غرة الدرة

دلتن

—

افوجادرو

—

مندليف

—

كوري

—

طمسن

—

موزلي

—

رذرفورد

—

obeikandl.com

افوجادرو

دلتن

obeikandl.com

دلتن

في شهر مايو من سنة ١٨٣٤ جاء لندن رجل مديد القامة ، غليظ المظهر ، في السادسة والستين من العمر . وكان مرتديًا ثوب شيعة « الكويكر » ، سراويل حتى الركب ، وجوارب رمادية ، ورباطا أبيض حول العنق ، وحذاء عليه عقدة من شريط ، وعصا لها مقبض ذهبي

كان اصدقاؤه قد جمعوا مبلغ الفي جنيه ، لتنفق على صنع تمثال لهذا الفيلسوف العلمي العظيم ، على يدي تشانتري مثّال البلاط . بل كان قبل ذلك قد فاز بالألقاب والأوسمة العلمية فانتخبته الاكاديمية الفرنسية عضواً مراسلاً ، والجمعية الملكية رفيقًا ، والجمعية الأدبية والفلسفية بمنشستر رئيسًا . فلما جاء لندن رغب أصدقاؤه في أن يمثل بين يدي الملك ، لتقديم الشكر على مدالية ذهبية كان قد أمر بضربها خاصة ، وتقديمها للعالم الكبير ، مكافأة له على علمه . وتقدّم كبير من كبار الدولة فعرض أن يتولى تقديم العالم الى الملك . ولكن مراسيم البلاط كانت تقتضي أن يرتدي العالم حلة خاصة ، إلا أن عقيدة دلتن « الكويكرية » كانت تحظر عليه ذلك لأن الحلة الرسمية تشتمل على سيف . فاقترح أحدهم أن يتقدّم الى البلاط بالرداء العلمي الخاص برتبة علمية مُنحها من جامعة اكسفرد فكان في ذلك الاقتراح مخرج من المأزق . فلما جيء بالرداء قال أحدهم : ما هذا ؟ ان جانبًا منه قرمزيٌّ وليس ثمة أحد ، من شيعة « الكويكر » يرتدي ثوبًا قرمزيًا . فقال الفيلسوف أنت تدعوه قرمزيًا ولكنني أراه أخضر وهو لون الطبيعة . ذلك ان دلتن كان مصابًا بالعمى اللوني !

فلما حظي بمقابلة الملك ، أطال الملك التحدث معه . فرآه أحد رجال البلاط ، وكان يجهل من هو دلتن وما مآثره فقال متعجبًا : ومن هو هذا الرجل ؟ الذي يطيل الملك الحديث معه ويشمله بعطفه العظيم !

* * *

كان دلتن ابن حائك انكليزي وُلد حوالي ٦ سبتمبر سنة ١٧٦٦ في بلدة ايجيلز فيلد بمقاطعة كمبرلند بانكلترا ، وتلقى مبادىء المعارف من والده وصديق لوالده يدعى فلتشر ، فبدت عليهِ مخايل النجابة من الصغر ، فحثهُ معلمهُ وصديق والده على التعليم ، فطلب من اولي الأمر في بلدتهِ أن يأذنوا له في إنشاء مدرسة وكان لا يزال في الثانية عشرة من العمر ، وكان معظم تلاميذه فيها أكبر منهُ سناً

كان التعليم ثقيلاً على طبعهِ ، ولكن والده كان رقيق الحال ، يعول أسرة مؤلفة من زوج وخمسة أولاد ، فاضطر ابنه جون أن يفعل ما يستطيع لاعانة والده على شؤون العيش

ولكن التعليم لم يحل بينهُ وبين الخروج في ساعات الفراغ ، الى العراء لمراقبة أحوال الجوّ. ذلك ان دراسة الهواء كانت قد ملكت عليهِ لبَّهُ ، فكان يدوّن في دفتره ، تقلب الأحوال الجوية ، في مختلف ساعات النهار والليل . ويقال انهُ كان يقضي ساعات متوالية في صنع مقاييس للحرارة والضغط وكثافة الماء . فكان هذا الفتى العجيب ، يجد ، بين التعليم في المدرسة، والعمل في حقل أبيه ، وقتاً ، لصنع الأدوات العلمية ومراقبة الأحوال الجوية ، والتأمل في ذلك تأملاً تذهبُهُ أحلام الشعراء

واطرد تقدمهُ في المعرفة ، مع تقدمهِ في السن ، فدرس اللاتينية واليونانية والرياضة والفلسفة الطبيعية . ولكن دراسة الظواهر الجوية ظلت موضع عنايته وفتنتهِ ، فلما كان في الخامسة والعشرين من العمر ، غادر ضيعته ، ايجلزفيلد ، وذهب الى ضيعة كندل ليعلّم في مدرسة هناك ، لاخيهِ يوناثان

وكان في تلك الضيعة فيلسوف شيخ كفيف البصر يدعى جون غوف ، فكان دلتن يختلف اليهِ ، طلباً للعلم والحكمة . فتوثقت بينهما عرى صداقة عجيبة ، كانت أول الطريق التي سلكها دلتن الى الشهرة ، والخلود في تاريخ العلم الحديث

ذلك ان الفيلسوف غوف اقترح على أولي الأمر في كلية منشستر سنة ١٧٩٣ أن يعينوا جون دلتن مدرساً في الرياضة والفلسفة الطبيعية ففعلوا وجعلوا مرتبه السنوي ثمانين جنيهاً

ولكن التبعات التي القيت اليهِ في كلية منشستر حدَّت من وقته . فعجز عن متابعة بحثه في الهواء وأحوال الجو . فاستقال من الكلية بعد بضع سنوات ، وجعل يرتزق من تدريس

دروس خاصة لقاء عشرة قروش للدرس الواحد ، حتى يستطيع أن يتفرّغ لمتابعة البحث الخاص الذي فتنه . وكان يستطيع لو شاء أن يسيح في بعض بلدان انكلترا فيلقي فيها محاضرات علمية مبسطة ، ولكنه صرف النظر عن ذلك ، لانهُ كان قد اقتنع وهو يعلّم في كندل ، انهُ لا يصلح للمحاضرة . فمظهره الغليظ ، وصوتهُ الخشن ، وبطؤهُ في تسلسل أفكاره ، وغموض عبارته ، كل هذا كان قد حال بينهُ وبين الجمهور ، عندما عرض أن يلقي اثني عشرة محاضرة في موضوعات أخاذة كالفلك ، والبصريات ، وغيرها ، لقاء جنيه واحد لكل شخص يحضرها جميعاً

وكذلك تمكن دالتن بعد استقالته من كلية منشستر من التفرغ لدراسة الجو . فكان يرصد الجو مراراً كلّ يوم ، ويدوّن نتائج ارصاده . وكان احياناً يدعى للذهاب الى مدن اخرى ليعلّم بعض الطلاّب تعليماً خاصاً ، فكان ولهُ برصد الجو لا ينقطع في خلال سفره الى لندن او غلاسكو ، او ادنبره ، او برمنجهام . وكان اذا سمحت لهُ الحال باجازة قصيرة يذهب الى منطقة البحيرات ، فيضيف الى مدوناته الواسعة ارصاداً جديدة . ولم يكتف برصد الجو في مكان معيّن او بضعة اماكن ، بل توغل الجبال ، وهبط الى الاودية ، وسار مع الجداول والانهار ، وجاز البحيرات رغبة منه في رصد احوال الهواء في كل مكان ، هادئاً ومضطرباً ، صافياً وغائماً وماطراً . وكان لا ينيء مطلقاً في جميع هذه الرحلات عن ان يحمل معه ادواته العلمية ، وقد قضى ستاً واربعين سنة متوالية ، يدوّن ارصادهُ ونتائجها . ويقال ان عدد ارصاده فاق مائتي الف رصد . وكانَ حماسة دالتن هذه عدَت « جوته » وكان في الثامنة والستين فمال الى رصد الجوّ ، لا سيّما ما كان خاصاً منهُ بالغيوم

* * *

واذ اخذت هذه الارصاد تملأ دفاتره ، أخذ هو يتأمل في موضوع غامض لم يحاول احد من قبل ان يجلوهُ . كان يعلم ان الهواء مؤلف من اربعة غازات — الاكسجين ، والنتروجين ، وثاني اكسيد الكربون ، وبخار الماء — وكان العلماء قبلهُ أمثال بريستلي وكافندش ولافوازييه قد أثبتوا ذلك . ولكن السؤال الذي اقضّ مضجع دالتن ، كان ، كيف يتركب الهواء من هذه الغازات ؟ اهي متحدة بعضها ببعض اتحاداً كيميائياً ، ام هي خليط ، كما يختلط الرمل والحصى . اما بوتوليه فكان يعتقد ، ان الهواء مركب كيميائي ، وكان غيره يخالفه في ذلك ويقول ان الهواء خليط ميكانيكي من الغازات

كانت ارصاد دلتن قد حملته على الاعتقاد ، بان الهواء خليط ميكانيكي من الغازات. ولكن تركيب الهواء كان ثابتًا لا يتغير . والارصاد العديدة التي قام بها في المدينة، والريف ، في الوادي ، وعلى قمة الجبل ، وفوق السهل ، والبحيرة وفي الحرجة الغبياء ، تثبت ذلك . وكان غاي لوساك الفرنسي قد صعد في منطاد واخذ نماذج من الهواء على علو عشرين الف قدم او اكثر ، فكان هذا الهواء لا يختلف في تركيبه عن نماذج الهواء التي فحصها دلتن ، الاَّ اختلافًا يسيرًا جدًا. ثم ان ثاني اكسيد الكربون اثقل من الاكسجين فلماذا لا يرسب على سطح البحر او سطح الارض ؟ وقد حاول دلتن ان يخلط الزيت بالماء ، فعجز عن ذلك ، فكان الزيت يطفو على سطح الماء لانه اخف منه . فلماذا لا يطفو البخار والنتروجين والاكسجين على ثاني اكسيد الكربون ، لانها اخف منه ؟ هل تكفي الرياح لابقاء هذه الغازات مختلطة اختلاطًا ثابت التركيب ؟ ان هذا لا يعقل

أمضَّ هذا السؤال عقل صاحبنا . فذهب الى المعمل ، حيث حلَّ اقطاب الكيمياء المشكلات التي اعترضتهم . حلّوها ، بالانبيق والانبوب والاتون والميزان . فحاول هو ذلك كذلك ، وهو يعلم انه ليس مجربًا بارعًا ، فباء بالخيبة وهو يعتقد ، ان الادوات لا تكفي في حلّ هذا المشكل ، وان لا محلَّ لحلها الاَّ في معمل عقله !

