين كتلتي جسمين ، وان تطبيق هذه القواعد على القمر تعلل حركته ، سأل المفكرون كيف يتم هذا الفعل وليس بين الأرض والقمر صلة مادية يصلح ان تكون وسطاً لنقل القوة الجاذبة . ومما لا ريب فيه ان انتقال الحرارة وغيرها من مظاهر الطاقة تحتاج الى وسط ينقلها كذلك

وقال أحدهم : أيستطيع جسم من الأجسام ان يفعل حيث لا يكون الجسم نفسه ؟ فكان الجواب المبني على الاختبار ان ذلك متعذر . فرغبةً في توحيد القوى الطبيعية ، قيل أن الجاذبية تفعل في الظاهر دون وسيط ، ولكنها في الواقع تنتقل عن طريق وسط متصل يملأ الكون ، لا انفصال فيه ولا انقطاع ، وندعي هذا الوسط ، الأثير . ولكن لم يشر احد الى تصرف هذا الوسط في نقل القوة الجاذبة . بيد ان نيوتن لم يعلق به شأناً كبيرا ، لانه كان يراه استنتاجاً محضاً، لا عاملاً أصيلاً في نظريته في الجاذبية

وكانت الخطوة التالية في نظرية الاثير ، اخراج النظرية الموجية للضوء على يد العلاّمتين هوجنس وينغ . ومؤداها ان الضوء ظاهرة موجية ، ذات نبضات مستطيلة . وكانت هذه النظرية في حاجة الى وسط تنقل بواسطته طاقة الشمس ضوءً وحرارة ، اذ المعروف ان ضوء الشمس وحرارتها يجتازان الفضاء بين الشمس وسياراتها ، فاذا كان ضرباً من الامواج وجب ان يكون هناك شيء في ذلك الفضاء يستطيع ان يتموّج

وتلا ذلك تكهن العلماء بخواص هذا الوسط : فقيل اولاً انهُ شفاف جداً جداً اي ان الطاقة التي تخترقهُ لا تفقد شيئاً من قوتها ، والاّ لما استطعنا ان نرى النجوم والسدم القصية ، لأن ضوءها لا يتبدد في اختراق مسافات شاسعة من الأثير . ثم قيل ان من خواصهِ ان الاجرام لا تحتاك بهِ خلال اختراقها اياه والاّ لما استطاعت ان تمضي في افلاكها من دون عائق يعوقها

ولما كان الأثير ، ينقل امواجاً مستطيلة ، فيجب ان يكون سائلاً او من قبيل السائل ولكن لا يمكن ان يكون لزجاً لان اللزوجة تقتضي الاحتكاك بين الأثير والاجرام . واما نقله الحركة الموجية بسرعة عظيمة هي سرعة الضوء فيقتضي ان يكون شديد المرونة

هذه هي الخواص التي كانت تسند الى الاثير لما اعلن فرنل Fresnel الفرنسي (١٧٨٨

— ١٨٢٧) مباحثه في الضوء المستقطب polarized التي اثبت بها ان الضوء امواج مستعرضة transverse لا مستطيلة longtitudinal فاقتضى هذا التعديل في نظرية الضوء الموجية تعديلاً يقابله في الأثير الناقل للضوء . فالقدرة على نقل امواج ما على الاطلاق يقتضي مرونةً ، ولكن نقل امواج مستعرضة يقتضي مرونة من ضربٍ خاص ،هي المرونة الخاصة بالأجسام الجامدة ،او مرونة الشكل . وبكلمة اقتضى اكتشاف فرنل ان يكون الأثير جامداً ومرنًا في آن

ثم تباحث العلماء في موضوع حركة الأثير ، او حركة بعض اجزائهِ ، وخرجوا من مباحثهم الى انهُ لا بدَّ للاثير من ان يكون مستقراً . وشرع الحاسبون يحاولون ان يقرروا هذه الخواص تقريراً رياضيًّا . فقالوا ان كثافته تفوق كثافة الرصاص ١٠ ملايين مرة ، وان قصور inertia سنتمتر مكعب منه ، يفوق قصور سنتمتر مكعب من الماء مليون مليون مليون ضعف . وقالوا كذلك انهُ لما كان الاثير ينقل امواجًا مستعرضة بسرعة الضوء فيجب ان يكون جسما جامداً صلابتهُ تفوق صلابة الفولاذ مليون مليون مرة

هذه هي الاركان التي قامت عليها صورة الاثير في أذهان علماء القرن التاسع عشر الى مطلع نصفه الثاني،وقد كانوا يظنون ان معرفتهم بالاثير وخواصه تضاهي معرفتهم بالمادة وخواصها

ولكن هؤلاء العلماء كانوا في مأزق . فليس من المستطاع ان تنتقل طاقة الضوء والحرارة في الفضاء من دون وسط تنتقل فيهِ . ولكن انتقالها امواجًا مستعرضة ، اقتضى في هذا الوسط خواصَّ عجيبة تناقض الخبرة الانسانية

كان الطبيعيون الى هنا ينظرون الى الاثير نظرهم الى المادة ، فوجدوا ان هذه النظرة تقضي عليهم باسناد خواص الى الاثير ، لا تتفق وخبرتهم العملية ، فحملهم ذلك على القول بأن خواص الاثير لا يمكن ان تحدد بما حددت بهِ خواص المادة

فلما خابت النظرة المادية الميكانيكية الى الاثير ، تطلعوا الى ميدان الكهربائية والمغنطيسية وأول من أدخل الاثير في هذا الميدان من ميادين البحث كان فراداي . وقد كان علماء الكهربائية الى عهده يقولون بشيء دعوه الشحنة الكهربائية تستقرُّ على الجسم المكهرب وتؤثر في الأجسام المكهربة ، البعيدة عنهُ ، على نحو ما تؤثر الاجسام بعضها في بعض بفعل التجاذب . بل كانوا قد افرغوا تلك القوة الكهربائية في معادلات رياضية . ولكن فراداي لم ترقه فكرة التفاعل عن بعد . وقد أشار مكسويل في مقدمة كتابهِ (رسالة في الكهربائية والمغنطيسية) الى

فراداي فقال : ان فراداي رأى بعين عقله خطوط القوة تخترق الفضاء ، حيث رأى الرياضيون مراكز القوة تتفاعل عن بعد . ففراداي رأى وسطاً حيث لم يروا هم الاّ مسافة » . وفي نظر فراداي كان هذا الوسط الذي ينقل الكهربائية . ولما كانت القوى الكهربائية تنتقل في الفراغ فرض فراداي ان الوسط الذي تنتقل فيه هو الاثير ، وان خواصه تتغير بوجود المادة فيه و بهذا يعلل نقص القوى الكهربائية بين جسمين مكهربين اذا توسّط بينهما لوح من الزجاج وعلى هذا النحو فُسّرت الظاهرات المغنطيسية . وقد جاء مكسول بعدهُ فأتمّ هذه النظرية التي توّجت تتويجاً عملياً باكتشاف هرتز للامواج الكهرطيسية

***

واعتلت صحته بين سنة ١٨٣٨ وسنة ١٨٤١ فذهبت به زوجته سنة ١٨٤١ الى سويسرا للاستشفاء فقضى فيها سنتين استردّ فيهما شيئاً من قوته وعاد الى وطنه لمتابعة مباحثه

وكانت جميات العالم العلمية قد انتخبته عضو شرف ومنحته أوسمتها وانهالت عليه القاب الشرف من الجامعات والحكومات والملوك . ولكنهُ كان وديعاً متواضعاً لم يسع الى واحد من هذه الأوسمة والألقاب . حتى انهُ رفض رآسة الجمعية الملكية بلندن وكاد يرفض معاشاً قطعتهُ له الحكومة الانكليزية في وزارة السر روبرت بيل لولا أن اقنعهُ اصدقاؤه ان هذا المعاش ليس احساناً بل مكافأة على خدمته للعلم . ولكن السير روبرت تخلى عن منصبه قبل ان يبتّ في الأمر فحلّ محله لورد ملبورن ولما كان يجهل قيمة مباحث فراداي كلهُ كلاماً جرح كرامته فخرج غاضباً من حضرته، لانه كان يعتقد انه دعاه ليكرم العلم في شخصهِ . ولُفت نظر الوزير الى هذا الحادث فندم على ما فعل ، وجربت سيدة ان تصلح ذات البين بينهما فرفض فراداي ان يتزحزح عن الموقف الذي اتخذهُ فقالت له السيدة ، ولكن ماذا تطلب ؟ قال « اطلب مالا انتظر تحقيقه، اطلب اعتذاراً خطياً من الوزير» فاعتذر الوزير اعتذاراً خطياً يسطّر بالفخر، له ولفراداي و بعدها قبل فراداي المعاش الذي قطعته الحكومة له

فرادای

وهاب

وهلر

من نحو مائة سنة حدث حادث خطير، في معملٍ كيميائي المانيّ ، كان لا يزال في العقد الثالث من عمره . ذلك ان فردريك وهلر كان قد عاد حديثًا من استوكهلم عاصمة السويد حيث تلمذ للكيميائي السويدي العظيم برزيليوس . وفي خلال طلبه للعلم في المانيا والسويد كان قد سمع في الدوائر العلمية التي زارها ، بحديث قوة حيوية خفية تتخلَّل الاجسام الحية ، فحملهُ ذلك على التفكير. وها هو ذا في منصبه الجديد يدرّس في مدرسة التجارة الجديدة ببرلين ، وفي ثنايا ذهنه فكرة ، كأنها بذرة في تربة خصبة تستعدّ للانتعاش

كان الرأي السائد حينئذٍ ان في اجسام النبات والحيوان ، شعلة قوة حيوية خفية ، تمكن هذه الاجسام من بناء مركّبات معقّدة كاصناف السكّر والنشاء والزلال ، من مواد بسيطة التركيب . وان هذه القوة الخفية لا اثر لها في الجوامد . وكان الناس يعتقدون ان الموادّ التي تتركب منها النباتات تختلف عن المواد التي تتركب منها الاجسام المعدنية في ان الاولى لا يمكن تركيبها تركيبًا صناعيًا في معامل الكيميائيين . واذن كان من المستحيل على الانسان في رأي ذلك العصر ، ان يجاري هذه القوة الحيوية في ابداعها.

حتى لقد ظنَّ بعضهم ان هذه المركبات العضوية لا تخضع لنواميس الكيمياء . ذلك كان رأي الدوائر العلمية في سنة ١٨٢٨

بل كان برزيليوس نفسهُ ، قد أشار في بعض ما كتب وحاضر ، الى الهوة التي لا يمكن ردمها بين المواد العضوية والموادّ غير العضوية . وكان ليوبولد جملين ، استاذ وهلر في جامعة هيدلبرج ، ثابت اليقين في أن المواد العضوية لا يمكن تركيبها تركيبًا صناعيًا . ولكنَّ وهلر كان شابًا . وفي اندفاع الشباب شكّ في كل ما يقال . ولذلك فضَّل أن

يجاري قول الكيميائي الفرنسي شفرول في أن القول بوجود فارق مطلق غير قابل للتغيير مناقض لروح العلم . بل كان في قرارة ذهنه يعتقد أن عبارة « القوة الحيوية » ليست إلا ستاراً لما نجهل ، وان التسليم بها تسليماً مطلقاً يعيق الكيمياء عن الارتقاء

فمضى وهلر يبحث ويجرّب في معمله ، وهو لا يكلّ ولا يملّ . وكأنه كان يقول في نفسه : آه لو تمكنت من تركيب إحدى هذه المواد التي لم يؤثر تركيبها قبلا إلا في الجسم الحيّ ! انه لو استطاع ذلك لضرب الفكرة السائدة ضربة قاضية ، أقوى من الضربة التي دالها لافوازييه لفكرة الفلوجستون !

* * *

كان فردريك وهلر قد طالع مؤلفاً جديداً لشفرول أثبت فيه أن كثيراً من الأدهان التي تتكوّن في أجسام النبات تماثل الادهان التي في أجسام الحيوان . وكذلك أزال الحاجز الفاصل بين النبات والحيوان من هذا القبيل ، وكان ملماً بمباحث رول Rouelle معلم لافوازييه في كيمياء أجسام الحيوان

كان الغرض الذي وضعه نصب عينيه جليلا أخّاذاً يستهوي الأفئدة . فمضى يجرّب تجربة أثر تجربة وهو لا يبلغ منها لُباناتٍ ما . ولكنه مضى في تجاربه أربع سنوات متوالية . وفي ذات مساء حدثت الأعجوبة !

تصوّر مبلغ دهش هذا الباحث الفتي ، وقد وقع بصره على مركّب عضويّ صنعه في انبيقه من مواد غير عضوية . ها هو ذا يرى في انبيقه ما وزنه غرام من بلورات بيض مستطيلة كالأبر ، وكان رول معلم لافوازييه قد وجدها قبل خمسين سنة في البول ودعاها فور كروى «يوريا» (١) لم يعرف من قبل أن هذا الملح الأبيض يمكن أن يركّب خارج الجسم الحيّ !