***

كان دلتن قد قرأ رسالة لافوازييه في مبادىء الكيمياء فوجد ان الكيميائيَّ الفرنسيَّ قد اقترح فيها ان دقائق غاز من الغازات مفصول بعضها عن بعض بجوٍّ من الحرارة . وضرب لذلك مثلاً بوعاء يحتوي على كرات من الرصاص بينها حبيبات من الرمل – فكرات الرصاص في الوعاء تمثل دقائق الغاز وحبيبات الرمل تمثّل جوَّ الحرارة . والفرق الوحيد بين المشبَّه والمشبَّه به ان كرات الرصاص متلاصقة ولكن دقائق الغاز ليست كذلك

فعمد دلتن الى الرسم لعلّه يستطيع ان يتبيّن المقصود ويستجليه . فمثل دقائق بخار الماء بنجيمات . ودقائق الاكسجين بمربعات صغيرة . ودقائق النتروجين بنقط . ودقائق ثاني اكسيد الكربون بمثلثات صغيرة سوداء

ثم رسم رسمًا جعله خليطًا من هذه الرموز المختلفة فاذا هو كما يلي ، فساعده هذا التمثيل البصري على فهم المشكلة التي

تعرض لحلها وهي تركيب الهواء وبقاء تركيبه ثابتاً لا يرسب فيه غاز اكسيد الكربون . ادرك دالتن بهذا الرسم ان دقائق هذه الغازات تختلط بعضها ببعض ، فيكون تركيب الهواء واحداً تقريباً في كل مكان

واذ هو يبحث في هذه الظاهرة ، رسخت في ذهنه كلة طالما مرت امامه في مطالعاته العلمية. فلوسبّوس احد مفكري اليونان ، كان قد تصوّر قبل اربعة وعشرين قرناً ، ان كل شيء مؤلف من دقائق مختلفة الأنواع ، يفصل بينها فضاء تسير فيه . ثم جاء ديموقريطس الفيلسوف الضاحك في القرن الخامس قبل المسيح، فتوسع في رأي معلمه لوسبّوس وأخذ يعلم بأن المادة مؤلفة من فضاء وعدد لا يحصى من دقائق دعا كل دقيقة منها « ذرة » Atom . قال ديموقريطس لمادا الماء سائل ؟ وأجاب : لأن ذراته صغيرة وكروية، فتزلق بعضها على بعض . وليس الحديد كذلك لأن ذراته قاسية وخشنة . ومضى يبني على هذا الأساس فلسفة طبيعية عامة . فقال ان اللون سببه شكل انتظام الذرات . والحموضة سببها ذرات لها زوايا . وان جسم الانسان مؤلف من ذرات كبيرة بطيئة ، أما عقله فمؤلف من ذرات صغيرة سريعة الحركة ، وأما الروح فمؤلفة من ذرات صغيرة ملساء كروية كذرات النار . حتى البصر والسمع وغيرهما ، حاول ديموقريطس ان يعللها بالذرات . وقد جاراه الشاعر الروماني لقريطيوس في ذلك

وكان دالتن قد قرأ كذلك ما كتبهُ نيوتن عن رأيهِ في المادة . قال نيوتن : « ارجح أن الله في البدء صنع المادة من دقائق صلبة قاسية متحركة لاتخترق . . . . . وليس ثمة قوة تستطيع أن تجزىء ما جعله الله « كلاً » في الخليقة »

فناجى دالتن نفسه قائلاً : فكرة بديعة ، ولكن هل هي صحيحة ؟ وجعل يتأمل فيها ، وبعد التأمل العميق ، انجلت لهُ النظرية الذرية كاملة ، فلم يصبر حتى يحقق النظرية بالامتحان، لأنهُ كان يعتقد كما كان غاليليو يعتقد ، أن البرهان القائم على التجربة ليس ضرورياً دائماً . وكان كفر اداي بعده ، مقطوراً على حسّ دقيق يدرك بهِ ما هو صحيح وما هو خاطىء من الاراء والمذاهب الطبيعية

فجلس ذات يوم وأخذ يرسم صورة يرمز بها للذرّات . فجعل كل ذرّة كرة . ولما كانت ذرات العناصر تختلف باختلاف العناصر ، نوّع الكرات المرسومة بخطوط ونقط وحروف رسمها داخلها فجعلها كما يلي

* * *

كان دلتن يشبه فلاسفة الذرة الذين سبقوه في عجزه عن رؤيتها . ولكن ذراته كانت تختلف عن ذرات أسلافه ، فالذرات في نظر دلتن كانت دقائق ملموسة من المادة ، مع أن أدق الآلات والكواشف كانت تعجز عن اظهارها للعين البشرية . ولا تزال رؤية الذرات متعذرة حتى يومنا هذا . ففي أوائل هذا القرن اخترع العالمان تسغموندي ، وسيدنتوف ، الآلة المعروفة باسم ultramicroscope فاستطاعت أن تبين للعين البشرية دقيقة من المادة يبلغ حجمها جزءا من أربعة ملايين جزء من البوصة . ومع ذلك فأكبر الذرات أصغر من هذه الدقيقة مائة ضعف . ان في قطرة واحدة من ماء البحر ، خمسين مليون مليون ذرة من الذهب ، وبالرغم من ذلك لا بدّ من تقطير الوف طن من ماء البحر لاستخراج غرام واحد من الذهب

ومع ذلك ظلّ دلتن يتحدث عن الذرات ، ويبني عليها ، كأنها أشياء ملموسة . فقال ان الذرّة لا تتجزأ ، ولو كان التفاعل الكيميائي أشدّ ما يكون عنفاً . وتصوّر التفاعل الكيميائي اتحاداً بين ذرة أو أكثر من عنصر واحد ، بذرة أو أكثر من عنصر آخر . فالزئبق اذا احمي وهو معرض للهواء ، تتحد ذرة من الاكسجين بذرة من الزئبق ، فتتكوّن دقيقة من اكسيد الزئبق . فاذا اجتمعت ملايين وملايين من هذه الدقائق ، بدت للعين في شكل مسحوق اكسيد الزئبق الأحمر

وعمد دلتن الى صانع صناع يدعى ايورت فصنع له كرات ، كل كرة منها قطرها بوصة ، فجعلها معتمدَهُ مدى ثلاثين سنة في تعليم نظريته الذرية وشرحها ، ومما يؤسف له انها لم تحفظ

* * *

ثم وجّه دلتن الى نفسه سؤالاً آخر قال : هل جميع الذرّات متماثلة حجماً ووزناً ؟ وفي هذه الناحية أضاف الى العلم شيئاً جديداً ، فطبعت نظريته بطابع جديد ، جعلها تختلف عن نظريات الاقدمين الغامضة

كان ديموقريطس قد قال ان الذرات لا يحصى عددها ولا عدد أشكالها المختلفة . أما دلتن

فقال ان ذرات العنصر الواحد متشابهـة جميعاً . واما ذرات العناصر المختلفة فتختلف شكلاً ووزناً . فقوله ان وزن الذرات في عنصر واحد ، ثابتة لا تتغيَّر، قول جري، لأنه لم يكن قد رأى ذرَّة ، دع عنك روزها باليد ، أو وزنها بالميزان . ومع ذلك فقوله هـذا قد ثبت على الامتحان خلال قرنٍ كامل من البحث العلمي ، والأدلة العلمية الحديثة تؤيد صحته ولنا يجب أن يضاف اليه ان العناصر التي لهـا نظائر لا تجري على هذه القاعدة جرياً مطلقاً لأن أوزان ذرَّات النظائر تختلف قليلاً ، ولكن ذرات كل نظير لها وزن واحد

وثارت في تلك الآونة مناقشة علمية بين برتوليه الكيميائي الفرنسي ، وبروست مواطنه . فقد ذهب برتوليه إلى أن تركيب المركبات الكيميائية ثابت ، ولكن نسبـة اتحاد العناصر عند تركيب هذه المركبات ليست نسبة ثابتة أبداً ، بل قد يطرأ عليها شيء من التغيير . فقد ثبت مثلاً ان الماء مركب من الاكسجين والايدروجين . فقال برتوليه ان نسبة اتحاد الاكسجين بالايدروجين لتركيب الماء تتغيَّر قليلاً . فالغالب أن يتحد ١ر١١ جزء من الايدروجين بـ ٩ر٨٨ جزء من الاكسجين لتركيب الماء ولكن قد يتحد ١١ جزءاً من الايدروجين بـ ٨٩ جزءاً من الاكسجين فيتولد الماء . وكان برتوليه عالماً حقيقياً فعمد الى التجربة ، وحلل مئات من نماذج الماء ، فوجد أن النتائج التي اسفرت عنها هذه التجارب ، تؤيد رأيه

وكان العالم الفرنسي جوزف لويس بروست يدرس الكيمياء في أسبانيا . وكان هو من ناحيته قد قام بمئات التجارب في مركبات مختلفة فثبت له ان برتوليه على خطاء . بل ان بروست أعاد التجارب التي جرَّبها مواطنه مستعملاً أنقى المركبات الكيميائية، وأدق الأدوات، وحرص على الابتعاد عن كل خطإٍ مهما يكن صغيراً . فوجد أن الخطأ قد تطرق الى تجارب برتوليه وظهر له أن برتوليه كان قد استعمل مركبات مختلفة ، لم تكن مركبات كيميائية نقيـة . ومضى بروست ثماني سنوات،وهو يحاول أن يقنع العلماء، وخاصة اتباع برتوليه وتلاميذه بأن برتوليه على خطإٍ،وان العناصر إذ تتحد بعضها ببعض عند تركيب المركبات الكيميائية ، تتحد في نسب ثابتة لا تتغير ، وهو قول ينسب أصلاً إلى « الجلدقي » الكيميائي العربي المصري

وأخيراً رأى برتوليه موضع الخطإٍ في رأيه وتجاربه ، فاعترف بذلك ، وسلم بالنتائج التي وصل اليها بروست . فقال بروست : « ان الحجارة التي ندوسها ، والتراب تحت أقدامنا ، ليست كُتَلاً مشوشة من المادة ، ولكن اتساق الأعداد متغلغل في بنائها الداخلي » . كان كبلر وغاليليو ونيوتن

قد بينوا أن للطبيعة نظاماً رياضياً . وها هي أدلة الكيمياء تؤيد ذلك الرأي . ان تركيب أي مركب كيميائي معين، ثابت لا يتغير، وناموس التركيب المحدود Definite Proportions لا يزال إلى عصرنا قاعدة أساسية من قواعد الكيمياء

استخرج هذا الناموس ، إذ كان دلتن مشغولا برسم رموز للذرات التي تصورها فلما اطلع عليه وجد أن ذراته الكروية تصلح لتفسير هذا الناموس وتأييده . لأنه إذا كان وزن ذرة من ذرات عنصر ما ، لا يتغير – وهذا القول كان ركناً من أركان نظريته – فتركيب المركبات الكيميائية يجب أن يكون ثابتاً لا يتغير ، لأن كل اتحاد كيميائي لا يخرج عن كونه اتحاد هذه الذرات الدقيقة التي لا تتغير بعضها ببعض

* * *

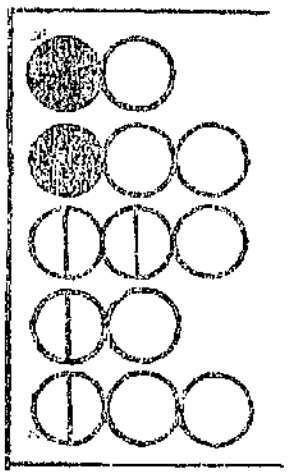
وكان دلتن قد قرّر في نظريته أن أوزان الذرات واحدة في العنصر الواحد ، ولكنها تختلف باختلاف العنصر الواحد . فكيف السبيل الى وزنها وهي لا ترى لصغرها ؟ إلا أن دلتن أدرك بثاقب بصره انه اذا تعذر عليه معرفة وزن الذرات المطلق . فيجب أن يكون في امكانه معرفة أوزان بعضها بالقياس الى البعض الآخر أو أوزانها النسبية

فقرر دلتن أن يبدأ بأخف العناصر ، أي الايدروجين . فجعل وزنه الذري (١) واتخذه مقياساً ، وهو يقول لا بدّ أن يكون كلّ وزن ذري آخر ، أكبر من وزن الايدروجين لأنها جميعها أثقل منه وزناً . وكان يعلم أن الايدروجين والاكسجين يتحدان بنسبة واحد الى سبعة تقريباً . فجعل وزن الاكسجين الذري النسبي ٧ . وكان يعتقد أن ذرة واحدة من الاكسجين تتحد بذرة واحدة من الايدروجين فيتركب الماء من اتحادهما . لذلك قال ان وزن الاكسجين الذري بالقياس الى وزن الايدروجين سبعة . ونحن نعلم أن ذرتي ايدروجين تتحدان بذرة اكسجين فيتكوّن الماء . فوزن الاكسجين الذري يجب أن يكون مضاعف الوزن الذي وضعه له دلتن

والواقع ان برزيليوس الكيميائي السويدي خالف دلتن في تعيين الوزن الذري ، فاتخذ الاكسجين أساساً ومقياساً لأوزان العناصر الأخرى وجعل وزنه الذري مائة (١٠٠) . ولكن العلماء عادوا بعد ذلك إلى الأساس الذي بنى عليه دلتن . إلا أن موزلي أثبت أن النسبة بين الايدروجين والاكسجين كنسبة ١ الى ١٥٫٨٧٨ فتقرر أن يتخذ الاكسجين أساساً ومقياساً

للأوزان الذرية وجعل وزنه الذري ١٦ وعلى هذا الأساس يكون وزن الايدروجين الذري ١٫٠٧٧ ولهذه الزيادة على واحد صحيح صلة وثيقة ببناء الذرة ونواتها[1]

نعود الى دلتن فنقول انه اتخذ الايدروجين أساساً ومقياساً للأوزان الذرية وأعد جدولاً بأربعة عشرة عنصراً . واذ كان يحضر جدوله رأى الكربون يتحد آنئذ بالاكسجين بنسبة ٣ الى ٤ ، وآنئذ آخر يتحد بالعنصر نفسه بنسبة ٣ الى ٨ فيتركب في الحالة الأولى أول اكسيد الكربون وهو الغاز السام في لهب غاز الاستصباح ، وفي الحالة الثانية يتركب ثاني اكسيد الكربون الذي يزفره الحيوان ويمتصه النبات . ثم بحث في اكاسيد النتروجين التي تناولها كافندش ودايفي بالتحليل ، فوجد أن مقداراً واحداً من النتروجين يتحد بجزء أو جزئين أو أربعة أجزاء من الاكسجين فتتركب ثلاثة مركبات مختلفة . فهذه النسبة العددية الصحيحة الصغيرة بين مقداري الكربون المتحدين بمقدار واحد من الاكسجين (٤ : ٨ أو ١ : ٢) وبين مقادير النتروجين الثلاثة المتحدة بمقدار واحد من الاكسجين (١ : ٢ : ٤) استرعت نظره وحيرت عقله



فعمد الى كراته التي تمثل الذرات فصنع مثالاً لاكسيد الكربون الأول ، مؤلفاً من ذرة كربون ، وذرة اكسجين (انظر الرسم) وصنع مثلاً آخر لاكسيد الكربون الثاني مؤلفاً من ذرة كربون وذرتي اوكسجين . ثم فعل الشيء نفسه بأكاسيد النتروجين فصنع للاكسيد النتروس مثالا مؤلفاً من ذرتي نتروجين وذرة اكسجين وللاكسيد النتريك مثالاً مؤلفاً من ذرة نتروجين وذرة اكسجين ولبروكسيد النتروجين مثالاً مؤلفاً من ذرة نتروجين وذرتي اكسجين . وكذلك اكتشف دلتن ناموس النسب المتعددة في الكيمياء . وحدُّه : اذا اتحد عنصران (ا) و (ب) فتولد من اتحادهما اكثر من مركّب واحد فالنسبة بين مقادير مختلفة معينة من العنصر (ا) التي تتحد بمقدار واحد من العنصر (ب) تدل عليها أرقام صحيحة صغيرة مثل ١ : ٢ او ٢ : ٣ . أي اذا أخذت مركّبين مؤلفين من عنصري الاكسجين والايدروجين ، وان مقدار الاكسجين

---

(١) راجع « فتوحات العلم الحديث » صفحة : ١١٩ و ١٢٠

في كليهما واحد ، فالنسبة بين مقداري الايدروجين المتحدين بمقدار واحد من الاكسجين ، رقم صحيح صغير . وهي في هذه الحالة نسبة ١ الى ٢

فلما اطلع برزيليوس الكيميائي السويدي على قول دالتن هذا كتب اليه يقول ان « ناموس النسب المتعدّدة سرٌّ خفيٌّ لولا النظرية الذرية »

وفي ٢١ اكتوبر سنة ١٨٠٣ قرأ دالتن أمام الجمعية الأدبية والفلسفية بمنشستر رسالة اعلن فيها جدوله المحتوي على الأوزان النسبية للذرات العناصر . فدعي على أثر ذلك الى الجمعية الملكية بلندن ليحاضر في الموضوع نفسه امام جمهور كبير من العلماء المتازين والمشتغلين بالعلم

فما ذاعت أنباء « الذرات » التي قال بها دالتن حتى حمي وطيس المناقشة بين العلماء . فترجمت رسائله باللغة الألمانية ، فشجعه هذا على المضي في بحثه لجلاء نظريته والتوسع في تطبيقها . وفي ربيع سنة ١٨٠٧ ساح في اسكتلندا محاضراً فشرح فيها نظريته الذرية . وكان من بين الذين سمعوه في مدينة غلاسجو رجل يدعى توماس طمسن ، فأعجب بأقوال المحاضر ، وكان حينئذٍ يؤلف كتاباً في الكيمياء فلخّص النظرية وأدمجها في الكتاب ودعاها نظرية دالتن الذرية . وفي السنة التالية بسط دالتن نفسه هذه النظرية في كتابه الذي عنوانه « نظام جديد في الفلسفة الكيميائية »

ولقيت هذه النظرية في أول عهدها معارضة قوية من جانب اكبر العلماء . فدايفي اكبر علماء الكيمياء في انكلترا حينئذٍ حضر الاجتماع الذي عقدته الجمعية الملكية لسماع محاضرة دالتن وخرج وهو يقول « كيف يستطيع رجل عاقل أن يؤخذ بنسيج من المستحيلات كنسيج هذه النظرية » . والدكتور اليوت رئيس جامعة هارفرد العظيم ، بدأ حياته العلمية مدرساً للكيمياء فقال لتلاميذه سنة ١٨٦٩ « ان وجود الذرات فرض ، ولكنه فرض غير مرجَّح » . وظلّ برتوليه الكيميائي الفرنسي العظيم يرتاب في الذرات إلى سنة ١٨٩٠ ووليم استوولد العالم الطبيعي العظيم الذي مات من بضع سنوات ظلّ غير مؤمن بها حتى العقد الأول من القرن العشرين . ولكن المعارضة أخذت تخفّ لما مضى العلماء في تحقيق جوانب مختلفة من هذه النظرية بالتجربة والامتحان فتحوّل دايفي عن معارضته سنة ١٨١٨ ولما زار دالتن باريس سنة ١٨٢٢ كانت شهرته قد سبقته اليها فاستقبل فيها بحفاوة عظيمة ، واجتمع أشهر علمائها للاحتفال به . هناك اجتمع بلابلاس وهو في الثالثة والسبعين من عمره فتباحثا معاً في النظرية السديمية ومشى معه برتوليه شيخ كيميائيي فرنسا متأبطاً ذراعه ، واجتمع في الترسانة ، التي خلّدها لافوازييه بتجاربه ،

بالكيميائي غاي لوساك ، ولڤي كوفييه واضع علم تشريح المقابلة ، وتنار مكتشف اكسيد الايدروجين الثاني (بروكسيد الايدروجين)

ولكن قومه لم يكرموه عشر ما أكرمته فرنسا . فكان في الستين من عمره كما كان في العشرين ، مضطرًا أن يدرس دروسًا خصوصية ليكفي باجرتها مطاليب الحياة . فلما حاول أصحابه سنة ١٨٣٣ أن يأخذوا له من الحكومة معاشًا قال لهم رئيس القضاة « انه رغب في تدبير شيء له ولكن ذلك عمل تحوطه المصاعب » . الاّ ان الدكتور هنري صديق دالتن بذل السعي الأخير قائلاً : « عيبٌ على أمة كبيرة أن تخضع في محاولتها تشجيع النبوغ لمبدإ المساومة على فوائد مادية . فهذا التقتير لم يعرف قبلاً في ما يتعلق بالشعراء والمؤرخين العظام فنالوا المكافآت السخية على ما أضافوه من الكنوز إلى ثروتنا العقلية . ان اقوى دعاة الاقتصاد لا يستطيع أن يعترض على معاش معتدل ينقذ هذا الشيخ من مرهقات التعليم الابتدائي . ويجدر بالحكومة البريطانية أن تقتدي من اللوم الذي لا بدّ من توجيهه اليها في المستقبل اذا أهملت رجلاً كان له اكبر أثر في رفع مقامها العقلي بين الأمم »

وعلى أثر ذلك منحته حكومة اللورد غراي معاشًا سنويًا قدره ١٥٠ جنيهًا ثم زيد الى ٣٠٠ جنيه . ولكن ذلك لم يثنه عن التعليم قليلاً ووقف سائر وقته على البحث . الاّ ان اصابته بالشلل سنة ١٨٣٧ حالت دون حضوره مجمع تقدم العلوم البريطاني في مدينة لفربول فبعث اليه برسالة في « الجو » وهو الموضوع الذي استرعى عنايته في حداثته وقادهُ الى نظريته العظيمة . وفي سنة ١٨٤٢ عقد المجمع اجتماعه السنوي في منشستر مدينة دالتن ، فحضر بعض الاجتماعات وقال لصحبه في احدها ما زلت أقوم ببعض التجارب ، ولكن الوقت الذي تستغرقه تجربةٌ ما أربعة أضعاف الوقت الذي كانت تستغرقه التجربة نفسها قبلاً ، وقد أضحى عقلي بطيئًا في عمل الحسابات اللازمة . فلما كانت سنة ١٨٤٤ كان دالتن لا يزال مواليًا ارصاده الجوية وتدوينها في دفاتره . وفي يوم الجمعة ٢٦ يوليو من سنة ١٨٤٤ دون آخر رصد رصده بيد مرتعشة ، وحروف مضطربة ، وفي ذلك الليل فارق الحياة من دون نزع او نزاع ، كما يرين النوم على اجفان الطفل . وحضر مأتمه اربعون الفًا