ولم يكن غريباً أن يدرك وهلر طبيعة هذه البلورات عند مشاهدتها . ذلك انه كان قد بدأ دراسته العلمية طالباً للطب . واذ كان يكتب رسالة عن نفايا الجسم في البول اتصل علمه « باليوريا »

فتحمس لما شاهد . بل انه رأى نفسه بعين خياله واقفاً على عتبة عصر جديد في الكيمياء

---

(١) مادة بيضاء يمكن بلورتها توجد في البول والدم واللمفا . وهي المادة النتروجينية الرئيسية في البول

وقد قضى بتجربته على نظرية جميلة ولكنها لا تقوم على أساس . لقد أدرك في الحال ، انهُ كان أول من صنع مادة عضوية خارج الجسم الحي . فتمثل لنفسهِ الميادين الواسعة والآفاق الجديدة التي يمهّد السبيل اليها هذا المركّب الصناعي . ولكنهُ ظلَّ محتفظاً برباطة جأشهِ لأن معلمه برزيليوس كان قد حذَّره من التعجل . فحلل المادة التي بين يديهِ ليتثبت من انها وبلورات اليوريا التي تركيبها « القوة الحيوية الخفية » في الجسم ، شيء واحد

* * *

فلما تثبت من ذلك كتب الى برزيليوس فقال : يجب عليَّ أن أنهي اليك انني استطيع ان اركب « اليوريا » من دون ان احتاج الى كليتي انسانٍ او كلب » . فتحمس السويدي لهذا النبإ الخطير وأخذ يذيعهُ في الدوائر العلمية ، فسرَت رعشة كهربائية فيها . ولما تناهى النبأ الى شفرول رحَّب بهِ أعظم ترحيب . ها هوذا وهلر قد ركَّب « اليوريا » من مواد غير عضوية فماذا يمنعهُ ، ويمنع غيره من العلماء ، ان يركّبوا السكَّر أو الزلال او حتى البروتوبلاسمة نفسها أساس الحياة الغروي ؟ ولكن دعاة المذهب « الحيوي » اعترضوا على كل ذلك ، فقالوا لعلَّ « اليوريا » مادة متوسطة بين المواد العضوية والمواد غير العضوية . ثم ان تركيب اليوريا يقتضي استعمال الامونيا . والامونيا من اصل حيوي . فانكار القوة الحيوية خطأ ، لانها كامنة في الامونيا التي صنعت « اليوريا » منها . ولكن همس الحيويين ضاع بين صيحات الاعجاب والتهليل المرتفعة من كل حدب وصوب ، بأن عصراً جديداً قد أهلَّ على عالم الكيمياء

ونشر وهلر مذكرته عن تركيب اليوريا سنة ١٨٢٨ وبعد انقضاء قرن كامل عليها ، فاز الاستاذ بيكته Pictet وهانز فوغل من اساتذة جامعة جنيف بتركيب سكر القصب . فأخذ بيكته الايدروجين وثاني اكسيد الكربون وصنع منهما الكحول الخشب ثم حوَّل هذا الالكحول الى مادة الفورملدهيد (١) ، ومن هذه المادة استخرج الفلوكوز (٢) ومن الفلوكوز استخرج السكروز وهو قصب السكر . فلما تمَّ له ذلك كان قد انقضى نصف قرن والعلماء يبحثون عن اسلوب لصنع قصب السكر بالتركيب الصناعي

---

(١) غاز مركب من الكربون والايدروجين والاكسجين (ك يد ٢ اك) يصلح للتطهير محلوله سائل طيار لا لون له

(٢) سكر العنب ويوجد في الدم واللمفا وفي بول المصابين بداء السكر

كان السر جيمز كولوهون ارفين وكيل جامعة سانت اندروز الاسكتلندية قد قضى عشرين سنة يعالج هذا الموضوع وكاد يفوز ببغيته . فلما أتاه نبأ فوز بيكته قال لتلاميذه : « يؤسفني ان لا يكون هذا التركيب قد تمَّ في معامل جامعتنا . ولكن يسرني أن يحوز بيكته هذا الفخر . انهُ لنصر عظيم ، وانهُ لخطوة خطيرة في الكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية »

ما أجمل القرن الذي انقضى بين « يوريا » وهلر « وسكروز » بيكته ، بالعجائب ! لقد تمَّ تركيب ٤٠٠ الف مركب جديد في هذا الفرع من الكيمياء ، والعلماء يضيفون اليها ما متوسطهُ ٤٠٠٠ مركب جديد كل سنة !

* * *

ولدَ فردريك وهلر في مستهل القرن التاسع عشر على مقربة من مدينة « فرنكفورت اون ماين » وكان والدهُ اوغست مثقفاً في العلم والفلسفة . فتلقى فردريك مبادىء العلم من والده ، فحبب اليه درس الطبيعة ونشَّاه على الميل الى الرسم وجمع نماذج من المعادن . فكان فردريك يتبادل مع رفاق صباه نماذج المعادن كما يتبادل بعضهم طوابع البريد الآن . وحافظ على هذه الخطة مدى حياته . وقد لقي بفضلها نموته في شيخوخته اذ كان الشاعر العظيم يفحص بعض حجارة معدنية في دكان بفرنكفورت يختلف اليه وهلر

ثم ما لبث ان اضاف الكيمياء الى الأمور التي يهوى متابعتها . واتصل عن طريق ابيه بصديق للأسرة يملك خزانة كتب غنية ومعملاً كيميائيًّا خاصًّا ، فأذن له في أن يختلف الى الخزانة للمطالعة والى المعمل لتجربة التجارب ، فبنى اعمدة كهربائية فولطائية من الواح من الخارصيني (الزنك) وبعض النقود الروسية النحاسية التي جمعها . واهدى اليه مدير ادارة سك النقود بألمانيا ، فرنكاً ليستعمله في تجاربهِ فخرق اصابعه بالفصفور مرة ، وكاد يقضي عليه مرة أخرى لما تحطم بين يديه وعاء زجاجي يحتوي على غاز الكلور السامّ

بعد ذلك ذهب الى جامعة ماربورغ حيث تلقى ابوه العلم . فانتظم في سلك طلاَّب الطب ونال جائزة على رسالة وضعها في « نفايا البول » . ومما يؤثر عنهُ انهُ جرَّب تجارب خطيرة في كلبه وفي نفسه وهو معنيٌّ باعداد تلك الرسالة . ولكن الكيمياء كانت لاتزال الموضوع الذي فتن لبه . فابتنى معملاً كيمائيًّا صغيراً خاصًّا به ، وحضر فيه « يودور السيانوجن » فكان أول من حضَّره . فلما جاء بهذا المركب الى استاذه ڤرزر أنَّبهُ لانهُ يضيع وقته في التجارب الكهربائية

بدلاً من الانصراف الى دروسه الطبية . فامتعض الفتى لهذا التأنيب ولم يحضر بعد ذلك محاضرات استاذه

وكان في جامعة هيدلبرج عالم مشهور يدعى ليوبولد جملين Gmelin فرغب في أن يتلقى العلم عليه ، فانتظم في جامعة هيدلبرج حيث اتم دروسه الطبية ونال شهادته منها ، وأعدّ معداته لزيارة اشهر المستشفيات في عواصم اوربا قبل ممارسة صناعة الطب . ولكن جملين كان قد راقبه يجرب التجارب في المعمل الكيميائي . فقال له في أحد الأيام انه من العبث ان يُعِدَّ دروسه لأن البحث في المعمل الكيميائي اجدى عليه . ولما قدم التلميذ لمعلمه رسالته في تحضير « الحامض السيانيك » قرأها هذا معجباً بها ولكنه لم يخطر له حينئذ ان هذه الرسالة ستفضي بعد بضع سنوات الى تركيب اليوريا فتفتح عهداً جديداً في علم الكيمياء . بيد ان « جملين » عزم حينئذ ان ينظم وهلر في سلك خدمة الكيمياء . فحدثهُ في الموضوع باسطاً مافي عمل الكيميائي من اللذة والفتنة . وكان وهلر لا يحتاج الى بلاغة للاقتناع بذلك لانه كثيراً ما اغرى بترك الطب لكي يتفرغ لدراسة الكيمياء . وذكر له استاذه اسم برزيليوس وما احرزه من شهرة في أوساط اوربا العلمية . فتحمس وهلر على امل ان يقبله برزيليوس في عداد تلاميذه ومساعديه . فكتب الالماني الى السويدي في ذلك فردّ برزيليوس وفي رده تتجلى وداعة العلماء الحقيقية فقال : « ان من درس الكيمياء على جملين قلما يستطيع ان يتعلم مني شيئاً . ولكنني أرغب في معرفتك فتعال متى شئت » . فطرب وهلر لذلك . وخفّ الى استاذه ليطلعه على كتاب برزيليوس وشرع توًّا يعد العدات للسفر الى عاصمة السويد

فلما وصل الى ثغر لوبك على بحر البلطيق قيل له إنه لا بدّ من الانتظار ستة اسابيع قبل اقلاع السفينة الى استوكهلم فضاق صدره بذلك ، ولكنه تمكن بواسطة صديق له كان يتبادل واياه نماذج المعادن ، من الأتصال بمعمل كيميائي هناك حيث حاول ان يكشف اسلوباً متقناً لتحضير مقادير كبيرة من البوتاسيوم وهو العنصر الذي كان السر همفري دايفي قد اكتشفهُ واستفرده قبيل ذلك

ولما نزل من الباخرة الى البر السويدي ، وعرف مأمور الجوازات انهُ قادم من المانيا لتلقي العلم على برزيليوس رفض ان يأخذ منه الرسم المألوف وقال : « ان احترامي للعلم

ولمواطني الممتاز يأبى عليّ ان آخذ مالا من رجل حمله حبه للعلم ان يرحل هذه الرحلة الشاقة للدرس عليه »

وصل الى استوكهلم ليلاً، فما صدّق ان طلع الصباح حتى هرع الى بيت برزيليوس . قال : « وفي الصباح وقفت وقلبي يخافق امام بابه اقرع جرسه ، ففتح لي البـاب رجل بدين قوي البنية ، وكان هو برزيليوس نفسه فلما تقدمني الى معمله تصورت انني في حلم »

***

وفي الحال اعطى الاستاذ تلميذه الجديد بوتقة من البلاتين ، وزجاجة ، وميزاناً ، وعهد اليه في دراسة بعض المعادن . فلما تعجل وهلر في العودة الى استاذه ليطلعه على النتائج التي حصـل عليها قال له الاستاذ محذّراً « اسرعت يا دكتور ولكنك لم تُجِدْ » . فلم ينس وهلر هـذا التحـذير طول حياته . وبعد تحليل المعادن عاد فعني بالحامض السيانك (cyanic) فحضر منه « سيانات الفضة »

وكان في خلال ذلك الوقت شاب المـاني آخر يدعى ليبغ ، منتظما في معمل غاي لوساك الكيميائي بباريس ، ومنصرفاً الى البحث في المفرقعات الكيميائية

وفي خلال بحثه ركّب مادة كيميائية غريبة كانت العناصر التي ركبت منها هذه المادة نفس العناصر التي ركبت منها مادة « سيانات الفضة » التي ركبها وهلر وفي نفس المقادير . ولكن مركّب ليبغ كان يخالف في خواصه الطبيعية والكيميائية عن مركّب وهلر . فظنّ اولا ان وهلر على خطأ فيما قال ، ولكنهُ بعـد الامتحان الدقيق ثبت لهُ انهُ ووهلر على صواب . فكتب اليه في ذلك مستطلعاً رأيه ، فسأل وهلر استاذه برزيليوس ، فكان هذا السؤال ممهداً للكشف عن ظاهرة « الايسومتري » في الكيمياء وهو ما يمكن ترجمتهُ « بظاهرة النظائر » اي المواد الكيميائية التي تتشابه تركيباً كيميائياً ولكنها تتغاير في خواصها

وقد اجتمع وهلر وليبغ بعد عودتهما الى المانيا وتوثّقت أواصر الصـداقة بينهما ، وكثيراً ما كانا يجتمعان ويتناقشان في الموضوعات الكيميائية التي تدور عليها بحوثهما واشتركا في بحث بعض المسائل واصدار مذكرات علمية باسميهما معاً . وبلغ الاخاء العلمي بينهما أعلى ما يمكن أن يبلغهُ الاخاء الحقيقي ، فلم يضنّ ليبغ على صديقهِ باسناد كل الفضل اليهِ في جميع بحوثهما المشتركة قال : « يعود الفضل في بحثنا الحامض البوليك وزيت اللوز المر اليه . سرنا معاً يدي بيـده .

لا غيرة ولا حسد . وكثير من الرسائل التي حملت اسمينا مما كانت من عمله وحده »

وفي سنة ١٨٣٠ توفيت زوجة وهلر ، بعد انقضاء سنتين على زواجهما . فحزن حزناً شديداً حتى ظنّ أن حزنه قد يحول دون مضيه في بحوثه . ولكن ما لبث أن وجد في عمل صديقه ليبغ بلسماً لجرحه . فأكبّ معاً على بحث زيت اللوز المرّ ، وبعض المركّبات المؤلفة من كربون وايدروجين واكسجين ، واتجها خاصة إلى درس خاصتها الغريبة وهي انها لا تتغيّر بتغيّر المواد التي تدخل هي في تركيبها . فأطلقا عليها اسم « بنزويلات » (جمع بنزويل Benzoyl) فلما قرأ برز يليوس بحثهما هذا رأى فيه فجر يوم جديد في علم الكيمياء ، فأطلق على هذه الطائفة من المواد اسم بروينات (جمع بروين Bruin) ومعنى اللفظ المفرد « الفجر »

بعد ذلك عاد وهلر إلى مسقط رأسه ، حيث تزوّج ثانياً ، ولكن شهرته كانت قد ذاعت فلما توفي الاستاذ « شترومير » كاشف عنصر الكدميوم ، اختير وهلر ليحلّ محلّه استاذاً للكيمياء في جامعة غوتنجن . وكان ليبج من الذين ذكروا لهذا المنصب ، فلما عيّن صديقه فيه بعث اليه بتهنئة حارّة

* * *

شيّد وهلر في غوتنجن معملاً كيميائياً كبيراً ، فطارت شهرته في جميع الآفاق ، وهرع طلاّب الكيمياء إلى تلقي العلم عليه . ومن هؤلاء اميركيّ يدعى جوت Jewett استاذ الكيمياء في كلية اوبرلين الاميركية . فلما عاد جوت الى اميركا حمل معه نبأ الكشف عن معدن الألومنيوم الفضيّ الخفيف الوزن . كان جوت يميل الى التحدّث مع طلاّبه عن هذا العنصر العجيب ، والمقادير الكبيرة منهُ في صخور الأرض ، والثروة العظيمة التي يمكن جنيها من استنباط وسيلة رخيصة لتحضيره . وإذ كان يقول هذا القول في أحد الأيام ، غمز أحد الطلاّب رفيقه وقال : « سوف يكون تحضير الألومنيوم بغيتي » . كان هذا الطالب هو تشارلز مارتن هول . وفي ٢٣ فبراير ١٨٨٦ أتى الفتى هول الى استاذه بحفنة من معدن الألومنيوم المحضر بطريقة كهربائية رخيصة كان قد استنبطها . فكان ذلك مفتتح استعمال معدن الألومنيوم في مئات الأغراض الصناعية ، وجنى هول الثروة العظيمة التي تنبأ بها استاذه جوت ووهب مليوني جنيه منها في وصيته ، للمعاهد الاميركية في الشرق الأدنى

وكذلك ربط سلك العلم بين وهلر الالماني وطلاّب العلم في الشرق الادنى عن طريق جوت وهول الاميركيين !