يقول دوماس الكيميائي الفرنسي — وهو غير اسكندر دوماس الروائي — ان النظريات وهي عكازات العلم يجب أن تطرح جانبًا في الوقت الملائم . وقد عاش دالتن حتى رأى نظريته مسلّمًا بها عند أعظم فلاسفة عصره . ولا تزال هذه النظرية من الاركان التي بني عليها صرح الكيمياء الحديث

أفوجادرو

في سنة ١٨١١ نشر استاذ ايطالي رسالة علمية في « المجلة الطبيعية » تدور على حقائق جديدة توصل اليها من البحث في ذرّات دلتن، وتصرُّف بعض الغازات . فظلّت تلك الرسالة مطوية نصف قرن من الزمان ، مع انها كانت تتناول ناحية أساسية من نواحي البناء المادي والتفاعل الكيميائي، على حين ان العلماء ظلوا خلال طيها ، يتناقشون ويتجادلون ويستحرُّ بينهم النقاش والجدال ، على أمور تافهة ، أو بالحري على أمور لا تأتي الاّ في المقام الثاني من خطر الشأن

ولو ان العلماء تنبهوا الى هذه الرسالة وتقصّوا النظرية التي تنطوي عليها لكانت الكيمياء غير ما هي الآن . لأن اهمال تلك الرسالة أخّر الكيمياء نصف قرن . ونصف قرن في تاريخ علم من العلوم ، زمن طويل ، وبوجه خاص اذا اغفل روّاده وزعماؤه ، قاعدة أساسية من قواعده ، توضح الغامض ، وتنظم المشتّت ، وتنير السبيل .

ولكن صاحب الرسالة كان استاذاً خامل الذكر ، وكان قد وضع في رسالته تعريفاً جديداً لا عهد للعلماء به من قبل ، أطلقه على نوع جديد من دقائق المادة ، فخشوا أن يقبلوا عليه و يأخذوا به ، لأن دالتن كان قد قال بأن الذرّات هي أصغر أجزاء المادة ، فكيف يصغون إلى رجل يدعى أفوجادرو ، ويجارونه في دعواه وهي تقوم على أن هناك أجزاء دقيقة من المادة دعاها جزيئات molecules ؟

كانت الكيمياء في ذلك العهد ، وخاصة بعد ذرّات دلتن ، علماً مضطرباً متنافر الأجزاء. فالأوزان الذرية تختلف باختلاف من يقيسها وكيف يقيسها، والعبارات الكيميائية فيها نواح غامضة، وأخرى لا تتفق والتفسير الذري الذي أحدثه دالتن . ولكن هذا المعلم في تورين كان يرى الطريق امامه واضحة المعالم ، لأنه استطاع أن يفسر بنظريته ما رآه من التنافر. وكان تفسيره بسيطاً لا تحتاج بعده الى عَنت

وإعمال . إلا انه كان وديع النفس ، فمضى يعلّم نظريتـه لطلاّبه ، في دعة وهدوء ، لانه على حبه الحقيقة لم يكن من اصحاب السيف في سبيلها فلم ينزل الى الميدان يناضل ويناقش ، وينتقد ويسخر ، رغبةً منه في فرض نظريته على علماء عصره . فقد كان يكفيه ان تلاميذه يفهمون ، ولا بدّ أن يكون أحدهم في المستقبل صلته بمن يليه من العلماء

* * *

وفي سبتمبر سـنة ١٨٦٠ عقد مؤتمر لعلماء الكيمياء في كارلسروهي ، حضره أعظم علماء الكيمياء في ذلك العهد في انكلترا وفرنسا والمانيا وايطاليا وروسيا بغيـة أن يخرجوا من هذا الاضطراب في علم الكيميـاء ، نظاماً وترتيباً . وكان بين هؤلاء العلماء ، باحث ايطـالي يدعى « كنيزارو » Cannizaro . وكان في مقدمة المسائل التي عرضت للبحث المسألة التاليـة : هل يصحّ أن نفرّق بين الذرّة atom والجزيء molecule ؟ هل تختلف الذرّات عن الجزيئات كلّ الاختلاف ؟ وماذا نفعل بذرّة دلتن المركبة Compound atom ؟ أنلغيها ؟

نهض ككوليه أولاً فقال انه يقبل أن يفرّق بين الذرّة والجزيء ، ولـكنه لا يقبل ذلك اطلاقاً بل يتحفظ في قبوله ، كما يفعل رجال السياسـة . ثم قال انه لا بدّ من التفريق بين الجزيء الطبيعي Physical والجزيء الكيميائي Chemical . واشـترك فرتز ولمر وبرسوز في المناقشة ، فزاد البحث إشكالاً وابهاماً ، بدلاً من أن يفضي النقاش الى الوضوح والجلاء

ثم نهض إيطاليٌّ ملتحٍ ليشترك في الجدال ، فكنت ترى في عيني كانيزارو ألفةَ الجندي الباسل ، يطلّ على الميدان

كان كانيزارو قد شرع يتعلم الطب في جامعـة بالرمو بصقلية مسقط رأسـه ثم مال الى الكيمياء فذهب الى جامعة بيزا ومنها الى نابولي . وكانت صقلية تضطرم حينئذٍ بروح الثورة فلما سمع بفتنة قومية حدثت فيها غادر معمله الكيميائي ، لينضمّ الى زعماء الثورة . وكان حينئذٍ في الحادية والعشرين من العمر . فقوبل بحفاوة وحماسـة وعين ضابط مدينة في مسينا ثم انتخب عضواً في البرلمان الصقلي . ولـكن الثورة أخفقت ففرّ الى فرنسا وفي باريس انتظم في معمـل شفرول الكيميائي وكان من شيوخ الكيميائيين في عصره ، فأقبل على البحوث الكيميائية بنفس الحماسة التي تجلّت فيه أبّان الثورة . وكان لا يترك أنابيبه وأنابيقه إلا ليذهب الى كليـة فرنسا لسماع بعض المحاضرات فيها . ولم يلبث طويلاً حتى أتمّ تحضير مركّب « السيانا ميد »

فلما صفا الجوّ السياسي في وطنه عاد اليه يعلّم الكيمياء في كلية « السندريا » الوطنيـة

بشمال ايطاليا ، جامعاً في محاضراته بين أهم ما كشف عنه علماء الكيمياء في ايطاليا وفرنسا وانكلترا والمانيا . هنا سمع طلابه لأول مرة بذرات دالتن وجزيئات أفوجادرو . فكان له وقع في نفوسهم . وكان لشدة حماسته ينسى الوقت ، فلا يصرف الطلاب ، حتى اذا حاولوا أن يذكروه ، بقرع أقدامهم على الأرض كان ينصح لهم بأن لا يعمدوا الى « لغة الوحوش »

وبعد أربع سنوات نقل استاذاً للكيمياء في جامعة جنوى . ولكن الصقليين لم يستتبوا للضيم بعد ثورتهم الاولى ، فثاروا ثانية في سنة ١٨٦٠ وفي ١٩ مايو من تلك السنة ، تقدم جاريبالدي الفاً من اصحاب القمصان الحمر ونزل في مارسالا . ثم شق وصحبه طريقهم الى بالرمو ، فطرب كانيزارو ، لهذه الجرأة فانضم الى فرقة ذاهبة الى صقلية ، ولكنه عند وصوله كانت الثورة قد انتهت وفازت صقلية باستقلالها . فأسرع الى بالرمو ليرى والدته وشقيقته وكان قد انقضى عليه احدى عشرة سنة منذ رآهما . واذ كان مشغولا بشؤون الثورة ومقتضياتها تلقى دعوة لحضور مؤتمر كارلسروهي الكيميائي فلبى الدعوة وهو يرجو ان يفوز هذا المؤتمر بقسط من الاصلاح الذي يرجوه هذا العالم الثائر لعلم الكيمياء . وكان يهمه بوجه خاص ان ينقل الى اعضاء المؤتمر رسالة افوجادرو المطوية بل المدفونة بعد وفاة صاحبها ودفنه . فنقل هذه الرسالة ، وتحرير بلاده ، كانا في نظره في مقام واحد . وكان حينئذٍ في الرابعة والثلاثين من العمر

فلما جاء دوره للكلام ، القى خطبة ضافية ، نقض فيها آراء ككوليه ومن تلاه من العلماء مبيناً لهم قيمة « النظرية الجزيئية » التي قال بها افوجادرو

كانت كلمة جزيء molecule قد استعملت في القرن السابع عشر مرادفة لكلمة ذرة Atom كما استعملها الاقدمون . فكان العلماء يقولون ذرة من الايدروجين (وهو عنصر) وذرة من الماء (وهو مركب) من غير تفريق بينهما بل من غير فهم للفرق بينهما . ثم تقدموا خطوة فقرقوا بين ذرة بسيطة من الاكسجين . وذرة مركبة من الماء . حتى ان دالتن نفسه ، استعمل « الذرة » و « الجزيء » مترادفين

ولكن اميديو افوجادرو كان من العلماء ، اصحاب البصيرة النافذة ، فقال ان الجزيء ليس ذرة واحدة بل هو ذرتان — او اكثر من ذرتين وقد اتحدتا اتحاداً كيميائياً . لذلك نرى ان جزيئاً من عنصر غازي اكبر من ذرة من العنصر نفسه . وكان كانيزارو قد توفر على مباحث مواطنه واقتنع

بصحة نظريته ، فلما أتيحت له الفرصة ، طلع على مؤتمر الكيميائيين ببيان وافٍ جلا فيه نظرية الجزيئات

كان كانيزارو يعلم انه لابد من الكفاح ، قبل ان تشق جزيئات افوجادرو طريقها الى المقام العالي قرب ذرات دلتن . فدوى صوته في ردهة المؤتمر ، صافياً قوياً ، وكأنه استمدّ قوته من اقتناعه بصحة النظرية من ناحية ، ومن جزعه لاهمالها واعراض العلماء عنها من ناحية اخرى . بل كأنه تذكر ان الرجل وقد طواه الثرى ، لا لسان له الا لسان هذا الاثر ، فختم بيانه عن جزيئات افوجادرو بقوله ان صاحب نظرية الجزيئات جدير بأن يكون خلفاً للاعلام الذين انجبتهم ايطاليا – غاليليو وطوريشلي وفولطا وسپلانزاني . ولكن المؤتمر لم يأخذ بأقواله ، وتلا ذلك يوم آخر من النقاش ، تضاربت فيه الآراء وتناقضت ، واستمدّ المؤتمر للانفضاض من دون ان يتخذ قراراً ، او يقرر قاعدة عامة ، وهو الغرض الذي اجتمع له . ثم عاد الكيميائيون من حيث اتوا