من الغريب أن ليبج ووهلر انصرفا عن ميدان العلم الجديد الذي فتحاه ، بعد أن أحرزا انتصاراتهما العظيمة الأولى . فاتجه ليبج الى كيمياء الزراعة وتبحر في ذلك السر جون لوز الكيميائي الزراعي البريطاني ، وأسس محطة روثامستد للتجارب الزراعية ، وهي أشهر محطة في العالم من هذا القبيل . وانصرف وهلر إلى دراسة المعادن التي استهوته في حداثته فاستفرد البريليوم والاتريوم بعد استفراده الالومنيوم في صباه . وكاد يكتشف الثناديوم ولكن الباحث سنستروم سبقهُ اليهِ فكتب اليهِ برزيليوس في هذا الصدد . . . « ان الكيميائي الذي استنبط طريقة لصنع مادة عضوية لم تصنع قبلاً إلا في جسم حيّ ، يسهل عليهِ أن يتنازل عن شرف السبق إلى كشف عنصر جديد . فمن المستطاع كشف عشرة عناصر جديدة من دون الاحتياج إلى ذرّة من العبقرية »

* * *

وفي خلال ذلك كانت الكيمياء العضوية تسير بخطوات الجبّار إلى الامام . فذهب مرسيلان برتيلو الفرنسي إلى النملة وتعلّم سرها ، إذ ركّب في معمله الحامض النمليك formic acid وهو من المواد العضوية ، وحضّر كولب Kolbe الحامض النمليك من دون الاستعانة بالبكتيريا التي تحدث التحميض الخلي ، وصنع بركن الانجليزي صبغ « المؤف » أي البنفسجي ، فكان الأول في سلسلة الاصباغ العجيبة المستخرجة من قطران الفحم الحجري ، وكشف كيكوله عن تركيب البنزين ، ونفذ فون باير الالماني ، الى سر الصبغ النيلي ، فركبهُ تركيباً صناعياً ولما شرعت شركة الباديش في صنعه صنعاً تجارياً ، قضت على زراعة النيلة في الهند

واطرد هذا التقدُّم واتسع بعد وفاة وهلر في سنة ١٨٨٢ . بل ان وهلر عاش حتى شاهد بأم عينيهِ بعض العجائب في تركيب المواد العضوية التي تلت التركيب «اليوريا» . وحديث هذا التقدم شبيه بصفحات منتزعة من غرائب الف ليلة وليلة . ففي المانيا قام أميل فشر ، بعد أن رفض العمل في تجارة الحطب بحسب طلب أبيه ، وركّب عشرات من المواد العضوية المعقدة في معمله الكيميائي . وقد كتب فشر عندما فاز بجائزة نوبل الكيميائية ، معرباً عن أسفهِ أن والده لم يعش ليرى ابنه الخيالي ، فائزاً بهذه الجائزة

وفي سنة ١٩١٠ عرض كيميائي الماني في نيويورك نموذجاً من « مطاط » ركبهُ تركيباً صناعياً ولكن صنع المطاط صنعاً تجارياً لم يتمَّ بعد . ولا تزال الجائزة التي عرضت حكومة السوفيت في سنة ١٩٢٨ أن تمنحها لمن يستنبط طريقة تجارية لصنع « المطاط » بالتركيب الصناعي ، محفوظة في خزينتها

ولم يحجم الكيميائيون العضويون فتقدموا لمباراة الاعضاء الحية في تركيب مفرزاتها ودرسوا مفرزات بعض الغدد الصم وركبوا الابينفرين (الادرينالين) سنة ١٩٠٦ والثيروكسين (افراز الغدة الدرقية) من قطران الفحم الحجري ، والانسولين (افراز الغدة الحلوة اي البنكرياس) الذي كشفهُ بانتنج ومكلود في جامعة تورنتو سنة ١٩٢٢ وعشرات بل مئات من العقاقير الجديدة التي كان صنعها وقفاً على أجسام الحيوان والنبات

ان العقل ليقف حائراً امام مبدعات الكيمياء العضوية . فقد كانت الكيمياء قبل وهلر وخلال حياته وبعيدها وصيفة الصناعة ، فأصبحت سيدة الطب ، وقد تكون سبيلنا للنفوذ الى سرّ النمو وربما الى سرّ الحياة نفسها

* * *

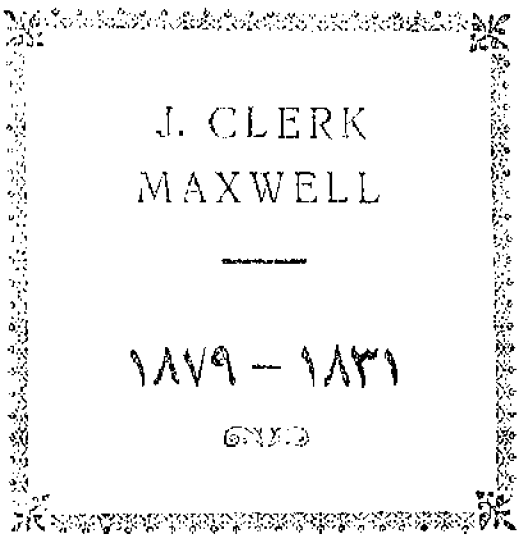
توفي وهلر في السنة الثالثة والثمانين من عمره ، بعد مرض دام ثلاثة أيام فدفن في غوتنجن ، ونقش على قبره ، وفقاً لرغبته هذه الكلمات : « فردريك وهلر : ولد في ٣١ يوليو سنة ١٨٠٠ وتوفي في ٢٣ سبتمبر سنة ١٨٨٢ » . وقد كان مصاب العلم في تلك السنة مزدوجاً لأن تشارلز دارون صاحب مذهب النشوء والتطوُّر كان قد سبق وهلر الى دار البقاء قبل خمسة أشهر

مكسويل

تحدّر مكسويل من الناحية العلمية ، من صُلب فراداي ، ثم اتصل عن طريق هرتز ولُدْج بإركوني ، وعن طريق ميكلصن وموردلي بإينشتين . فعلم الطبيعة الحديث لا يمكن أن يفهم إلا بمعرفة أهم الآثار التي خلّفها هذا العبقريّ . فهو في رأي أهل الرأي من أعظم علماء الطبيعة الرياضية Mathematical Physics في جميع العصور

روى الذين زاروا اينشتين في داره ببرلين، قبل هجره لها في العهد الأخير ، انهُ علّق في صدر الحجرة التي يشتغل فيها ، ثلاث صور هي صور نيوتن، وفراداي، ومكسويل. وما بقي من جدران الحجرة عاطل . والراجح انهُ اختار هؤلاء الثلاثة ، لأن مباحثهم الطبيعية والرياضية تمثل الخطوات الثلاث التي خطتها الفلسفة الطبيعية قبل اخراجه نظريته النسبية وكانت السبل المؤدية اليها

لما كانت الفلسفة الطبيعية سائرة في الطريق التي اختطها لها نيوتن، كان علماء الطبيعة يتصورون أن المادة حقيقة، وان لا شيء فيها يتغير إلا حركتها . وان هذا التغير لا يطرأ عليها إلاّ في فضاء. فالحركة والمكان والزمان كانت حقائق الطبيعة الأساسية . لذلك أسند نيوتن الى المكان والفضاء صفة «الاطلاق» وفي النظام الكوني الذي ابتدعه نصّ على حقيقة أخرى هي القوى المحركة التي ينحصر فعلها بين دقائق المادة، وحسب أن هذه القوى متصلة اتصالا لا انفصام لهُ بدقائق المادة وانها موزعة في الفضاء وفق ناموس لا يتغير



اما علماء القرن التاسع عشر فحسبوا أن هنالك نوعين من هذه الدقائق ، الأول دقائق المادة المعروفة ، والثاني دقائق الكهربائية ، وحسبوا أن دقائق المادة ، يفعل بعضها ببعض بقوة التجاذب وفقاً لناموس الذي استخرجه نيوتن . وحسبوا كذلك أن دقائق الكهربائية يفعل بعضها ببعض بقوى

مکسول

تختلف كمكنوء مربّع المسافة . وكان نيوتن لا يميل إلى القول بالتفاعل بين الأجسام عن بُعد ، فاستنبط مذهباً ذرياً للضوء ، وقال ان الضوء ذرّات أو دقائق صغيرة تنطلق من الجسم المضيء . ولكن علماء القرن التاسع عشر عرفوا أن سرعة الضوء واحدة لا تتغير ، وهذا لا يتفق وتواميس النظام النوتوني ، لانهُ نصّ فيهِ على ان الدقائق المتحركة مختلفة باختلاف القوى التي تحرّكها . فلماذا تشذّ دقائق الضوء عن هذا النظام ؟ لذلك استنبط المذهب التموجي في طبيعة الضوء وقيل ان أمواج الضوء ليست إلا تموجات في الفضاء . ثم فرض الأثير على انهُ الوسط الذي يتموّج

فلما جاء فراداي أدرك ينبوغهِ ، بل أحسّ بذلك الاحساس المرهف الذي يكشف الخفيّ ، وينفذ إلى المحجّب ، انهُ يتعذّر على القوى الطبيعية ، أن تفعل فعلا مباشراً بالاجسام البعيدة . فاذا دفع جسم مكهرب جسماً مكهربًا على مسافة منهُ . فهذا الدفع في نظره لم ينتج عن فعل الجسم الأول بالجسم الثاني مباشرة ، ولكنهُ حصل بواسطة ، فالجسم الأول يفعل بالفضاء حوله فعلا يمتدُّ أثره فيهِ الى جميع الجهات . وحالة الفضاء هذه دعاها « الحقل الكهربائي » (electric field)

ثم جاء مكسول فابتدع المعادلات الرياضية التي بنت الجسر بين مذهب التموج في الضوء ومذهب التموج الكهربائي المغنطيسي الذي نصّ عليهِ فراداي ، فأصبح الضوء تموجات كهربائية مغناطيسية (كهرطيسية) . وظلّ هذا القول قولاً نظرياً الى أن أثبت هرتز ولُدج وجود تموجات كهرطيسية وطريقة تبينها ، وهي الآن أساس جميع الفنون اللاسلكية

* * *

كان جيمز كلارك مكسول ، عالماً يجمع بين خيال لا يفوقه خيال فراداي ، وتبحُّر في الرياضة العالية – وهي لغة العلوم الطبيعية – قلّ من يدّه فيهِ . وقد نشأ نشأة تخالف كلّ المخالفة نشأة فراداي . فقد ولد وترعرع في بيت فضل وعلم وجاه ، وتلقى العلوم في جامعتين هما جامعتا أدنبره وكمبردج . وظهرت عليهِ مخايل النبوغ وهو لا يزال فتىً لا يعدو الخامسة عشرة من العمر ، إذ جعل ينشر باسمهِ رسائل علمية تنطوي على كثير من الابتكار ويحضر اجتماعات الجمعية الملكية الاسكتلندية في مدينة أدنبره

وكان من أساتيذهِ رجل يدعى فوربز ، فأدرك أن الفتى مكسول من نوادر الدهر ، ففتح له أبواب معمله ، وأتاح له تجربة التجارب فيهِ ، فاغتنم الفتى هذه الفرصة وأضاف اليها مطالعة

كل كتاب علمي في مكتبة استاذه وفهم معانيه ، فلما كان في الخامسة والعشرين من العمر عيّن استاذاً في كلية مارشكال في مدينة ابردين ، فأستاذاً في كلية الملك في لندن ، فأستاذاً في جامعة كمبردج ، ومديراً لمعمل كافندش المشهور فيها بل هو الذي أنشأه بهبة من دوق دفونشير واختط له السبيل

كان مكسول أول عالم ادرك قيمة الصورة التي ابتدعها فراداي لما دعاه بخطوط القوة (lines of force) ففسرها على نحو كان فراداي يعجز عنه ، لانه كان يجهل الرياضيات . أما مكسول فكان من أسيادها ، فافرغ صورة فراداي في قالب رياضي . ويقال عن مكسول انه كان يقرأ وصف التجارب التي قام بها فراداي لاثبات التأثير الكهرطيسي بشيء من الخشوع الديني . وقد كتب عنه مقالاً للطبعة التاسعة من دائرة المعارف البريطانية ، اجمع العلماء على حسبانه ابلغ ما كتب في وصف ذلك العالم العظيم ومباحثه

واذ كان مكسول يشتغل بالناحية الرياضية من مكتشفات فراداي ، تبين له انه لا بد ان تحدث اضطرابات كهرطيسية في الفضاء ، في شكل أمواج . ثم ما لبث هذا الرأي حتى صار عنده بمثابة العقيدة ، فأمدّه علمه الرياضي بالوسيلة الى اقامة الدليل النظري على صحة ما يعتقد

كان مكسول يجاري فراداي ، ونيوتن من قبلهما ، في انه لا يميل الى القول بأن الأجسام تتفاعل عن بعد . وفي أول رسالة كتبها في هذا الصدد ، وصف تجربة صغيرة أصبحت مألوفة عند طلاب الطبيعة في هذا العهد ، إذ يأخذون قليلاً من برادة الحديد وينشرونها على ورقة رقيقة ثم يضعون تحتها مغنطيساً ، فتنتظم البرادة خطوطاً في شكل معيّن على سطح الورقة . فقال مكسول بعد ما وصف هذه التجربة : ان هذا الدليل على وجود القوة المغناطيسية يحملنا على الظن بأن خطوط القوة هي شيء حقيقي وانها اكثر من مجرّد تفاعل بين قوتين مركز احداهما بعيد عن مركز الاخرى . ولا يسعنا الاّ الظن بانه حيث توجد هذه الخطوط لا بدّ من وجود حالة طبيعية او فعل طبيعي على جانب كاف من الطاقة لاحداث هذه الظاهرة (أي ظاهرة انتظام برادة الحديد)

* * *

من المعروف ان كل جسم مكهرب يحيط به مجال مكهرب او حقل كهربائي . وهو مجال

أو حقل يخالف الحقل المغناطيسي . فأخذ مكسول مباحث فراداي أساساً وشيّد عليها صرحاً عظيماً ، أو بالحري بنى لصرح فراداي أساساً من المعادلات الرياضية

فرض مكسول ان التيارات الكهربائية لها وجود مستقلّ في الفضاء . والمواد المعزولة . وكان هذا الفرض لائحة عنه . واسند الى هذه التيارات كل الخواص التي تسند الى التيارات الكهربائية التي تجري في دورات كهربائية مقفلة closed circuits واذن فيجب ان تتصف هذه التيارات بمقدرتها على احداث « حقل مغناطيسي » و « تيارات مؤثرة » induced علاوة على « حقلها الكهربائي » electric field

أخذ مكسول هذا الفرض أساساً فاستنتج منه بالأساليب الرياضية الدقيقة وجود الأمواج الكهرطيسية . قال ، اذا تغيّرت قوة « الحقل الكهربائي » تغيّراً دوريّاً في السمة والاتجاه كان لا بدّ من حدوث موجة كهربائية . ثم طبّق هذا الأسلوب من التفكير على الحقل المغناطيسي فتوصّل الى القول بحدوث أمواج مغنطيسية . ثم بيّن ان كل موجة كهربائية يجب أن تصحبها موجة مغناطيسية وان كل موجة مغناطيسية يجب ان تصحبها موجة كهربائية ، فالواحدة مستحيلة من دون الأخرى . ثم اثبت بعد ذلك ان قوة الحقل الكهربائي عمودية على قوة الحقل المغناطيسي وان كليهما عموديّ على اتجاه التيار . واذن فهذه الأمواج مستعرضة تشبه أمواج الضوء وتُغاير الأمواج الطولية الخاصة بالصوت

ثم ظهر من البحث الرياضي ان السرعة النظرية لهذه الأمواج في الفضاء الفراغ هي سرعة أمواج الضوء

وقد كان هذا الاستنتاج الأخير ذا شأن خطير جدّاً لانه حمل مكسول على القول بان الضوء قد يكون شكلاً من أشكال الطاقة الكهرطيسية

هذا بحث جليلٌ ، نظريٌّ كلّ النظريّ ، ولكنهُ اذا صحّت النتائج التي اسفر عنها ، يفضي الى اتساق عجيب في الظاهرات الطبيعية التي كانت حتى عهد مكسول متعارضة متنافرة . وقد بسط كلّ ذلك في مؤلفه الكبير « المغناطيسية والكهربائية » الذي نشرهُ سنة ١٨٧٣

* * *

فلنُراجع الآن ما كان يعرف عن الضوء وطبيعتهِ من الناحية النظرية ، لكي ندرك قيمة البحث الذي تمّ على يدي مكسول

كانت نظرية هو جنس الموجية في الضوء قد تغلّبت على نظرية نيوتن الذرّية Corpuscular. في تعليل استقطاب الضوء ، كان لا بدّ أن تكون تموّجات الضوء التي نصّت عليها نظرية هوجنس تموجات مستعرضة . ولكن الغازات والسوائل تعجز عن نقل الأمواج المستعرضة الاّ على سطوحها ، لأنها لا تستطيع ان تنقل تحت السطح الاّ أمواجًا طولية

والوسط الذي يستطيع أن ينقل امواجًا ايًّا كان نوعها ، يجب ان يتصف بالمرونة . ولكنّ نوعًا خاصًّا من المرونة يعرف بمرونة الشكل — وهي خاصة تتصف بها الجوامد — يصلح لنقل الأمواج المستعرضة . وهذا حمل العلاّمة فرنل الفرنسي على القول بان الأثير يتصرف كأنه جسم جامد مرن

والاعتراض على هـذا القول واضح لذي بصر . اذ كيف يمكن ان نملأ رحاب الفضاء بوسط من قبيل الجوامد المرنة ، من دون أن يعيق حركة الاجرام السموية . فوقع العلماء في مأزق لا يعرفون كيف يخرجون منه . إن العقل لا يسلّم بأن طاقة الضوء وطاقة الحرارة تنتقلان في الفضاء من دون وسط تنتقلان به . ولكن انتقالها امواجًا مستعرضة كان يقتضي ان يتصف هذا الوسط بخواص لا يسلم بها العقل كذلك

هنا دخل مكسول الميدان . فاذا صحّت نظريتهُ في الأمواج الكهرطيسية ، اصبح القول بوجود تموجات ميكانيكية تنتقل في جوامد مرنة من نوافل القول ، اي اذا أخذ العلماء بنظرية مكسول بعد تحقيقها ، وجدوا فيها مخرجًا من ذلك المأزق

على ان مكسول لم يُلغ الاثير في نظريته ، لانهُ كان يحتاج الى وسط ينقل الامواج . وانما نصّ على ان ما ينقله الاثير ليس طاقة ميكانيكية ، بل طاقة كهرطيسية ، ومما أيّد قوله ان البحث الرياضي في نظريته اقتضى ان تكون امواجهُ الكهرطيسية امواجًا مستعرضة ، اي من قبيل امواج الضوء

الاّ ان ذلك لم يحلّ مشكلة الاثير . بل ان مكسول نفسه رأى بذكائهِ العجيب ، انهُ اذا كان للاثير وجود حقيقي فيجب ان يكون في وسع الباحثين استنباط طريقة لتبيينهِ . وقد كتب مكسول قبيل وفاته كتابًا الى الاستاذ طُدْ (على ما جاء في عدد نايتشر ١٢ ابريل ١٩٣٠) قال فيهِ ان رصد أقمار المشتري من الأرض حين يكون المشتري في مواقع مختلفة قد يبين لنا هل تختلف سرعة الضوء في جهات مختلفة بسبب سير النظـام الشمسي في بحر الاثير . وقد

اعترف مكسول في رسالته هذه بأنه ليس من علماء الفلك واعرب عن ريبه في ضبط اوقات الرصد ضبطاً يكفي لتحقيق الغرض المقصود . ثم أعرب عن شكه كذلك في فائدة التجارب التي تجرب على سطح الأرض لقياس الكمية الدقيقة التي يراد قياسها . وقد كانت هذه الرسالة التي تلاها الاستاذ ستوكس في الجمعية الملكية في ٦ يناير سنة ١٨٨٠ بعيد وفاة مكسول ، الباعث الذي حمل الاستاذ ميكلصن على كتابة مقالة في المجلة العلمية الاميركية في اغسطس ١٨٨٠ مثبتاً فيها ان قياس هذه الكمية الدقيقة مستطاع بتجارب تجرب على سطح الارض . فجرّب تجربته المشهورة باسم تجربة ميكلصن مورلي فأثبتا فيها ان لا فرق بين سرعة النور في اتجاه سير الارض وسرعته في اتجاه معامد للاتجاه الأول

* * *

لنعُد الآن الى امواج مكسول الكهرطيسية

في تاريخ العلوم الطبيعية ثلاث نبوءات علمية كبيرة أو اربع حققت بالتجربة أو بالمشاهدة . فاكتشاف السيار نبتون بتعيين موقعه وكتلته ومساره ، على أيدي لفريه وادمز قبل رؤيته في كبد الفلك احداها . واكتشاف بعض العناصر المجهولة وفقاً لما اقتضاه جدول مندليف الدوري وجدول الأعداد الذرية الذي وضعه موزلي ثانيها . والثالثة هي اكتشاف الامواج الكهرطيسية التي اشار اليها مكسول . أما تحقيق النبوءات الخاصة بنظرية النسبية فرابعها وهو قريب العهد منا . ونحن يهمنا الآن اكتشاف الامواج الكهرطيسية ، لانه أيّد نظرية من ابدع النظريات العلمية الحديثة ، كما أنه أفضى الى الفنون اللاسلكية على تنوعها وغرابتها وفائدتها

والرجل الذي يعود اليه معظم الفضل في ذلك هو هينرخ هرتز الالماني

كان هرتز تلميذاً لهلمهلتز العظيم . فاقترح الاستاذ على تلميذه في أحد الايام ان يحاول ان يثبت بالتجربة صحة الفرض الذي فرضه مكسول . فكان هذا الاقتراح يقتضي من هرتز أن يثبت وجود أمواج كهرطيسية متصفة بالخواص التي اسندتها اليها نظرية مكسول

ذكر هرتز وهو مقدم على تجاربه ان جوزف هنري وهلمهلتز كانا قد كشفا في العقد الخامس من القرن التاسع عشر ، ان تفريغ جرّة ليدن (جهاز فيه كهربائية يملأ ويفرغ ويحدث شرارة لدى إفراغه) يحدث في ذبذبات سريعة متوالية . وكان فليكس سافاري قد سبقهما الى الاشارة الى هذا ، وتلاهما لورد كلفن فاثبت ان البحث من الناحية الرياضية يقتضيه . واذن

فتفريغ ملف تأثيري يجب ان يتمّ على منوال جرة ليدن في ذبذبات متوالية سريعة . فاذا كان هناك امواج كهرطيسية ، فتفريغ جرّة ليدن او تفريغ ملفـات تأثيرية يجب ان يولدها . فعمد هرتز الى تجريب التجارب بجرار ليدن والملفات التأثيرية

وكان هرتز جالساً ذات يوم في سنة ١٨٨٦ يجرب التجارب في معمله بملفّين من الأسلاك المعزولة و إذ هو يجرب لاحظ انه اذا أفرغت جرة ليدن في أحد الملفين أحدث افراغها ، تأثيراً في الملف الآخر ، البعيد عنه . فدهش لذلك أشد الدهش . ومضى في التجربة للتحقق ، فثبت له ان التأثير في الملف الثاني لا يقع إلاّ اذا كان في حلقة الملف الأول فراغ صغير بين طرفيه — أي اذا كان الملف كالخاتم وقد أحدثت فيه ثغرة صغيرة . ثم ثبت له كذلك ان فراغ جرة ليدن في الملف الأول يحدث تأثيراً في الملف الثاني ، ولو أبعد عنه بعـداً لا بأس به . ثمّ نوّع التجربة فأحدث ثغرة في الملف الثاني كالثغرة التي في الملف الأول ، ثم أفرغ جرة ليدن في الملف الاول فقفزت شرارة بين طرفيه (عند الثغرة التي فيه) وقفزت كذلك شرارة مثلهـا عند الثغرة في الملف الثاني ، مع انه لم يكن ثمة أي اتصال سلكي بين الملفّين . ثم جعل يغوّع طول الثغرة في الملفين فوجد ان الملفين تجاوبا في التأثير . فقفز الشرارة بين طرفي الحلقة الاولى احدث اضطراباً ما أو ذبذبةً ما في الفضاء ، فانتقل هذا الاضطراب أو هذه الذبذبة الى الملف القابل او اللاقط فأحدث فيهِ تياراً كهربائياً مؤثراً — اي قفز شرارة بين طرفيه المعزول احدهما عن الآخر

فكان هذا الجهاز اللاسلكي الاول

وكانت الخطوة التاليـة ، ان عُني هرتز بدراسة الاضطراب الذي يحدث في الفضاء ، اي الذبذبات أو الأمواج التي تنتقل من الملف الأول الى الملف الثاني . فأثبت ان هذه الامواج تنكسر وتستقطب وقاس سرعتها فوجدها كسرعة الضوء تماماً . ثم بين أنها تتداخل (interference) كأمواج الضوء . ان هذه الأمواج التي تنتقل في الفضاء على اثر تفريغ جرة ليدن تتصف بجميع صفات الأمواج الضوئية ، والفرق الوحيد بينها و بين الأمواج الضوئية ، انها كانت أطول كثيراً من أمواج الضوء . فقد وجد هرتز في هذه التجارب الاولى ان الأمواج الكهرطيسية التي تولد من جهازهِ طولها مائة قدم . أما امواج الضوء فيختلف طول الموجة منها من ٤ اجزاء الى ثمانية اجزاء من عشرة آلاف جزء من الملمتر ($\frac{٤}{١٠٠٠٠}$ الى $\frac{٨}{١٠٠٠٠}$ من الملمتر) والبوصة — وهي $\frac{١}{١٢}$ من القدم — تساوى ٢٥ ملمتراً و $\frac{٤}{٥}$ الملمتر

وكذلك تحققت نبوءة من أعظم النبوءات العلميـة في العصر الحديث ، فأفضى تحقيقها الى تقدم عملي عجيب في المخاطبـات اللاسلكية ، ثم الى تحوّل نظرى اعجبَ في نظرية النسبية ومقتضياتها

* * *

وُلد جيمز كلارك مكسول في ادنبره في ١٣ يونيو سـنة ١٨٣١ وكان ابوهُ محاميًا يتسلّى بالتجارب العلمية في اوقات فراغهِ . وكان الابن في حداثته شديد الحياء يتلثمُ اذا وجّه اليه المعلم سؤالاً ، فظُنَّ خطأ ، أنهُ بليد العقـل ضعيف الفهم ، ولكنهُ لم يلبث ان تغلّب على شدة حيائه فتفوق على جميع اقرانه وفاز بجائزة الرياضيات . فطرب ابوهُ وصار يصحبهُ معه الى الاجتماعات التي تعقدها جمعية ادنبره الملكية . وبدأ الفتى مباحثه العلمية وهو في الخامسة عشر من عمره ، اذ قرأ الاستاذ فوربز في الجمعية المذكورة رسالة لمكسول موضوعها « طريقة ميكانيكية لرسم الاشكال الدكارتية البيضوية » . ثم عُني بدرس استقطاب الضوء . ولكن هذا الجهـد العقلي الكبير ، مضافًا اليه جهد القيام بما يطلب منهُ كتلميذ حمّلا جسمه مالا يستطيعه فاعتلت صحتهُ . ولما كان في السادسة عشرة من عمرهِ ، بدأ الخلاف بينـه وبين والدهِ ، فقد كان هو يرغب ان ينقطع للعلم وكان والدهُ يريد أن يحملهُ على تعلّم المحاماة . ففاز الابن وأُرسل سنة ١٨٥٠ الى جامعة كمبردج . وفيها وقف معظم وقتـهِ على مساعدة رفيق لهُ كانت تجاربهُ في الضوء قد كفّت بصره ، ففاز الطالب في امتحانهِ ولكن الجهد أضعف مكسول فأصيب بحمّى دماغية دامت شهراً كاملاً

ودخل بعد ذلك كلية ترنتي وخاض الميدان الذى اكتشف فيه اعظم مكتشفاته — نعني الامواج الكهربائية المغنطيسية — وكان قد أخّر درسه للكهربائية حتى ترسخ قدمهُ في الرياضيات فبدأ بعد دخوله كلية ترنتي يدرس مباحث فراداى ، وأخذ يراسله ليفوز منه بكل ما يعرف عن الموضوع . وكان له في كمبردج مثقّف خاص يدعى هبكنز ، فادرك كما أدرك فوربز من قبل ، ان هذا الفتى ، الغريب الاطوار ، عبقريٌّ ولا بدّ ان يرقى الى مصاف العظماء من العلماء . وقد وصفهُ بقوله : « يتعذّر عليهِ أن يفكر تفكيراً غير سليم في موضوعات الطبيعة »