ولكن المؤتمر لم يُعنَ بالاخفاق من جميع نواحيه . ذلك انه قبل سنتين كان كانيزارو قد كتب رسالة الى صديقه الاستاذ ده لوقا ، ثم طبع هذه الرسالة بعنوان « ملخص برنامج في فلسفة الكيمياء » . وكان الملخص مبنياً على نظرية افوجادرو . فلما انفضّ المؤتمر وزع كانيزارو نسخاً من هذه الرسالة على اعضائه . فلم يلتفت لها احد اولاً ولكن صاحبها ظل مؤمناً بأن بعضهم على الأقل ، لا بد ان يرى الحقيقة على ضوئها . وكان احد الكيميائيين يدعى لوثار ماير (قسيم مندليف في اعداد الجدول الدوري) قد وضع نسخته في جيبه ، فلما عاد الى داره اخذ الرسالة وقرأها فقال : « وكأن الستور بعد قراءتها سقطت عن عيني . فزال الريب وحلّ محله الشعور بالسلام الناشيء عن الفهم والوضوح » . بعد اربع سنوات ادمج ماير نظرية افوجادرو في كتابه « النظريات الحديثة في الكيمياء » وفي سنة ١٨٩١ منحت الجمعية الملكية بلندن مدالية كوپلي لكانيزارو على هذه الرسالة

ومن غرائب ما يروى ان «اوستلنج» وكان قد سمع خطبة كانيزارو في كارلسروهي كتب بعدها كتاباً في الكيمياء ضمنه جدول الاوزان الذرية ولكنه لم يذكر افوجادرو فيه . ثم ان هرمن كوب ، وكان في ذلك العهد امام مؤرخي الكيمياء ، لم يكن قد سمع باسم افوجادرو عندما وضع كتابه في تاريخ الكيمياء سنة ١٨٤٥ فلما اعاد طبعه اشار اليه . عجيب والله ! يندر ان نرى في تاريخ العلم عالماً اصابه من الاهمال ما اصاب صاحب الجزيئات

تعلم افوجادرو القانون فأحرز رتبة البكالوريا وهو في السادسة عشرة من العمر ورتبة الدكتور في القانون الكنسي وهو في العشرين . ومارس المحاماة ثلاث سنوات . ثم مال الى العلوم الطبيعية ، اذ كيف تتفق سخائف النزاع القانوني وعيني هذا الرجل اللتين تراودهما الاحلام ؟ وقضى السنوات التالية يدرس الكيمياء والرياضة والطبيعة والفلسفة . وما لبث حتى اتجهت اليه الانظار عندما قدم الى اكاديمية العلوم في تورين رسالة اشترك معه في وضعها شقيقه فيلكس في ظاهرة التيار الكهربائي المنسوب الى العالم غلفني . وفي سنة ١٨٠٩ عيّن وهو في الثالثة والثلاثين من العمر استاذاً للطبيعة في كلية فرشلي الملكية . ولما نشر رسالته التاريخية في الجزيئات سنة ١٨١١ لم يعلّق عليها عالم واحد بكلمة واحدة . حتى برز بليوس العظيم كان يجهل اسم افوجادرو وبالطبع كان يجهل نظريته كذلك

الاّ ان ذلك لم يثن افوجادرو عن خطته فمضى يعلّم ويجرّب لانه كان يجمع بين المقدرة النظرية والبراعة العلمية في استعمال الميزان والانبيق فقاس زيادة الحجم في سوائل مختلفة عند احمائها ودرس الجاذبية الشعرية وهي ميل السوائل الى الارتفاع في انابيب دقيقة كالشعر فلما انشأ الملك فكتور عمانوئيل الاول منصباً للطبيعة الرياضية في جامعة تورين عين افوجادرو فيه

ولكنه لم يبق طويلاً في هذا المنصب . ذلك ان ثورة قامت في نابولي على الحكام الأجانب فما اخمدت حتى ثارت بيدمونت مطالبة بشهر الحرب على النمسا فتنازل الملك فكتور عمانوئيل الأول عن العرش مفضلاً ذلك على التسليم بآراء الثوار . وكان الملك الجديد الذي خلفه عاتياً مستبدّاً فكان شديد الوطأة على الثوار فنكّل بهم وأقفل جامعة تورين إلا أن افوجادرو لم يشترك في كل هذا لانهُ كان رجلاً راسخ الايمان محباً للسلام فمنح معاشاً سنوياً قدره نحو عشرين جنيهاً ولقب « استاذ سابق »

ولكن رجلاً تستهويه الحقيقة كصاحبنا لا يسعه ان يخلد الى السكون فعاد الى ممارسة المحاماة وفي ساعات الفراغ كان يوالي مباحثه العلمية وما انقضت عشر سنوات حتى مات فيلكس الملك المستبد وخلفه شارل البير وكان من اصحاب النزعة الحرة فلما طالب ماتزيني برفع كابوس الظلم تردّد في نفس الملك الجديد صوت ايطاليا الفتاة ففتحت جامعة تورين واعيد افوجادرو الى منصبه فيها فقضى هناك عشرين سنة أخرى يعلم تلاميذه وينفخ فيهم حب الحقيقة وحبّ البحث عنها . فلما كان في الرابعة والسبعين من العمر استقال وقضى السنوات الست الأخيرة

من حياته في البحث والتأمل . فلما مات وهو في الثمانين من العمر لم تلفظ كلمة تأبين واحدة على قبره ، ولم يظهر في صحف ذلك العهد إلا سطور قليلة تحتوي على نعيه ، مع ان صحف تلك الأيام كانت حافلة بأنباء الانسان النيندرتالي ، والصبغ البنفسجي الذي اكتشفه بركن ، وطريقة بسمر في صنع الفولاذ . أما الجزيئات فليس ثمة كلمة واحدة عنها ! ولما ازيح الستار عن تمثال نصفي لافوجادرو بعيد مماته (أي ١٨٥٥) لم يفه كيميائي واحد بكلمة تقدير — الى هذا الحد يبلغ الغباء الانساني احيانًا في اهمال العباقرة !

* * *

كان بحث غاي لوساك الكيميائي الفرنسي في تفاعل الغازات قد اثبت أن الغازات ، سواء أكانت عناصر أم مركبات تتحد في مقادير ، النسبة بين احجامها تدل عليها اعداد صحيحة صغيرة . فحجمان من غاز الايدروجين يتحدان بحجم واحد من غاز الاكسجين فيتولد الماء . وحجم من النتروجين يتحد بحجم من الاكسجين فيتولد الاكسيد النتريك (اكسيد الازوت)

هذه النسب الصحيحة الصغيرة بين الاحجام المتحدة (٢ : ١ في المثال الاول و ١ : ١ في المثال الثاني) كانت مما يمكن تفسيره بذرات دلتن . ولكن التجارب التي قام بها غاي لوساك أسفرت عن اشياء أخرى تعذر تفسيرها بتلك الذرات . فحجم واحد من النتروجين يتحد بحجم واحد من الاكسجين فيتولد حجمان من الاكسيد النتريك (اكسيد الأزوت) . وحجمان من الايدروجين يتحدان بحجم واحد من الاكسجين فيتولد حجمان من بخار الماء

فلماذا يتولد حجمان من اكسيد الأزوت في الأول ؟ ان اتحاد ذرة من النتروجين (الازوت) بذرة من الاكسجين يجب أن يولد حجمًا واحدًا من اكسيد الازوت . فلماذا تولد حجمان

فلما طلب الى دلتن ان يفسر هذه الظاهرة بتفاعل ذراته . عجز عن التفسير ، وقال ان النتائج التي اسفرت عنها تجارب غاي لوساك لا بد ان تكون خطأ . وعرف برزيليوس ذلك فكتب اليه ان نواحي من نظريته الذرية يجب أن تعدل . ولكن دلتن لم يقتنع . فاضطربت الآراء وتشوشت . وحاول بعض العلماء أن يوفقوا بين نظرية دلتن وتجارب غاي لوساك ، فقالوا ان الذرة تنقسم ، مع ان النظرية الذرية قائمة على عدم انقسام الذرات . وقد قالوا بانقسامها لأنهم وجدوا في ذلك مخرجًا من المأزق . فاذا كانت ذرة النتروجين تنقسم جزئين ، وذرة الاكسجين كذلك ، عند اتحاد الاكسجين بالنتروجين ، فاتحاد حجم واحد من الغاز الأول بحجم واحد من الغاز الثاني يولد عندئذ حجمين من الغاز الجديد

الاّ ان افوجادرو رأى السبيل الى فهم كل هذا معبّداً . فقال ان اصغر جزء في غاز ما يتفاعل مع غيره ليس ذرة وحدها ، بل دقيقة دعاها جزيئاً molecule وهي مركبة من ذرتين او اكثر متحدتين اتحاداً كيميائياً . فغاز الايدروجين ليس مركباً من ذرات ايدروجين ، بل من جزيئات . وكل جزيء منها مركب من ذرتي ايدروجين . وكذلك الاكسجين . فاذا تفاعل حجمان من الايدروجين مع حجم واحد من الاكسجين تولد حجمان من بخار الماء . أي ان جزيئين من الايدروجين (٢ يد ٢) يتفاعلان مع جزيء واحد من الاكسجين (أ ٢) فيتحد جزيء من الايدروجين بذرة من الاكسجين فيتولد جزيء من الماء ويتحد الجزيء الثاني من الايدروجين بالذرة الثانية من الاكسجين فيتولد جزيء آخر من الماء . واذن فحجمان من الايدروجين يتحدان بحجم من الاكسجين فيتولد حجمان من الماء

وكذلك اكسيد الازوت . يتحد جزيء من الاكسجين (أ ٢) بجزيء من النتروجين أي الازوت (ز ٢) فتتحد ذرّة من هذا بذرة من ذاك فيتولد حجمان من اكسيد الأزوت

وكان أفوجادرو قد توصل الى القول بالجزيئات من فرض ابتدعه بعد التأمل في تفاعل الغازات . فقال ان هذه الظاهرة التي عجزت النظرية الذرية عن تعليلها ، يمكن تعليلها اذا فرضنا « أن احجاماً متساوية من الغازات تحتوي على عدد واحد من الجزيئات في أحوال متماثلة من الضغط والحرارة » . فحجم واحد من الايدروجين وحجم مماثل له من ثاني اكسيد الكربون ، يحتوي كل منهما على عدد متماثل من الجزيئات اذا كانا في حال واحدة من الضغط والحرارة . وقد أيدت المباحث الحديثة نظريته وأحصى پران ، وملكن ، وغيرهما من العلماء ، الجزيئات في سنتيمتر مكعب من الغاز بأساليب مختلفة ، فأيدت النتائج بعضها بعضاً واذا عدد الجزيئات نحو ٣٠ مليون مليون مليون جزيء . ثم حلّ لنغمير جزيء الايدروجين بحرارة عالية جداً فاذا هو مؤلف من ذرتين حقاً !