ومن المباحث العلمية التي خاضها قبلما تعرّض لبحثهِ العظيم ، موضوع حلقات زحل فأثبت انها ليست مناطق جامدة أو سائلة بل هي مؤلفة من نيزكات . وكان وهو في كمبردج يعنى

كثيراً بفهم أفعال الأحياء من ناحية قواعد الحركة ويروى عنه انه كان يرمي الهررة من النافذة ليفهم السبب في سقوطها على أقدامها . ولما اجتمع مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٨٦٠ قرأ رسالة عظيمة الشأن في نظرية برنوي القائلة بأن الغازات مؤلفة من دقائق عديدة متحركة متصادمة . فأثبت مكسول في رسالته ان سنتمتراً مكعباً من الهواء على درجة عادية من الحرارة يحدث فيه ثمانية آلاف مليون اصطدام بين دقائقه . ويروى انه حضر يوماً اجتماعاً للجمعية الملكية ، فلاحظه فراداي وهو خارج إذ رآه مجهداً والجمهور يزحم الباب فقال له مشيراً الى بحثه في دقائق الغازات « اذا كان ثمة من يستطيع أن يتبين طريقه في جمهور مزدحم فهو أنت » . وله مؤلف عظيم الشأن في الحرارة ومباحث وتجارب بديعة في « اللون والالوان الأساسية في الطبيعة » منح عليها مدالية ومفرد من الجمعية الملكية

فما تقدم يتبين لنا أن عبقرية مكسول العلمية لم تكن عبقرية محدودة بل انه أضاف الى ابتكاره العجيب في العلوم ، مقدرة عجيبة على تبسيط بعض نواحيها تشهد بذلك محاضرته في مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٨٧٣ وكان موضوعها « الجزيئات » ، ومحاضرة ريد التي القاها في كمبردج قبيل وفاته في « التلفون » ، وكتابه الصغير الذي عنوانه « المادة والحركة »

وفي سنة ١٨٦٦ دعي لالقاء الخطبة البيكرية فجعل موضوعها « لزوجة الغازات »

وكان الى ذلك متمكناً من الآداب القديمة ، وله في ميدان الشعر الانكليزي قصائد وشذور لا بأس بها

واعتلت صحته في سنة ١٨٧٧ فقضى سنتين يتقلب على فراش الألم صابراً مطمئناً قبل أن أدركته الوفاة في كمبردج سنة ١٨٧٩

ميكلصن

لو لم يطلب الى مدرّس حديث العهد بالتعليم في معهد اناپولس البحري بالولايات المتحدة الاميركية ان يلقي محاضرة في « الضوء » لقضى العلامة ميكلصن ايامه الاخيرة على الارض اميرالا أو ضابطاً بحرياً متقاعداً . ذلك ان جانباً كبيراً من معارفنا الطبيعية الحديثة قائم على التجارب التي جرّبها ميكلصن في أول عهده بالتعليم في معهد اناپولس البحري أو يستند الى آلة « الانترفرومتر » التي استنبطها ، لقياس اقطار النجوم السحيقة التي لا يمكن قياسها بالأساليب المألوفة . بل ان نظرية النسبية نفسها نشأت من تجربة ميكلصن مورلي المشهورة . وكل هذا يمكن الارتداد به ، الى تلك المحاضرة الاولى التي طلب اليه القاؤها

ظلّ ميكلصن حتى وفاته مكبّاً على البحث الذي بدأ به حياته ، اي قياس سرعة الضوء . كان في شيخوخته ربعة القامة ، ذا عينين براقتين ، وذقن مربعة وجبهة عالية هادىء الطبع ، وديع النفس خجولا ، تكاد تحسبه موسيقيّاً او مصوراً ، بل كان كثيراً ما ينصرف عن دراسة اسرار الطبيعة دراسة علمية الى لوحة يصور عليها بالألوان ما يستهويه من مشاهدها

كان ميكلصن يشبه اينشتين شبهاً غريباً في حياته وسذاجته . قيل انهُ لما منح ميكلصن لقباً فخرياً من جامعة كمبردج صعد الى المنبر ليتسلم البراءة فظنّ الجمهور انهُ سوف يلقي خطبة علمية رائعة ولكنه بعد تسلم البراءة تلفت قليلا ذات اليمين وذات الشمال فقام مضطرباً وهو لا يدري ما يفعل ، ثم عاد الى كرسيه من دون ان ينبس ببنت شفة . وهذا يذكرنا بما روي عن اينشتين وهو انهُ كان مرة في ضيافة أحد عظماء الانكليز فوضع هذا خادماً خاصاً تحت تصرف العالم العظيم ، فلم يدعُه مرة واحدة لمعاونته في شأن من شؤونه . وكانت مدام

اينشتين قد اصرّت عليه ان يأخذ معه صندوقاً لأمتعته عدا حقيبته المألوفة فأخذه فلما عاد الى داره ببرلين فتحت الصندوق فوجدته على حاله

ولد ميكلصن في بلدة سترلنو ببولونيا سنة ١٨٥٢ وهاجر والداهُ الى الولايات المتحدة لما كان في السنة الثانية من عمره ، فقطنا بلدة في ولاية نڤادا وهي من الولايات الغربية ، وتلقى مبادىء القراءة والكتابة في مدارسها ثم انتقل الى مدرسة عالية في سان فرنسسكو وكان رئيس تلك المدرسة ممن عرفوا بتوخي الدقة التامة في كل ما يفعله ، شديد الوطأه على تلاميذه في ما يتصل بدروسهم . على انهُ مال كلَّ الميل الى الفتى ميكلصن اذ توسم فيه النجابة والذكاء فوجه عناية خاصة الى تعليمهِ مبادىء العلوم وخصوصاً مبادىء الرياضيات

وجاءهُ في أحد الايام كتاب من ابيه ينبئهُ فيهِ ان لولاية نڤادا حقاً في ارسال احد ابنائها لتلقي العلوم في المدرسة البحرية بوشنطن ، وان هذا التعيين يتم للمتفوق في امتحانات وضعت خاصة لذلك ، وطلب الى ابنهِ ان يجيء عاصمة نڤادا ويتقدم لاجتياز هذه الامتحانات

لكن الفتى لم يهمه هـذا الامر فكتب الى ابيه كتاباً بسط فيه رأيهُ فكان جواب الوالد تلغرافاً موجزاً يأمره فيه بالحضور حالاً

تقدم ميكلصن الى الامتحانات وتفوّق فيها مع فتىً آخر ، فلم يستطع اولو الامر ان يعينوا احدهما اعتماداً على نتيجة الامتحان لانهما كانا متعادلين فنظروا في الامر من وجهٍ آخر . ذلك ان والد الفتى ندّ ميكلصن كان قد خاض غمار الحرب الاهليـة ولم يكن في بسطة من العيش تمكنهُ من الانفاق على تعليم ابنهِ التعليم العالي فعيّن ابنهُ في المدرسة البحرية

على ان والد ميكلصن كان قد وطن نفسه على تعيين ابنه ايضاً فزار عضو ولاية نڤادا في مجلس الشيوخ ، وكان تعيين الطالب من تلك الولاية في يده فقـال لهُ هذا ان التعيين قد تمّ وليس في مستطاعه تعيين طالب آخر تلك السنة . لكنه عرض عليه ان يكتب رسالة الى رئيس الولايات المتحدة ، وفي يده تعيين عشرة من الطلبة ، فيحملها اليه ابنه لعلها تعود بفائدة ما

وكان الجنرال غرانت رئيساً حينئذٍ فحمل ميكلصن اليهِ الرسالة بعد ان قطع بها الولايات المتحدة من غربها الى شرقها فأحسن الرئيس وفادته ولكنهُ قال لهُ ان الاماكن التي في يدهِ تعيين الطلبة فيها قد وعد بها عشرة من الطلبة . لكنه لم يقطع للفتى حبل الأمل فبعث بهِ الى وزير البحرية لعله يجد له طريقة تمكنه من دخول المدرسة فقال لهُ الوزير انتظر ريثما يتم احد

الطلبة امتحانه . فاذا لم يجزه عينت مكانه . فبقي في وشنطن ينتظر ما يكون من امر الطالب و بلغه في أحد الأيام انه رسب في الامتحان لكن المسؤولين أجازوا له ان يتقدم لامتحان ثان ، فجازه وثبت تعيينه . فلم يبق لدى ميكلصن الاَّ ان يحزم أمتعته و يعود أدراجه . واذ هو يستعدُّ للرحيل وقد ارسل حقيبة أمتعتهِ الى المحطة جاءه ضابط من ضباط وزارة البحرية وأنبأه ان الرئيس قد خرج على التقليد الذي جرى عليهِ اسلافهُ وأمر بتعيينهِ

ترى من يستطيع أن يقيس خسارة العلم لو أن القطار سافر قبل وصول هذا الضابط ، أو لو ان الجنرال غرانت لم يسوغ لنفسه مخالفة ما جرى عليهِ أسلافهُ ؟ !

درس ميكلصن في المدرسة البحرية سنتين أتمَّ فيهما دروسه . وكانت المدرسة حينئذٍ في حاجة الى مدرّس يدرّس فيها مبادىء الطبيعيات . فوقع اختيار الاميرال سمس عليهِ فكان شأنه في تدريس هذا العلم شأن كل معلم مبتدىء يعين لتدريس فرع من فروع العلم لم يختص بدرسهِ أو لم يهتم به اهتماماً خاصًّا . وعرف ميكلصن موطن الضعف فيه فكان يدرس الدرس كما يدرسه التلاميذ و يقرأ بضع صفحات تالية له حتى يكون طارقًا بما سيجيء . ولما كان نظام التدريس قائمًا على توجيه الأسئلة الى التلاميذ عن محتويات الدرس المعين لهم سهل عليه السير في عمله . ثم تغير اسلوب التدريس فطلب اليهِ ان يعدَّ خُطبًا يلقيها على الطلبة و يذكر فيها ما لم يكن مذكوراً في الكتاب الذي يدرسونهُ ، فحثه هذا الطلب على التوسع في البحث . وفيما هو يعد خطبه هذه استرعت اهتمامه الأساليب التي يستخدمها العلماء لقياس سرعة الضوء فخطر له أن يجرّب احداها أمام الطلبة قرنًا للعلم بالعمل . ولكن لم يخطر له على الاطلاق مباراة العلماء في ذلك . فأنفق جنيهين من ماله الخاص لشراء بعض المواد لأن ميزانية المدرسة لم يكن فيها مالٌ مخصَّص لمثل هذه التجارب

جرّب اسلوب فوكول بعد ما غيَّر فيه تغييراً يسيراً فوجد ان قياسه هو لسرعة الضوء اكثر ضبطًا ودقة من القياس الذي كان مقبولاً لدى العلماء حينئذٍ . ونشر نتيجة تجاربه فاذا بهِ في ليلة وضحاها قد ذاع اسمه بين العلماء وقُبلت نتيجة تجاربه عندهم . فشجعه هذا على المضي في عمله ، وكان البحث في الضوء قد فتنه فعزم أن ينقطع له

واستقال من التدريس في المدرسة البحرية سنة ١٨٧٩ و بقي في وشنطن يشتغل بالتقويم البحري ثم سافر الى اوربا في أوائل سنة ١٨٨٢ فقضى سنتين يدرس و يبحث في جامعات برلين

وهيدلبرج وباريس . ولما عاد من اوربا عُين استاذاً للطبيعيات في مدرسة كليس للعلوم العملية وبقي في منصبه هذا ست سنوات ثم انتقل الى جامعة كلارك ، فبقي فيها ثلاث سنوات استاذاً للطبيعيات أيضاً ثم دعي الى جامعة شيكاغو ليرأس دائرة العلوم الطبيعية فيها . وقد استقال من هذا المنصب سنة ١٩٣٠ وانضم إلى علماء معهد باسادنيا الذي يرأسه ملكن لكي يشرف على تجارب ، الغرض منها التدقيق في قياس سرعة الضوء في الهواء والفراغ

وعين سنة ١٨٩٢ عضواً في مكتب الموازين والمقاييس الدولي في باريس . وسنة ١٨٩٧ في مصلحة الموازين والمقاييس الاميركية . وسنة ١٩٠١ رئيساً للجمعية الاميركية الطبيعية . وسنة ١٩١٠ رئيساً لمجمع تقدم العلوم الاميركي . ونال جائزة نوبل الطبيعيات سنة ١٩٠٧ — وهو أول أميركي نالها — ومدالية كوبلي من الجمعية الملكية ببلاد الانكليز . والوسام الذهبي من جمعية الفنون بلندن سنة ١٩٢١ والوسام الذهبي من الجمعية الملكية الملكية بلندن سنة ١٩٢٣

* * *

لعلّ غاليليو غالبلي أول من حاول أن يعرف هل سرعة الضوء محدودة أو غير محدودة ؛ ولكن الآلات التي استعملها في تجربته لم تمكنه أن يحكم هل انتقال الضوء من نقطة الى أخرى يستغرق وقتاً ما . وفي سنة ١٦٧٦ أشار الفلكي الهولندي رومر الى أن الفرق بين دوري خسوف المشتري بأحد اقماره قد يكون سببه اختلاف بعد الأرض عن المشتري وهو اختلاف ينشأ عن شكل فلك الأرض حول الشمس . وعليه فالضوء يستغرق وقتاً في اجتيازه مسافة ما . وقد حسب رومر ان سرعة الضوء هي في حدود ١٩٢ الف ميل في الثانية . ثم جاء فيزو Fizeau سنة ١٨٤٩ وكورنو Cornu سنة ١٨٧٤ واستعملا عجلة مسنّنة لقياس سرعة الضوء على مسافات قصيرة ، وتلاهما فوكول ، فاستعمل طريقة المرآة الدائرة التي أخذها ميكلصن وأتقنها حتى أصبحت غاية ما يستطاع في دقة هذا القياس . ومبدؤها فيما يأتي :