مندليف

من جوف روسيا الأسيوية خرج متنبئ كيميائي قال : « ثمة عنصر لم يكشف بعد ، وقد دعوته « اكا الومنيوم » وسوف يعرف بصفات تشبه صفات الالومنيوم . ابحثوا عنه تجدوه » . كان هذا القول نبوءة جريئة . ولكنها لم تكن أخرى نبوءاته . لانه لم يلبث طويلاً حتى تنبأ بعنصر آخر يشبه عنصر البورون . بل انه تجرأ وذكر وزن العنصر الذري قبل وجوده ، ثم لم يلبث ذلك الصوت العلوي ، حتى تنبأ بعنصر ثالث ، وأتى على بيان صفاته . كانت هذه العناصر الثلاثة مما لم تقع عليه عين انسان من قبل ، حتى علا صوت هذا الروسي العجيب

كان ذلك سنة ١٨٦٩ وكان عصر العجائب والخوارق قد انقضى . ومع ذلك رأى العالم هذا الكيميائي الذي يشغل منصب استاذ الكيمياء في جامعة مشهورة ، وقد اتخذ لنفسه وشاحاً كوشاح الانبياء القدامى . هل جمع انباءه من بلورة الساحر ، أو ذهب الى قمة الجبل ، حيث هبط عليه الوحي فعلّمه ما لم يعلم ؟ إلا ان هذا النبي الحديث لم يتشح بوشاح الكهنة ، بل أعلن تنبؤاته من مختبره الكيميائي ، حيث تنعقد أبخرة العناصر غيوماً صادرة من فرنه المشتعل ، لا من العليقة الملتهبة ، وفي هذه الغيوم رأى القاعدة التي بنى عليها اكتشافه الكيميائي العظيم

DIMITRI I.
MENDELÉEFF

١٩٠٧ - ١٨٣٤

كان علم الكيمياء ميداناً للتنبؤ العلمي . ذلك ان العالم لافوازييه رأى انه اذا أحمى قطعة من القصدير ، في أنبوبة مقفلة تتغير تلك القطعة شكلاً ووزناً ، فأدرك ببصره النافذ حقيقة جديدة ، وتنبأ بوجوه اخرى من التغير قياساً عليها . كذلك كان السر وليم كُكَيرْ الانكليزي الذي أسس مجلة نايتشر الانكليزية قد رأى قبل ذلك السبكترسكوب وهو آلة الحل الطيفي (المطياف) التي صنعها العالمان الالمانيان بنسن وكرشوف ،

في هذه الآلة رأى « لكيير » خطوطاً خاصة بعنصر جديد ، اذ كان يحلل النور الواصل اليه من قرص الشمس ، فدعاه « الهليوم » وتنبأ بوجوده على الأرض . فلما انقضت عشرون سنة ، على نبوءته عثر « وليم هلبراند » الاميركي على الغاز في المعدن النادر الدعو كليفيت (Cleveite) . ولكن نبوءات المتنبىء الرومي كانت أبعث على الدهشة ، وأدعى للاستغراب . ذلك أن نبوءاته لم تجىء نتيجة لتجارب جربها ، بل كانت كأنها وحي هبط عليه من المكان الأرفع ، أو كأنها بذرة أو جرثومة ظلت تغتذي في عقله الخصب ، حتى أفرخت فلما أزهرت استرعت اعجاب العالم بروعة جمالها

* * *

جاء السر وليم رمزي أحد زعماء الكيمياء الحديثة سنة ١٨٨٤ الى لندن ليحضر احتفالاً أُعِدَّ لتكريم « وليم بركن » مكتشف الصبغ البنفسجي . قال رمزي :- « وبكرت الى مكان العشاء ، وكنت احاول تمضية الوقت بقراءة أسماء المدعوين ، على بطاقات مخصوصة وضعت في مكان كلٍّ منهم ، واذا أنا برجل غريب الشكل ، كل شعرة في رأسه تتصرف مستقلة عن كل شعرة أخرى ، ثم اقترب مني وهو ينحني ، فقلت بالانكليزية « الحاضرون كثر » فقال ، لا أتكلم الانكليزية فكلمته بالالمانية فاذا هو يتكلمها ولا يجيدها . وتباحثنا في موضوع اختصاصنا . والظاهر انه نشأ في شرق سيبيريا ولم يتعلم الروسية قبلما بلغ السابعة عشرة من عمره . ولعله واحد من اولئك العلماء غريبي الأطوار »

كان هذا الرجل « الغريب الأطوار » العالم « مندليف » المتنبىء الكيميائي الذي أصغى الناس الى صوته ، فهبَّ البحّاث يبحثون عن العناصر المجهولة التي تنبأ بوجودها ووصفها . بحثوا عنها في جوف الارض ، في غبار المصانع ، في مياه المحيطات ، في كل بقعة من بقاع الارض ، واختلفت الفصول ، وتعاقبت السنون ، ومندليف لا يزال يكرز بصحة ما تنبأ به . الى ان كانت سنة ١٨٧٥ اذ كشف عن العنصر الأول من العناصر المجهولة التي تنبأ بها . ذلك أن « ليكوك ده بوا بوردان » عثر على عنصر « الا كا الومنيوم » في تبر زنكي يستخرج من جبال « البرينيه » الواقعة بين اسبانيا وفرنسا . ولما دقق « ده بوا بوردان » في صفات العنصر الجديد وجدها تتفق وما قاله عنه مندليف . فدعاه بعنصر الغاليوم Galilum نسبة الى بلاده بلاد الغال Galle

ولكن كان ثمة من لم يؤمن . لأن تحقيق نبوءة مندليف في نظرهم لم تعدُ كونها حزراً

تحقق . وانه من السخف أن نعتقد أن العناصر المجهولة ، يمكن التنبؤ بها بمثل هذه الدقة العجيبة ، فهو أشبه شيء بالتنبؤ بولادة نجم جديد في رحاب الفضاء ! ألم يقل لافوازييه العظيم ، ان كل ما يمكن أن يقال في طبيعة العناصر وعددها، محصور في مناقشات موسومة بسمة «وراء الطبيعة» ؟ كذلك اعترض المعترضون

فلم يلبثوا حتى بهتوا لما وردت الانباء من المانيا ان « ونكلر» Winkler عثر على عنصر جديد صفاته تشبه صفات عنصر « الاكاسلكون » الذي تنبأ به منديليف . واذا وزنه الذري وكثافته وصفاته الطبيعية وصفات اكسيده تطابق ما قاله منديليف . فلم تبق شبهة ما على ان نبوءة منديليف الثانية تحققت كالأولى . وأعلن ونكلر اكتشافه لهذا العنصر وأطلق عليه اسم « جرمانيوم » اسم وطنه. فصعق المعترضون وقالوا في ذوات نفوسهم لعل هذا الروسي ليس خداعاً مشهوداً كما كنا نظن

فلما انقضى على ذلك سنتان ، زال كل شك يشوب اذهان الناس في صدق الرجل . ذلك ان نلسن Nilson في البلاد السكندينافية فاز باستفراد عنصر « الاكابورون » فاذا هو كما قال منديليف عنه . لقد أصبحت الأدلة على صدقه قاطعة . وها هم رجال العلم يطرقون الباب على هذا الروسي في بطرسبرج (لننغراد) زرافات ووحداناً

* * *

تحدر ديمتري ايفانوفتش منديليف Mendeleeff من أسرة من الروّاد القدامى . كان بطرس الاكبر ، قبل ولادة منديليف بنحو قرن من الزمان قد شرع في ادخال الحضارة الغربية الى روسيا . فأقام في بطيحة من بطائح الشمال الغربي مدينة (بطرسبرج) لتكون منفذ روسيا الى الغرب . ومن الناحية الأخرى كانت روسيا تتطلع الى الشرق . وفي سنة ١٧٨٧ انشأ جد منديليف ، في مدينة توبولسك بسيبيريا ، أول مطبعة في تلك البلاد ، وأصدر أول جريدة . في تلك البقعة النائية ، التي استعمرها القوزاق في منتصف القرن الخامس ، ولد المترجم له فكان الولد السابع عشر لأمه وأبيه

ولكن النوازل نزلت بالأسرة . فكفّ نظر الوالد — وكان مدير المدرسة العالية في المدينة — ولم يلبث ان مات مسلولاً . وكانت والدته ماريا كورنيلوف من حسان التتر ، فعجزت عن أن تعول أسرتها الكبيرة بمعاش سنوي قدره مائة جنيه ، فأعادت فتح مصنع للزجاج كانت

اسرتها قد أنشأته في سيبيريا . وكانت تو بولسك حينئذ مركزاً للمنشرّدين والمنفيّين السياسيين من روسيا . ومن أحد هؤلاء تعلم « ديمتري مندليف » مبادىء العلوم الطبيعية . فلما دمّرت النار مصنع الزجاج ، حملته امه — وكانت في السابعة والخمسين من عمرها — الى موسكو لعلّها تمهد له سبيل الانتظام في جامعتها ، فحالت دون ذلك حوائل جمة . ولكنها كانت عازمة على تنشئة ابنها تنشئة علمية ، فسارت به الى بطرسبرج . وبعد جهاد عنيف ، مكّنته من الانتظام في الدائرة العلمية بمعهد التعليم وهو معهد المدرسين . في هذا المعهد توفّر على الرياضة ، والطبيعة ، والكيمياء ، وكان يكره الآداب القديمة . فلما أصبح ذا مقام علمي كبير عيّن عضواً في لجنة اصلاح التعليم ، فقال « اننا نستطيع أن نعيش الآن من دون افلاطون . ولكننا نحتاج الى كثيرين من أمثال نيوتن للكشف عن أسرار الطبيعة ، وتمهيد سبيل الاتساق بين الحياة ونواميسها »

وكان مندليف طالباً مجتهداً فتخرّج في طليعة فرقته . ولكنه كان ضعيف البنية ، فلما توفيت والدته ، أصيب بأعياء الأعصاب . وكان قد أسرع اليها ، وهي على سرير الموت ، فخاطبته قائلة « دع عنك الأوهام . اجعل همك الاعمال لا الأقوال . كن صبوراً في البحث عن الحقائق الالهية والعلمية » . ولم ينسَ مندليف هذه الكلمات قط في خلال حياته ، حتى في الساعات التي كانت تراوده فيها الأحلام والرؤى ، كان يحسّ ان قدميه مثبتتان في الأرض الصلدة