تُصنع عجلة ذات اثنى عشر ضلعاً متساوياً ويقام على كل ضلع مرآة . ثم تُدار العجلة بسرعة معينة لِنَقُل انها ٣٥٠ دورة في الثانية فتكون كل مرآة قد انتقلت من مكانها الى مكان اختها في جزء من ٤٢٠٠ جزء من الثانية . ثم تقام هذه العجلة على جبل وينصب على جبل آخر مقابل له مرآة عاكسة . ولنقل ان البعد بين الجبلين ٢٢ ميلاً تقاس بطرق دقيقة يعلمها مهندسو المساحة . ثم يبعث بشعاعة من النور من الجبل الأول متجهة الى الجبل الثاني الذي

عليه المرآة العاكسة . و تكون هذه العجلة دائرة بسرعتها المعروفة . فتذهب الشعاعة من الجبل الأول إلى الجبل الثاني اذ تكون المرآة رقم واحد مواجهة للمرآة المقابلة . واذ تقع الشعاعة على المرآة الثانية تنعكس عن سطحها إلى المرآة الدائرة فتصيب المرآة رقم ٢ فيها . فتكون الشعاعة قد قطعت المسافة بين الجبلين ذهاباً و إياباً في الوقت الذي استغرقهُ انتقال المرآة رقم واحد من مكانها وحلول المرآة رقم ٢ محلها أي في جزء من ٤٢٠٠ ، جزء من الثانية . والنتيجة الحاصلة من ضرب ٤٤ ميلاً في ٤٢٠٠ أي ١٨٣٨٠٠ ميل هي سرعة الضوء . هذه هي الطريقة وعمادها ضبط قياس المسافة بين المرآة الدائرة والمرآة الثانية على الجبل المقابل وضبط سرعة المرآة الدائرة . وقد بلغت سرعة الضوء مقيسة بهذه الطريقة سنة ١٩٢٤ — ١٨٦٫٣٥٩ ميلاً وهذا الرقم يحتمل زيادة يسيرة أو نقصاً يسيراً

اما سرعتهُ في الفضاء فكان ميكلصن يعدُّ لها تجربة قبيل وفاته هي من معجزات الهندسة والعلم . ذلك انهُ بنى في سنتي ١٩٢٩ و ١٩٣٠ انبوباً ضخماً طوله نحو ميل وقطرهُ ثلاث أقدام ومصنوعٌ من الحديد المقضَّن (شبيه بالصاج المموّج) وهو تسعون قطعة ، طول كل قطعة منها ستون قدماً ، وفي طرفي الأنبوب أربع غرف طول كل منها ست أقدام وعرضها خمس أقدام وعلوها خمس أقدام . والغرض من هذه الغُرف اقامة الأجهزة لقياس سرعة الضوء وهي كالأجهزة التي استعملت لقياسها بين قمتي جبلين . وقطع الأنبوب ملحومة احداها بالأخرى لحاماً محكماً ، حتى اذا فرغ الأنبوب لم يتطرق الهواء الى داخله من منفذ ما . وكذلك الألواح التي بنيت منها الغرف . فاذا تمَّ البناء على المنوال المتقدم في مسطح من الأرض افرغ الأنبوب والغرف المتصلة به من الهواء بآلتين خاصتين لهذا الغرض وقيست سرعة الضوء بطريقة المرآة الدائرة لمعرفة سرعتهِ في الفراغ . وكان ينتظر أن يتم بناء الأدوات جميعاً في أوائل سنة ١٩٣١ لما كان اينشتين ضيف ملكن وميكلصن في كاليفورنيا لكي يشرفوا عليها . ولكننا لم نقرأ في الصحف العلمية أن التجربة تمت في وقتها ، ولعلَّ بعض الحوائل الهندسية حالت دون ذلك فمات ميكلصن ولم ينجزها

* * *

في بدء العقد التاسع من القرن الماضي لما كان ميكلصن يدرس في المانيا خطر له أن يبحث في المسألة التالية : هل يبقى الوسط المعروف ، تواضعاً ، بالأثير ، والذي تسير فيهِ أمواج الضوء

في الفضاء مستقرًا إذ تسير الأرض فيه ، أو هل تجرُّ الأرض الأثير معها ، كما تجرُّ عربة مسرعة ، غلافًا من الهواء معها ؟

ولقد قلنا من قبل أن وراء الاكتشاف والاستنباط المقدرة على تعرف مشكلة تتطلب الحل ، والبراعة في توجيه السؤال على وجه يفضي الى اكتشاف أو استنباط

ومن ينكر الآن أن ميكلصن بلغ أقصى حدود هذه المقدرة في توجيه السؤال المذكور . من ينكر ذلك وقد بُني على المباحث النظرية والعملية التي قام بها هو وغيره من أساطين العلم للاجابة عنه — وخصوصًا تجربته المعروفة بتجربة ميكلصن مورلي — بناء علم الطبيعة الحديث وبوجه خاص ناحية النظرية النسبية منه ، ومقتضياتها العلمية والفلسفية

ما كاد هذا السؤال يرتسم في ذهن الاستاذ ميكلصن حتى وضع خطة لتجربة تمكنه من معرفة حركة الأثير اذا كان الأثير يتحرك مع الأرض . ذلك انه قرر أن يتناول شعاعة ضوء ويشقها الى شعاعتين ويبعث بالواحدة في اتجاه سير الأرض ، وبالأخرى في اتجاه معامد لاتجاه الأولى . ويضع على بُعدٍ معين من نقطة ارسال الشعاعتين مرآتين تردان الشعاعتين الى نقطة ارسالها . والفرض من ذلك أن سير الأرض في اتجاه واحد مع إحدى الشعاعتين يجب أن ينقص سرعة ضوء الشعاعة في ذلك الاتجاه ، بمقدار سرعة الأرض . وسيرها في اتجاه عمودي لسير الشعاعة الأخرى لا يؤثر في سرعة هذه الشعاعة ، أو بالأحرى يؤثر تأثيراً طفيفًا جدًّا بالقياس الى تأثيره في الشعاعة الأخرى . واذن فيجب أن يكون في استطاعتنا قياس هذا الفرق اذا كان ثمَّة فرق . وقياسه يقوم بمراقبة هاتين الشعاعتين المرتدتين الى نقطة ارسالها . فاذا وصلت إحداها قبل الأخرى حصل معنا ما يسمى في علم الضوء تداخلاً نوريًّا نستطيع بتعيين مقداره أن نستنتج سرعة الأرض المطلقة بالنسبة للاثير

ولا يخفى أن الضوء يقطع نحو ١٨٦ الف ميل في الثانية فقياس الفرق بين سرعتي شعاعتين تقطعان بضعة أمتار عمل دقيق كل الدقة . ولذلك استنبط ميكلصن آلة سماها الانترفرومتر ليس هنا مجال وصفها ، وهي التي مكنته من ذلك ، وقد كانت في رأيه آيته العلمية الكبرى . وقد حاول أولاً أن يقيس سرعة الارض في بحر الاثير بهذه الطريقة ، وبواسطة الانترفرومتر ، لما كان يشتغل في معمل هلمهلتز الطبيعي ببرلين . ولكن اهتزاز أرض المدينة الناشيء من العربات والقطرات التي تسير في شوارعها جعل نتائج التجربة مما لا يعتمد عليه . فنقل الجهاز الى

بوتسدام ومع ذلك ظلت نتائجه مشكوكاً فيها . فلما عاد إلى اميركا استعان بزميله الاستاذ مورلي وبنى انترفرومتراً كبيراً في مدرسة كايس بمدينة كليفلند اوهايو ، وحرصا كل الحرص على منع الخطإ أن يتطرق اليها فدهشا إذ أسفرت التجربة عن وصول الشعاعتين معاً، مما يستنتج منه أن سرعة الضوء واحدة في كلا الاتجاهين ، وهذا مخالف لما كان متوقعاً ، جرياً على قواعد العلم المسلم بها حينئذ . وقد أعيدت هذه التجربة بواسطة ملر ومورلي في كليفلند وبواسطة ميكلصن في شيكاغو فكانت كل اعادة للتجربة تؤيد نتائج التجربة الأولى

ومما هو جدير بالذكر أن اللورد كلفن صرّح امام مؤتمر علماء الطبيعة الدولي المنعقد في باريس سنة ١٩٠٠ ان « القيمة الوحيدة في سماء نظرية الأثير ، هو نتائج التجربة التي قام بها ميكلصن وأعوانه »

وكان العالمان فورتز الهولندي وفتزجرالد الارلندي قد أبانا انه يمكن تعليل النتيجة الغريبة التي أسفرت عنها تجربة ميكلصن ، اذا حسبنا أن حركة الأرض (وما عليها) في الأثير تقصر أبعاد الأجسام الممتدة في جهة هذه الحركة – أي تقصر قطر الأرض الشرقي الغربي وطول الأجسام الممتدة شرقاً وغرباً . ولكن قامت في وجه هذا التعليل « التقلصي » صعاب علمية جمة اضطرت العلماء أن يعدلوا عنه ، خصوصاً وانه بحد ذاته لا يعلل إلا هذه الظاهرة وحدها من دون أن يشمل تعليل أية ظاهرة علمية أخرى . وهذا النقص جوهري في التعليل العلمي إذ ما فائدة تعليل ينطبق على ظاهرة طبيعية فردة فاذا ما أخرجته عنها الفيته قاحلاً جدباً .

ومن أجل هذا كله بنى اينشتين نظرية النسبية سنة ١٩٠٥ إذ قال ان المصاعب التي نشأت من تجربة ميكلصن يمكن اجتنابها بقولنا « ان تحديد السرعة المطلقة في الطبيعة مستحيل بأية تجربة من التجارب » . هذا هو منشأ النسبية وكل ما بني عليها من مباحث اينشتين المتتالية ومباحث أعوانه ومؤيديه . وقد أشار اينشتين إلى ذلك في الخطبة التي خطبها عند زيارته كليفورنيا في أوائل سنة ١٩٣١ إذ توجه في اثناء الكلام إلى ميكلصن واعترف له بفضل السبق في مباحث الطبيعة التي أفضت الى نظرية النسبية وما يتصل بها

قلنا ان ميكلصن استنبط الانترفرومتر ليستعمله في معرفة سرعة الأرض في الاثير ولكن لم يلبث حتى استعمله العلماء في قياس أقطار الكواكب البعيدة قياساً مباشراً . فقرن بتلسكوب مرصد جبل ولسن وقيس به قطر النجمة المعروفة بمنكب الجوزاء في كوكبة الجبّار فاذا قطرها

٢٤٠ مليون ميل أي اذا وضع مركز قرصها فوق مركز قرص الشمس وصل محيطها الى فلك المريخ . ثم استعمل في قياس المسافات بين نجمي كوكب مزدوج فثبت أن كثيراً من النجوم التي كانت تحسب منفردة هي في الواقع نجوم مزدوجة

ثم لا يخفى أن المتر المقياس هو المسافة بين خطين مرسومين على قطعة من البلاتين والاريديوم محفوظة في وعاء زجاجي مفرغ على درجة معينة من الحرارة في بلدة سيفر قرب باريس . ولكي يعين طول هذا المتر تعييناً لا يُنسى ولا يزول مهما تتقلب الحوادث على المتر المقياس قضى ميكلصن سنة في باريس يحاول قياسه بأمواج الضوء الاحمر المنبعث من طيف عنصر الكادميوم . وفي هذا العمل ما فيهِ من الدقة المتناهية . فأسفر البحث عن ان طول المتر المقياس يساوي ١٥٥٣١٦٣٥ الموجة من خط خاص في نور الكادميوم الأحمر . والآن قد يسرق المتر المقياس أو قد يصهر في ثورة أو حربٍ ولكن ذلك لا يهم لأن اعادة بنائهِ سهلة بناءً على قياس ميكلصن الذي لا يحتمل من الخطإ اكثر من جزء من ثلاثة ملايين جزء

* * *

كتب الاستاذ مِلِكنْ العالِم الاميركي الكبير مقالاً عنوانهُ «قيمة ميكلصن الاقتصادية» أبان فيهِ أن مباحث ميكلصن لا تقوَّم بمال، لأن جل فائدتها هو في توجيه الافكار وفتح ميادين جديدة للبحث . وفي مقدمتها ميدان علم الطبيعة الجديد الذي بُني على تجربة ميكلصن مورلي كما بيّنا سابقًا . ولعلّ مقام تجربة ميكلصن في تاريخ الفكر لا يقلّ أثراً عن مذهب كوپرنيكس. فهذا انتقل بالانسان من حسبان أرضهِ مركز الكون إلى حسبانها سيّاراً يدور مع سيّارات أخرى حول الشمس . ومذهب النسبية بَعُد بالانسان عن حسبانهِ نفسهُ مدار الطبيعة . فهو بعد اليوم لا يستطيع أن يقول أن المقاييس الطبيعية التي يقوم بها يجب أن تمتدّ الى كل نواحي الفضاء . بل أخذ يدرك أن جميع المقاييس نسبية ، ولكل عالَم مقاييسهُ الخاصة . وهي فكرة متى تعودناها كانت ذات أثر كبير في اتجاه التفكير العلمي

لنغميور

لما ولد موزلي كان في إحدى ضواحي نيويورك فتىً في السادسة من العمر. ولكنهُ على الضد من موزلي لم ينجب من أسرة اشتهرت بالعلم بل كان والده قسًّا هجر اسكتلندا الى كندا ثم هبط منها الى الولايات المتحدة الاميركية. أما أسرة والدته فان تجد فيها لدى البحث ما يحملك على توقع النبوغ العلمي في أخلافها

وكان لنغميور في حداثته يكثر من توجيه الاسئلة إلى والديه واخوته عما يحيط به من الحوادث والأشياء، ولا يقنع إلاَّ بالجواب الشافي الذي يصيب لبَّ المسألة. « لماذا يغلي الماء في الابريق؟ » و « لماذا يسقط المطر؟ ». وكان أخوه آرثر يدرس الكيمياء فكان الفتى ارڤنغ ينهال عليه بأسئلة فيجيب عن بعضها ويعجز عن الباقي. فلما كان أرڤنغ في التاسعة من عمره صنع معملاً صغيراً في «طابق» بيتهم الأرضي. وكذلك نشأ الفتى يخزن في عقله، من أيام طفولته وحداثته، ما يصيبه من الحقائق عن القوة الطبيعية التي يتبينها في بيئته. وكان شديد الولع ببناء الاشياء وتفكيكها ثم باعادة بنائها. فلما أُرسل الى مدرسة عامة في بروكلن، نفر من غرفة الدرس، لأنه كان يفضل أن يعبث في معمله، أو يقلق أخاه بأسئلته الحسابية على الانتظام في فرقة مدرسية