وبلغ اليأس من طبيبه ان ظنّ أن اجله لن يطول أكثر من ستة أشهر . فأمره بالذهاب الى الجنوب ، حيث الجوّ الدافىء يؤاتيه . فتمكن من الفوز بمنصب مدرس في بلدة سمفربول ببلاد القريم ، فلما نشبت حرب القريم ، ذهب الى اودسا ، ومنها عاد الى بطرسبرج ، وهو في الثانية والعشرين فعين مدرّباً في الجامعة ، وهو منصب يسمح له فيه بتدريب الطلاب الذين يحضرون محاضرات الجامعة ، فلبث فيه بضع سنوات ، ثم استأذن وزير المعارف في السفر الى فرنسا والمانيا للتوسع في العلم ، والتعمق فيه ، لتعذر ذلك في روسيا ، فاذن له . فدرس في فرنسا على الاستاذ هنري رينو Regnault وفي جامعة هيدلبرج الألمانية ، حيث اجتمع ببنصن Bunsen وكرشوف Kirchoff فتعلّم من الأخير استعمال المطياف وهو (آلة الحل الطيفي) وحضر مؤتمر كارلسروهي Karlsruhe الذي دارت فيه معركة الجدال على جزيئات افوجادرو Avogadro فكان ذلك خاتمة مطافه ، اذ عاد بعد ذلك الى روسيا

وكانت السنوات التاليــة سنوات جدّ وارهاق . تزوّج في خلالها ، ووضع كتاباً مدرسيًّا

في الكيمياء العضوية في ستين يوماً ، مع ان صفحاته كانت تربي على الخمسمائة ، وفاز برتبة دكتور في الكيمياء برسالة موضوعها « اتحاد الكحول بالماء » فلما تبينت جامعة بطرسبرج مزايا المعلم الموهوب ، والفيلسوف الكيميائي ، اختارته استاذاً وهو لم يبلغ الثانية والثلاثين من العمر

ثم جاءت تلك السنة — وكانت هي الحد الفاصل في تاريخ الكيمياء الحديثة — سنة ١٨٦٩

***

كان مندليف قد قضى عشرين سنة ، يقرأ كلّ ما عرف عن العناصر ويجرّب تجارب بها . ويجمع الحقائق عنها ، من كل مصدر يمكن الوصول اليه . وكان قد رتّب هذه الحقائق وبوّبها وأعاد ترتيبها وتبويبها ، لعلّه يتوفق الى كشف سر غامض . وكان هذا العمل مضنياً ، لأن طائفة كبيرة من العلماء ، متفرقة في مختلف جامعات العالم ، كانت قد عنيت بدرس العناصر المعروفة . فجمع الحقائق التي كشفت كان يقتضي صبراً ومواظبة وشغفاً ، والاّ فهو مقضي عليه بالخيبة

ثم ان العناصر المعروفة ، كانت قد زادت بفضل ما كشفه العلماء منها . كان الصنّاع الاقدمون قد صنعوا ادواتهم من الذهب والفضة والنحاس والحديد والزئبق والرصاص والقصدير والكبريت والكربون . ثم أضاف علماء الكيمياء القديمة Alchemy ستة عناصر في خلال بحثهم عن سرّ تحويل المعادن الى ذهب . فوصف الطبيب الالماني «باستيل فالنتين» عنصر الانتيمون سنة ١٤٩٢ «وجورجيوس اغريكولا» عنصر البزموت سنة ١٥٣٠ و پاراسلسس عنصر الزنك و براندت Brandt عنصر الفصفور . ثم اضيف اليها عنصرا الزرنيخ ، والكوبلت . وقبل ان ينصرم القرن الثامن عشر اكتشف البلاتين — سنة ١٧٣٥ — في كولمبيا ، ثم تلاهُ النيكل ، فالايدروجين فالنتروجين ، فالاكسجين ، فالكلور ، فالمنجنيس فالتنجستن فالكروم فالمولبدنوم والتيتانيوم فالتلوريوم والزركونيوم والاورانيوم . فما استهل القرن التاسع عشر حتى اكتشف عنصر الكولمبيوم (النيوبيوم) . فلما كانت سنة ١٨٦٩ كان المعروف من العناصر ٦٣ عنصراً وقد وصفت في مجلات العلم ، في انكلترا وفرنسا وألمانيا والسويد وغيرها

جمع مندليف كلّ الحقائق المعروفة عن هذه العناصر الثلاثة والستين . لم يفته عنصر واحد منها . بل انه اضاف اليها عنصر الفلور ، مع ان احداً لم يفُزْ قبل ذلك باستفراده . فاذا امامه قائمة بعناصر مركبة ، من ذرّات تتباين اوزانها الذريّة من ١ (وزن الايدروجين) الى ٢٣٨ (وزن الاورانيوم) وجميعها مختلفة الصفات ، بعضها غازي كالاكسجين والايدروجين والكلور

والنتروجين، و بعضها سائل في الاحوال العادية كالزئبق والبروم . والباقي جامد، كالذهب والفضة والزرنيخ ، والكربون ،والفصفور . بعض المعادن صلب قاس كالپلاتين والاريديوم و بعضها لين كالصوديوم ،والپوتاسيوم. كان الليثيوم معدنًا خفيفًا ،يطفو على الماء ،مع ان الاسميوم معدن يفوق وزنه النوعيُّ ، ووزن الماء النوعيّ اثنين وعشرين ضعفًا ونصف ضعف . وهذا الزئبق ، معدن لكنه سائل . ثم انها تختلف لونا . فالنحاس احمر، والذهب اصفر ،واليود رمادي قاتم ، والفصفور ابيض ، والبروم احمر . و بعض الغازات كالنيكل والكروم يصدئ ، حتى يخطف البصر بلمعانه ، و بعضها يمكن صقله ، ولكنه يظل قاتمًا لا يلمع . اما الذهب فلا يكدُّ عند تعريضه للهواء واما الحديد فيصدأ ،وأمّا اليود فيتصعّد . و بعض هذه العناصر يتحد بذرة واحدة من الاكسجين و بعضها بذرتين، و بعضها بثلاث ذرّات، و بعضها بأربع . ومنها طائفة قليلة كالپوتاسيوم والفلور شديدة الفعل يصعب تناولها بالاصابع . تقابلها عناصر لا يطرأ عليها تغيير طال الزمن عليها ما طال

ما هذا التباين المحيّر للعقل في صفاتها الطبيعية والكيميائية ؟ هل ثمة نظام بين هذه الذرّات المتباينة ؟ هل ثمة اية صلة بينها ؟ أمن الممكن العثور على سلك ينظم نشوءها على مثال ما نظمت الخلائق ، الحية، والبائدة، في سلك التطوُّر ؟ فتنت هذه المسائل لسٌ مندليف ، فعينُه في النهار شاردة ذاهلة ، ومضجعه في الليل تقضُّه اشباح الذرات وطيوف العناصر

وكان مندليف من العلماء الذين ينزعون الى الفلسفة ، فهتف به هاتف وجداني ان لابدَّ من وجود المفتاح لنظام هذه الحقائق المتباينة . او لعلَّ للطبيعة نظامًا مستسرًّا ، تطويه في ثنايا حقائقها المتباينة . وكان يعتقد ان مجدَ الطبيعة ، في اخفاء سرها ، ولكنه كان يعتقد كذلك ان من شرف الملوك البحث عن ذلك السرّ !

أخذ العناصر وجعل يرتبها بحسب اوزانها الذرية مبتدئًا بالايدروجين اخفّها وزنًا ومتدرّجًا الى الاورانيوم اثقلها . فلم يجد في ترتيبها على هذا المنوال جدوى . وكان رجل آخر قد سبقه الى هذا الترتيب . ذلك ان « جون نيولندز » كان قبل ذلك بثلاث سنوات قد قرأ امام الجمعية الملكية الكيميائية بلندن، رسالة في ترتيب العناصر، وكان نيولندز قد لاحظ، ان كل عنصر ثامن يشبه العنصر الاول في جدوله . فرأى في ذلك غرابة تسترعي النظر . فشبّه جدول العناصر بأصابع البيانو الثمانية والثمانين وهي مقسومة الى احدى عشرة مجموعة كل مجموعة منها ثمانية أصابع فقال ان العلاقة بين كل طائفة من العناصر ، تشبه العلاقة بين الاصابع ، في مجموعة واحدة من

اصابع البيانو .فهزأ أعضاء الجمعية بهذا القول. ووقف الاستاذ «فوستر» يسأل في سخرية : «لماذا لم ترتب العناصر بحسب حروفها الاولى ! ولماذا لا يشبّه ازيز الصوديوم وهو يحترق على سطح الماء بموسيقى الاجرام السماوية ! » فأجمع الكل على سخف القول ، ونسج على ذكر نيولندز ورأيه ستار من النسيان

ولكن مندليف اخذ ٦٣ بطاقة ، وكتب على كل بطاقة اسم عنصر من العناصر المعروفة وخواصه ، وعلق هذه البطاقات على جدار معمله . ثم راجع ما يعرف عنها من الحقائق . واختار طوائف العناصر التي تتشابه في خواصها ووضعها على حدة فوجد علاقة جلية بين افراد الطوائف تسترعي العناية . ثم رتّب العناصر في سبع طوائف مبتدئاً بالليثيوم (وزنه الذري ٧) يتبعه البريليوم (وزنه الذري ٩) فالبورون (وزنه الذري ١١) فالكربون (وزنه الذري ١٢) فالاكسجين (وزنه الذري ١٦) فالفلور (وزنه الذري ١٩) . وكان العنصر الذي يلي هذه العناصر في وزنه الذري عنصر الصوديوم (وزنه الذري ٢٣) وكان الصوديوم يشبه الليثيوم شبهاً عجيباً في خواصه الكيميائية والطبيعية . فوضعه تحت الليثيوم في جدوله . وبعد ما وضع خمسة عناصر تالية للصوديوم في أماكنها ، وصل الى الكلور . وهو يشبه الفلور في خواصه — فوجد انه يقع من تلقاء نفسه في الخانة التي تحت خانة الفلور — فسرّه هذا التأييد . ومضى في ترتيب العناصر على هذا المنوال . وكل عنصر كان يقع في محله ،فيتفق في خواصه مع العناصر التي فوقه وتحته . ففي العمود الأول من الجدول كانت طائفة المعادن الفعالة — الليثيوم وتحته الصوديوم فالبوتاسيوم فالكوبيديوم فالكيزيوم . وهي الطائفة الأولى . أما العناصر الفعّالة غير المعدنية فجاءت في طائفة واحدة ، أعلاها الفلور وتحته الكلور،فالبروم،فاليود .وهي الطائفة السابعة

كذلك اكتشف مندليف « ان خواص العناصر صفات دورية لأوزانها الذرّية » أي أن الخواص كانت تتردّد في كل عنصر ثامن . فالثامن يشبه الأول . والخامس عشر يشبه الأول والثامن . والتاسع يشبه الثاني والسادس عشر يشبه التاسع والثاني وهلمّ جرًّا

ثم نظر في عناصر هذه الطوائف . وما أعجب ما رأى !