وكان أخوه الاكبر — آرثر — قد تخرّج من جامعة كولومبيا، وقرر أن يسافر الى اوربا ويلتظم في جامعة هيدلبرج الالمانية للتوسع في دروسه العلمية. فعزم الوالدان أن يصحبا ابنهما الاكبر الى اوربا. كذلك اتيح لارڤنغ، وهو في الحادية عشر، السفر الى باريس حيث لبث أخوه في مدرسة داخلية يدرس الكيمياء قبل الانتظام في جامعة هيدلبرج. وكان الفتى يترقب زيارات أخيه بفارغ صبر، ليستمع الى قصص البحث العلمي التي تقع له، فكانت هذه القصص تفتن لبَّهُ، فيجلس في خلال سردها مشدوهاً

كأنما أُخذ بسحر ساحر . فلما كان في الثانية عشرة طلب أن يُمدَّ له معمل للبحث العلمي ، فمكنهُ أخوه من تلبية طلبه ، فكان يقضي فيه ساعات متوالية يجرب التجارب المذكورة في كتاب علمي ابتاعه . وكان الشقيقان صديقين . وفي ذات شتاء اصطحبه شقيقه الى سويسرا فتوفَّلا احدى قمم جبالها ، فاعجب ارڤنغ بهذا الضرب من الرياضة ، وودَّ لو يسمح لهُ ان يتوقل كل القمم التي على مقربة من الفندق . فعارض في ذلك والداهُ اولاً ، ثم اذنا لهُ ، لما وعد ان يسير في سبيل مطروق لا يحيد عنهُ وان يرسم خرائط ورسومًا لكل ما يشاهد . كذلك صعد هـذا الفتى ، وهو في الثالثة عشرة من عمرهِ ، في جبـال سويسرا . وكان التصعيد في قمـة واحدة ، يقتضي احيانًا جهداً كبيراً خلال يومين او ثلاثة ايام فأصاب في ذلك مرانة جسدية وخلقية

عادت اسرتهُ الى اميركا ، بعدما قضت ثلاثة أعوام في اوربا — اتمَّ شقيقهُ في خلالهـا دروسه في جامعة هيدلبرج — وشهد ارڤنغ في ختامها مأتم باستور في باريس — فكأنَّ ذلك المشهد طبع في ذهنهِ بخطوط من نور ونار . وانتظم بعـد عودتهِ في كليةِ بفيلادلفيا ، فاثبت لرؤسائهِ انهُ يعرف كلَّ ما يعرف من الكيمياء . ولما عثر في اثناء ذلك على كتاب في « حساب التمام والتفاضل » ، فتحه وطالع فيـهِ فقال لشقيقه « انهُ كتاب سهلٌ » . وفي السنة التاليـة حضر المدرسة التي كان شقيقهُ يدرّس فيها الكيمياء ثم تخرج في مدرسة المناجم بجامعة كولومبيا وسافر الى المانيا ليدرس على الاستاذ نرنست Nernst في جامعة غوتنجن التي اشتهرت بافعال وهلر Woehler في الكيمياء الحيوية . وبعد ما قضى ثلاث سنوات في المانيـا ، عاد حاملاً لقب دكتور في الفلسفة ، وجعل يدرّس الكيمياء في معهد هوبوكن على مقربة من نيويورك . وفي صيف سنة ١٩٠٩ ذهب الى مدينة سكنكتدي حيث انشأت الشركة الكهربائية العامة « داراً للبحث العلمي » فعزم على ان يقضي عطلة الصيف في هذه الدار

* * *

وكان يدير تلك الدار رجل يدعى الدكتور ولِسْ وِتْنِي Whitney وهو رئيس سابق للجمعية الاميركية الكيميائية ، ومن روَّاد البحث العلمي في الشركات الصناعية . كان الدكتور وتني زعيماً غريب المذاهب . ذلك انهُ لما أقبل لنغمير عليه ، لم يعيّن له بحثًا معينًا يكبُّ عليه في الحـال ، بل اقترح عليه ان يقضي بضعة اسابيع ، يطوف ارجاء الدار ، ويراقب الباحثين فيها . ففتن لنغمير اذ فعل ذلك . فُتِنَ لأن عينًا بشرية لم تقع على مشاهد اغرب من المشاهد

التي وقعت عليها عيناه . فهنا رجال يحاولون النفوذ الى اسرار العلم والصناعة ويرشدهم رجل خبير بأخلاق الرجال ، عالم بأحوال المادة

وفي اثناء تجواله استرعى انتباهه امر معين ، كان يحير الباحثين ، فمال الى البحث فيه . ذلك ان الباحثين حينئذٍ ، كانوا يحاولون ان يصنعوا من عنصر التنجستن ، السريع التكسُّر سلكا ليناً لا ينكسر ، يسهل مدُّهُ ، لكي يستعمل في المصابيح الكهربائية . وكانوا قد اعدوا مئات النماذج من سلك التنجستن وكانت كلها الا ثلاثة منها سريعة التكسر لا تصلح لهذا الغرض المعين

فذهب الى الدكتور وتني وطلب اليهِ ان يعين له البحث في موضوع هذا السلك . فقد كان غرضه البحث في تصرف الاسلاك حتى أحميت الى درجة البياض في مصابيح مفرغة من الهواء . ما السبب في تكسر كل هذه الاسلاك بعد تجربتها وبقاء ثلاثة منها من دون تكسر ؟ وكأن لنغمبور رأى بعين الساحر السر في كل ذلك قبل الشروع في البحث ، فلما شرع في البحث لم يضع الوقت في التنقيب على غير هدى ، بل سار توًّا الى محجة الصواب . ذلك انه حسب ان بعض الغازات التي تمصها الفلزات هو منشأ ضعفها . فقبل وتني اقتراح لنغمبور وجعل في متناول يده كل وسائل الدار العلمية والصناعية . لأنه ادرك بنظرته الثاقبة ان هذا المعلم رجل من جبلة غير عادية

وأقبل لنغمبور على البحث ، وقد استخفه الفرح بتحقيق الاحلام . ما اعظم الفرق بين معمله هنا ومعمله الصغير الذي انشأه في حدائته بمساعدة شقيقه ! بل ما اعظم الفرق بين هذه المعامل الحديثة والمعامل التي في جامعة غوتنجن ! ان هذه الدار معقل — بل هي حرم للعلم ! كان لنغمبور ينتظر ان يرى — بحسب نظريته في ان الغازات هي مصدر ضعف التنجستن — مقداراً يسيراً من الغاز يخرج من الاسلاك المحمية في المصابيح الزجاجية . ولكن الذي بعثهُ على الدهشة العظيمة ان مقادير كبيرة جدا من الغاز خرجت من اسلاك التنجستن لدى احمائها في مصابيح مفرغة . وكان كثير المطالعة ، يماشي العلم في سيره الحثيث ، فتذكر ما قرأه لطمسن — مكتشف الالكترون — عن مقدرة بعض الفلزات على امتصاص الغازات واطلاقها حتى احميت . وهذا سلك التنجستن يخرج لدى احمائه غازاً يزيد مقداره سبعة آلاف ضعف على حجم السلك الذي خرج منهُ

وانقضت عطلة الصيف ، ان عمله في المدرسة يوجب عليه الخروج من هذا الفردوس العلمي

والعودة الى فرقة التدريس مع ان بحثه لم يطل زمناً كافياً لاثبات صحة ما ذهب اليه . ولكنه كان على الطريق

وكان الدكتور وتني يزور لنغمير دائماً ، ويراقبهُ في خلال البحث ، فعجب لما يبدو في بحثهِ من توقّد ذهن وسرعة خاطر ومرونة اصابع . ورأى فيهِ مقدرة ، كأنها الوحي ، تسير بهِ توًّا الى صميم الموضوع . كانت براعتهُ في التصوُّر والتخيُّل المبنيين على الحقائق المشاهدة من وراء العقل البشري العادي . بل انهُ كان يستطيع ان يتصور نتائج البحث ، قبل أن يتناول الأدوات المعدة للتجربة !

فقال وتني في نفسهِ : « من الخسارة أن نتخلى عن رجل يستطيع أن يبدع النظريات من دون أن يفقد تقديره للحقائق المثبتة » . فلما آن وقت الرحيل ، عرض عليه أن ينتظم في سلك الباحثين في تلك الدار . لأنَّ مكانه في المدرسة يملؤه معلم آخر . فتردد لنغمير أولاً رغبةً في ان يكون منصفاً لرئيس المدرسة قبل ان يقبل عملاً يحقق مُنَى شبابهِ ! وتردد كذلك لأنهُ لم يدر هل من الانصاف أن ينفق مال شركة كبيرة في بحث علمي قد لا يفضي إلى شيء عمليّ ؟ وكاشف وتني بذلك فردَّ عليه : « ان بقاءك لا يقتضي أن يفضي بحثك الى نتيجة عملية » . فعزم لنغمير في الحال ان يقبل ما عرض اليه ولبث في سكنكتدي

كان الدكتور وتني يعتقد ما يعتقده المهندسون الأميركيون المشتغلون بصناعة المصابيح الكهربائية ان صنع المصباح الأمثل يتم بالحصول على اكمل فراغ ممكن داخل المصباح . ولكن لنغمير لم يسلم بذلك . بل على الضد منهُ ، جعل يملأ مصابيح التجارب بغازات مختلفة ليدرس فعلها في السلك ، لعله يهتدي الى الباعث على قصر حياة المصابيح الكهربائية بوجهٍ عام . واستخلص من ذلك مبدأً عامًّا في البحث جرى عليه : قال : — « اذا ظننتَ انهُ يمكن الحصول على نتيجة طيبة باجتناب بعض عوامل مفسدة ، وكان اجتناب هذه العوامل متعذراً أو صعباً كلَّ الصعوبة ، فيحسن أن تقوّي فعل هذه العوامل حتى تزيد علمًا بها وبفعلها »

فاخرج لنغمير كل الغازات التي كان سلك التنجستن قد امتصّها ، ولكنهُ بدلاً من ان يفرغ المصباح من أي غاز فيه حتى لا يكون هناك اكسجين يحرق السلك ، ملأهُ بغازات غير فعالة . واختار النتروجين والارجون لذلك ، لأنهما لا يتحدان بعنصر التنجستن ولو بلغت الحرارة درجة البياض . كذلك قضى لنغمير سنوات يجرب التجارب في مصابيحه ، وفي تناول يده

ما يشاء من مال وأعوان . لأن مدير الدار كان يعتقد ان كل تطبيقات العلم نشأت من الرغبة في الاطلاع على ما هو خفي . وتاريخ العلم في نظره دليل مسلسل الحوادث يثبت ذلك . ومن أشهر حوادثه ، اشتغال مكسول بالضوء من الناحية الرياضية الفلسفية وكيف أفضى الى التطبيقات اللاسلكية في هذا العصر

انقضت ثلاث سنوات ، ولم يخرج لنفمبور بأي تطبيق عملي ، يستحق أن يذهب به الى رئيسه قائلا « ان هذا الاستنباط يوفي الشركة الأموال التي أنفقتها في تجاربي » . ولكن وتني لم يسأله في ذلك ، ولا الشركة طالبت وتني به . فمضى لنفمبور في بحثه حتى أتقن المصباح الكهربائي اللامع الحديث ، الذي سلكه من فلز التنجستن وبلبوسهُ مملوء بغازي النتروجين والارجون فوفر بذلك نحو مليون ريال كل ليلة على الأمة الاميركية مما تنفقهُ على الاضاءة فقط ! فلما وصف مباحثه لارباب العلم التطبيقي قال : ان استنباط المصباح المملوء بالغاز كان نتيجة مباشرة للتجارب التي جربتها في درسي للايدروجين في حالته الذرية . فانني اذ احميت أسلاك التنجستن في غازات على ضغط عادي لم يكن لي أي غرض غير هذا البحث النظري »

* * *

ومع ذلك فان درسه للايدروجين في حالته الذرية في خلال ١٥ سنة مكنه في سنة ١٩٢٧ من استنباط « شعلة الايدروجين الذري » للحم الفلزات التي لا تنصهر الاّ على درجات عالية جدًّا من الحرارة

بدأ لنفمبور مباحثه العلميــة في دار تابعة لشركة صناعية — ولا يزال فيها حتى الآن — وكان الغرض الأول ايجاد طريقة تمنع تكسر سلك التنجستن . على أن النتيجة العمليــة التي وصل اليها لم تكن الاّ فرعًا للمباحث النظرية التي كانت تستغرق كل عنايته . ففي خلال المباحث النظرية في الغازات كان لنفمبور مهتمًّا كل الاهتمام بما يقال عن بناء الذرة . وكان يماشي التقدم في هذه الناحية من علم الطبيعة بدقة وعناية . بل انهُ يحسب ان تاج مباحثه هو نظريته في شكل بناء الذرة ، التي نسجها من خيوط معارفه الكيميائية والطبيعية الواسعة

كانت طبيعة تركيب الذرة مجهولة في ذلك العهــد ، وكانت طائفة من العلماء قد حاولت انتزاع هذا السر من صدر الطبيعة فباءت بالفشل . كان لورد كلفن — بعد اكتشاف الالكترون — قد تصور الذرة عدداً من الالكترونات المتحركة في كرة من الفضاء المكهرب كهربة

موجبة . وجرى طمسن على الفكرة نفسها ، فحسبها تدور في دوائر متمركزة حول النواة ولكن الصورة التي وضعها لم تف بالغرض لأن العلماء لم يتمكنوا من أن يعللوا بها بعض الظاهرات المتناقضة . ثم تلا ذلك رأي رذرفورد في ان الذرة كالنظام الشمسي ، فالنواة في المركز هي الشمس والالكترونات تدور حولها كالسيارات وهو أفلاك اهليلجية . فلم يلبث العلماء حتى صدفوا عنها لنقصها وجمودها

ان في تاريخ الارتقاء الانساني ازمنة تقود فيها الطبيعة العقل البشري الى الاعتقاد بأنها قد اسفرت له عن محياها وباحت له بأسرارها ، فإذا هي وقد هزأت منهُ واختفت وراء نقاب كثيراً ما يكون شفافاً ، فكأنها كانت تغريه حتى ينضى اليها الركائب ويرهف كل قواه للتنسيق بين أسرارها المتنافرة

بين الذين سمعوا الصوت الذي بعثته الطبيعة ، لما أخفق كلفن ، وطمسن ، ورذرفورد ، في ستنباط صورة للذرة تفي بما تطلبهُ الحقائق النظرية والمشاهدة ، فتىً دنماركيٌّ اسمهُ نيلز بور Bohr كان ابوهُ عالماً وشقيقهُ رياضياً . فجاء من الدنمارك الى كمبردج ، ودرس على طمسن ثم انتقل الى منشستر ، ودرس على رذرفورد ، وفي سنة ١٩١٣ نشر مقالة في المجلة الفلسفية عنوانها « بناء الذرات والجزيئات » خرج فيها على النظام العلمي القديم ، وسلم بمذهب بلانك بان الطاقة ذرية البناء كالمادة Quantum theory ، ورسم للذرة صورةً تجمع بين صورة رذرفورد ومبدإ بلانك . قال ان ذرة الايدروجين مثلا هي الكترون واحد يدور حول نواة في فلك اهليلجيّ فاذا أُقلق هذا الالكترون في أثناء دورانه ، بفعل قوة خارجية — كأشعة المهبط او الاشعة السينية او حرارة عالية — قفز من فلكهِ الى فلكٍ أقرب الى النواة . وفي اثناء قفزهِ تشعُّ الذرة ، قدراً يسيراً من الطاقة ، فكل ذرة في حالة استقرار لا يبدو منها ما يبين وجودها ، فاذا زالت حالة الاستقرار قفزت الالكترونات من افلاكها فتشعُّ »

وقد شبه الدكتور فري هذه الصورة بما يأتي : قال لنفرض اننا خارج ملعب رياضي وان منطقة العدو حول الملعب مقسمة الى أربعة مسالك وان بين المسلك والآخر حول الملعب حاجزاً خشبياً عالياً . ثم لنفرض اننا وضعنا جواداً في المسلك الخارجي وأطلقنا له العنان فجعل يعدو ، ولكننا لا نراه لانهُ يعدو بين حاجزين . ثم نراه فجأة وقد قفز فوق الحاجز الى المسلك الثالث وعدا فيهِ ، ثم قفز الى المسلك الثاني وعدا فيهِ . ثم قفز الى المسلك الاول وعدا فيه .

فنحن لا نراه الا قافزاً فوق الحاجز الخشبي . وكل قفزة تمثل في الذرة قفز الكترون من فلك الى فلك وكل قفزة تمثل اشعاع قدر يسير من الطاقة

بهذه الصورة للذرّة الايدروجين علّل « بور » الظاهرات الغريبة التي كانت مستسرّة عن افهام العلماء ، وأيّده في ذلك الباحثون ، فنال الجزاء على بحثهِ جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩٢٢

وكان في اميركا عالم متوقد الذهن واسع الاطلاع يدعى لوس — جلبرت نيوتن لوس — وُلد في ماستشوستس ودرس في جامعات نبراسكا ، وهارفرد ، وليبتزج ، وغوتنجن . ففي سنة ١٩٠٢ – اي قبل ان يخرج طمسن صورة الذرة التي رسم فيها الالكترونات في حلقات متمركزة حول النواة – تصوّر لوس الذرّة شكلاً مكعباً . وكان لوس من العلماء الذين يميلون الى التلاعب بالآراء والصور الخيالية ، فوضع ، في سنة ١٩١٦ قبل سفره الى فرنسا رئيساً لقسم الحرب الكيميائية في الجيش الاميركي ، رسالة تحسب الآن أساساً لبناء الذرة المستقرّ الذي توسع فيهِ لنغميور وعدّله من بعده . قال لوس : في كل ذرّة نواة لا تتغير ، وحول هذه النواة مكعبات تحتوي على عدد متباين من الالكترونات ، في أماكن معينة . وكل ذرّة تميل الى ان يكون لها الكترون واحد على كل زاوية من مكعبها . والذي حمل لوس على اقتراح هذه الصورة لبناء الذرّة معارفهُ الواسعة في الالفة الكيميائية والبناء البلوري

كانت معرفتنا ببناء الذرّة ، على ما تقدّم ، لما اقبل لنغميور غازيًا لهذا العالمَ الصغير . فقد كان ثمة تناقض عظيم بين الصورة التي رسمها بور للذرّة والصورة التي رسمها لوس . فعلماء الكيمياء لم يروا في صورة بور ما يكفي لتعليل الظاهرات التي يعالجونها هم . لانهم يطلبون ذرة تمكنهم من تفسير الظاهرات الكيميائية كالالفة والكفاءة Valence وغيرهما . فلما انقضت الحرب وضع لنغميور نظرية جديدة ، وفق فيها بين الرأيين

* * *

حاول لافوازييه ، الكيميائي الفرنسي الشهير ، من مائة وخمسين سنة ان ينفذ الى السبب في اختلاف تصرُّف العناصر . لماذا نرى عنصر الكلور شديد الفعل حالة ان النتروجين والذهب لا فعل لها ، او ان فعلها ضئيل جدًا ، حتى على درجات عالية من الحرارة . ولكن لافوازييه خاب في تحقيق ما يصبو اليهِ . ثم عمد الى ذلك برزيليوس وغيره ، وظلت المسألة سرًّا مغلقًا الى العصر الحديث

على ان لنغمور ، المهندس وصاحب الرؤى العلمية ، رأى في الصورة التي رسمها لوس مخرجًا من هذا المأزق وتعليلاً لمسألة الالفة الكيميائية . فوجد في الغازات التي تناولها في بحثهِ لدى معالجة مسألة التنجستن والمصباح الكهربائي خير معوان له على حل العقده . كان عنصر الهليوم – عدده الذري ٢ – والنيون – عدده الذري ١٠ – عنصرين مستقرين استقراراً كيميائيًا اي لا فعل كيميائي يذكر لهما . واذن فالالكترونات خارج النوى في ذرات هذين العنصرين يجب ان تكون مركبة تركيبًا مستقرًا يجعل فعل العنصرين الكيميائي ضعيفًا او معدومًا . فتصوَّر لنغمور ذرة الهليوم مركبة من نواة (بروتونات والكترونات في كتلة واحدة) وحولها الكترونان يدوران في كرة مفرغة حول النواة . والمسافة بين الكرات المفرغة المختلفة في الذرات المعقدة جعلها مساوية للمسارات بين الافلاك في ذرة بور

فذهب لنغمور الى ان ذرة لها الكترونان يدوران حول نواتهـا في كرة مفرغة هي ذرة مستقرة . اما الايدروجين فليس لهُ الا الكترون واحد في ذرتهِ ، فهي اذاً تميل الى ان تكمل بناءها حتى يصبح مستقرًا فتجذب الكترونًا من ذرة اخرى . وهذا سرُّ فعـل الايدروجين الكيميائي . كذلك النيون . ان ذرته مركبة من كرتين مفرغتين (الكرة المفرغة في صورة الذرة تخيلية إنما تستعمل لتبين ان الالكترونات التي تدور في داخل الكرة المفرغة تدور في مستوى واحد حول الذرّة) ففي الكرة الداخلية الكترونان — وهو بناء مستقرّ — واما الكرة الخارجية ففيها ثمانية الكترونات وهو بناء مستقر كذلك . فذرة النيون مستقرة ليس لهـا ألفة كيميائية او فعل كيميائي . اما العناصر التي أرقامها الذرية بين اثنين وعشرة فهي عناصر غير مستقرة ، وهي لذلك عناصر فعالة ، وشدة فعلها مختلفة باختلاف عدد الالكترونات في كرتها الثانية . فعنصر الليثيوم مثلاً رقمه الذري ٣ أي له ثلاثة الكترونات خارج نواته ، اثنان منهما في الكرة الأولى وواحد فقط في الكرة الثانية . فذرة الليثيوم تميل أن يكون بناؤها الخارجي مستقرًا ، فتتخلى عن الكترون واحد لذرة أخرى تتحد بها وتبقى هي وحول نواتها الكترونان – وهو بناء مستقر . وميل الليثيوم الى فقد الكترونهِ الخارجي يجعلهُ من العناصر الكيميائية الفعَّالة . كذلك الفلور — ورقمهُ الذري ٩ أي ان له تسعة الكترونات خارج نواتهِ — لهُ الكترونان في كرتهِ الداخلية وسبعة في كرتهِ الخارجية ، فهو اذاً يميل الى استكمال كرتهِ الخارجية بأخذ الكترون من أي عنصر آخر ، وهذا يجعله شديد الفعل الكيميائي

قلنا ان الهليوم هو العنصر المستقرّ الأول وبيّنا طريقة بنائه بحسب مذهب لنغمير . وان النيون هو العنصر المستقرّ الثاني وبيّنا طريقة بنائه كذلك . والعنصر المستقرّ الثالث في قائمة العناصر بحسب جدول موزلي ، هو عنصر الارجون ورقمهُ الذرّي ١٨ . قال لنغمير : لذرة العنصر ثلاث كرات ، في الداخلية منها — أي اقربها الى النواة — الكترونان ، وفي الثانية ثمانية الكترونات وفي الثالثة ثمانية الكترونات كذلك — وكل من هذه الكرات بناء مستقرّ لا يميل إلى الأخذ ولا الى العطاء . واذاً فالعنصر نفسهُ غير فعّال من الناحية الكيميائية

فالالفة الكيميائية في نظر لنغمير ، ترتبط بحالة الكرة الخارجية ، التي تحيط بنواة ذرة ما وعدد الالكترونات التي فيها . والعدد الكامل في اية كرة خارجية — عدا الكرة الاولى — يجب أن يكون ثمانية . فاذا كان عدد الالكترونات في الكرة الخارجية قليلاً فالذرة تتخلى عنها في طلب الاستقرار . واذا كانت أكثر فانها تطلب ما يكملها حتى تصبح ثمانية . فهي في الأولى تصير غيرها الكتروناتها وفي الثانية تستعير الكترونات من غيرها . وفي الحالتين تكون من العناصر الفعالة

اما الفلزات فمن الطائفة الأولى وأما غير الفلزات فمن الطائفة الثانية . لذلك يتحد عنصر فلزي بعنصر غير فلزّي ، فيتولد من اتحادهما مركّب كيميائي مستقرّ

* * *

وكأن لنغمير أصاب عدة عصافير بحجر واحد . فالصورة التي رسمها للذرّة لم تفسّر الالفة الكيميائية فقط ، تفسيراً مقبولاً بل فسّرت كذلك الكفاءة الكيميائية وهي لفظة استعملها أولاً الكيميائي الانكليزي فرنكلند في منتصف القرن الماضي ، للدلالة على مقدرة العناصر المختلفة على الاتحاد بغيرها . فكأنهُ تصوّر ذرة العنصر الفعّال لها اذرعٌ كأذرع الأخطبوط تمسك بها بذرات العناصر التي تتحد بها ، وان لذرة العنصر الواحد ذراعاً واحدة ولذرة العنصر الآخر ذراعين ولذرة عنصر ثالث ثلاث اذرع . وقد ظلّ علماء الكيمياء محيَّرين في تعليل هذه الظاهرة الى ان علّلها لنغمير اذ قال ان مقدرة كل ذرة على الاتحاد بغيرها (أي كفاءتها الكيميائية) متوقفة على عدد الالكترونات في كرتها الخارجية . فالكلور — وفي كرته الخارجية سبعة الكترونات يحتاج الى الكترون واحد لاكمال كرته — فكفاءتهُ الكيميائية واحد ، وهو الواقع . والايدروجين كفاءته الكيميائية واحد كذلك . وعليه فمن أسهل ما يكون ان تتحد ذرة ايدروجين بذرة كلور ومن اتحادهما يتولد الحامض الايدروكلوريك

ثم ان صورة لنغمبور لتركيب الذرة القت ضوءاً كشّافاً على معنى النظائر Isotopes وهي العناصر التي تتشابه في صفاتها ومكانها من الجدول الدوري ، ولكنها تتخالف في وزنها الذري فثمة عنصر الرصاص رقمه الذري ٨٢ ووزنهُ الذري ٢٠٧٫٢ وثمة رصاص ينشأ من الراديوم بعد ما يتم اشعاعه ورقمه الذري ٨٢ ولكن وزنهُ الذري ٢٠٨ فهذان النوعان من الرصاص متشابهان في خواصهما ومكانهما من الجدول الدوري وانما هما مختلفان في وزنهما الذري . وقد ثبت في السنوات الأخيرة ان لكثير من العناصر نظائر . فلعنصر الكلور نظيران وللاكسجين ثلاثة وهلم جرًّا . فلما نظر لنغمبور في الموضوع عرف أن النظائر يجب أن تتشابه في عدد الالكترونات التي خارج النواة . واذن فيجب أن تتخالف في عدد البروتونات والالكترونات التي تتركب منها النواة . فلعنصر الكلور نظيران لكلٍّ منها ١٧ الكترونًا خارج النواة . أما النواة في أحدهما فتتركب من ٣٥ بروتونًا و ١٨ الكترونًا وفي الآخر من ٣٧ بروتونًا و ٢٠ الكترونًا . وهذا يعلل الفرق في وزنهما الذري

* * *

ولنغمبور الآن مساعد لمدير معامل البحث التي تجلَّى نبوغهُ فيها . وقد تخلى رئيسهُ عن منصبهِ فرفض تولي منصب اداريٍّ لئلاَّ يلهو بتبعاته عن بحثهِ العلميّ . انهُ يؤمن بقول هكسلي اذ قال «لو استطعت لهدت امام العالم سبيل الاستعداد التام لعملهِ وانني لأزن كلماتي إذ أقول انهُ اذا أتيح للأمة أن تشتري فتيً قد يصبح مثل وط او دايفي أو فراداي ، بمائة الف جنيه لكان رخيصاً كل الرخص » . وهذا لنغمبور نفسه يوفر ببحث واحد من مباحثه ٢٠٠ الف جنيه على الأمة الاميركية كل ليلة . ولقد أعرب الرئيس هوفر عن مثل هذه الفكرة إذ قال : «ان علماءنا أغنى مقتنياتنا القومية التي نملكها ، كل مبلغ من المال ضئيل ازاء عمل هؤلاء الرجال . اننا لا نستطيع أن نقيس ما عملوهُ لترقية العمران ، بكل ارباح البنوك في جميع انحاء المعمورة...»