ان عناصر الطائفة الأولى تتحد ذرة منها ، بذرتين من الاكسجين . وعناصر الطائفة الثانية تتحد ذرة واحدة منها ، بذرة واحدة من الاكسجين . وعناصر الطائفة الثالثة تتحد ذرتان منها بثلاث ذرّات من الاكسجين . وعلى ذلك قس التشابه في عناصر الطوائف المختلفة . هل في

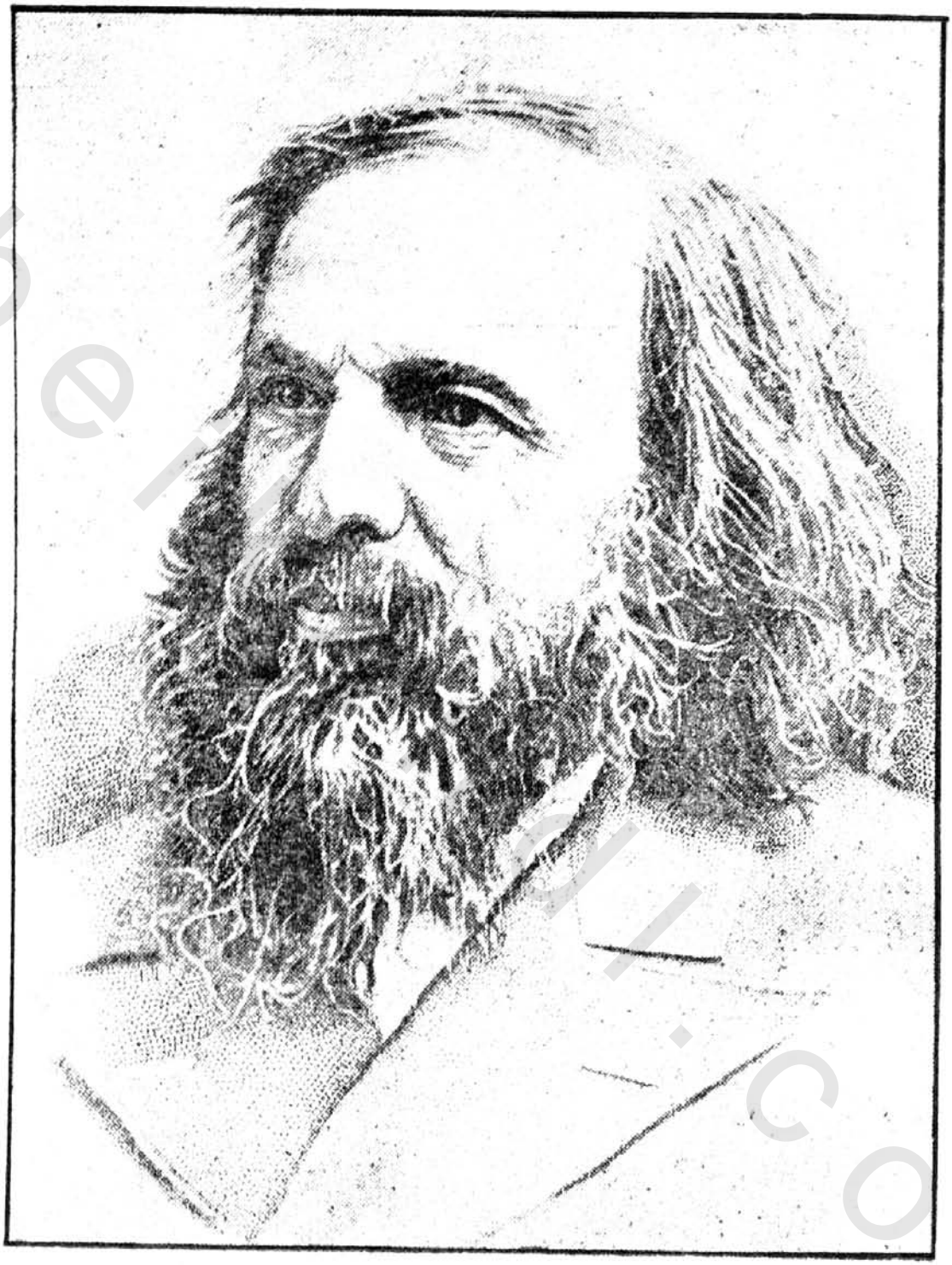
الطبيعة ما هو أبسط من ذلك ؟ فاذا شئت أن تعرف خواص عنصر معيّن ، وجب أن تعرف الخواص العامة ، التي تتصف بها تلك الطائفة . ان ذلك يسهل تناول الكيمياء على الطلاّب

هل يمكن أن يكون هذا التشابه بين خواص العناصر في جدوله اتفاقاً مجرداً ؟ فليمد النظر إذاً في صفات العناصر حتى أشدها ندرة . وليتقب في جميع الرسائل والمؤلفات الكيميائية لعله يجد حقائق أغفلها ، في سورة الحماسة للجدول الذي فتن لبّه ببساطته ، وشموله . ها هو ذا يكشف عن شيء جديد يتعارض والبناء الذي رفع ! كان المعروف أن وزن اليود الذرّي ١٢٧ ووزن التلوريوم ١٢٨ وكان قد وضعهما في المكان الذي يجب أن يكونا فيه ، من حيث تشابه خواصهما مع العناصر السابقة واللاحقة . ولكن وزن التلوريوم الذرّي ، يتنافى والمكان الذي تقتضيه خواصه . ما العمل ! هنا وقف مندليف وقفة المتنبيء الجريء وقال ان الوزن الذري المقرّر لعنصر التلوريوم خطأ ، وأنه يجب أن يتبين من ١٢٣ الى ١٢٦ فقيل عنه انه يهرف ، ولكنه اكتفى بوضع التلوريوم في المكان الذي تقتضيه خواصه ، مع ان وزنه الذرّي المقرّر حينئذٍ كان يقتضي أن يكون في مكان آخر — فلما أتقنت وسائل تعيين الأوزان الذرية بعد ذلك بسنوات تبين ان مندليف كان مصيباً ، فعمله هذا في الكيمياء كان من قبيل التنبؤ بالسيارنبتون ، ومكانه في علم الفلك

بعد ذلك ظنّ ان الجدول أصبح سليماً من مواطن الضعف . ولكنه أحبّ ان يتثبت . فأعاد النظر فيه ، فوجد تناقضاً آخر . ذلك ان الوزن الذرّي المقرر للذهب ، كان ١٩٦و٢ وهذا يقتضي ان يجعله في الجدول ، في مكان يجب أن يكون في الواقع لعنصر البلاتين (وزنه الذري المقرّر حينئذٍ ١٩٦و٧) . والانسان لا يخلو من ضدّ ولو كان في رأس الجبل ، فانطلقت ألسنة النقّاد ، وشرعت أقلامهم ، في تبيان هذا التناقض . فتجرأ مندليف ثانية وقال ، ان الأرقام التي يقرّرها المحللون لوزنيهما الذريين فيهما خطأ . وانه يكتفي الآن بالانتظار ، وان البحث لا بدّ أن يؤيده في المستقبل . والواقع ان ميزان الكيميائي أثبت بعد ذلك انه كان مصيباً هنا ، كما كان مصيباً هناك ، وان وزن الذهب الذري أكبر من وزن البلاتين . عجيب والله ! ان في جدول هذا الروسيّ عيناً ترى الخفايا !

* * *

على أن الصدمة الكبرى التي صدم بها علماء العصر جاءت بعد ذلك . ان في هذا الجدول أماكن فارغة ، لم تملأ باسم عنصر ما . هل تبقى فارغة ، أو ثمة عناصر ، لم يكشفها البحث ؟ ولو أن رجلاً آخر أقل جرأة من مندليف كان محله ، لأحجم عن الاستنتاج الذي يقتضيه ايمانه



شریف

مدام کوری

بصحة الاكتشاف الذي وفق اليه . ولكن مندليف ، الذي رفض ان يجمّ شعره ، مرضاةً للقيصر اسكندر الثالث ، لم يرهب سخرية المتنطعين من الكيميائيين

ففي الطائفة الثالثة من جدوله خانة فارغة بين الكلسيوم والتيتانيوم . ولما كانت الخانة الفارغة واقعة تحت عنصر البورون ، صرّح مندليف بأن العنصر المجهول الذي يجب أن يملأ هذه الخانة، يجب أن يكون مشابهاً لعنصر البورون . فدعاهُ « اكابورون » أي « ما بعد البورون » . ثم هناك خانة فارغة في الطائفة نفسها تحت عنصر الالومنيوم . فقال ان العنصر المجهول الذي يجب أن يملأها ، يجب أن يشبه الالومنيوم، ودعاهُ «اكا الومنيوم» . ثم وجد خانة فارغة في الطائفة الرابعة بين الزرنيخ والالومنيوم واقعة تحت السلكون ، فقال ان العنصر المجهول يجب أن يكون مشابهاً للسلكون ، ودعاهُ « اكاسلكون » . هكذا تنبأ مندليف بثلاثة عناصر مجهولة وترك البحث عنها لمعاصريه

وفي سنة ١٨٦٩ تقدّم مندليف الى الجمعية الكيميائية الروسية برسالة عنوانها « في العلاقة بين خواص العناصر وأوزانها الذرية » فبسط فيها بأسلوبه البارع النتائج التي خلص اليها . فدهشت الدوائر العلمية . ولكن بذرة هذا الاكتشاف العظيم ، كانت قد بُذرت قبيل ذلك اذ لاحظ «ده شانكورتوى» في فرنسا «وسترخر» في المانيا «ونيولندز» في انكلترا وكوك في اميركا بعض وجوه الشبه بين خواص العناصر . ولكن الاغرب من ذلك أن لوثار مير Meyer الالماني وصل الى نفس النتائج التي وصل اليها مندليف في نفس الوقت أو بعيده ، فنشر سنة ١٨٧٠ في مجلة «ليبج انال» جدولاً للعناصر، كجدول مندليف تقريباً . ذلك ان العصر كان يقتضي مثل هذا الحكم العام ، وكان ما كشف من العناصر حتى ذلك الوقت كافياً ليكون أساساً لمثل هذا البحث فلبيّ الرجلان حاجة العصر باكتشافهما الجدول الدوري . ولو ان مندليف ولد قبل ولادته بجيل واحد لتعذّر عليه اكتشاف الناموس الدوري Periodic Law لان الحقائق المعروفة عن العناصر، كانت غير كافية كأساس للبحث

ذكر مندليف في جدوله ثلاثة وستين عنصراً ، وتنبأ بثلاثة عناصر مجهولة . ولكن هل تظل العناصر المجهولة الباقية مستسرّةً عن لمس الانسان وبصره ، ام يكشف عنها بالسير على الخطة التي سار عليها مندليف نفسه، فتصبح الكيمياء في دقة تنبؤها بالحوادث ، كعلم الفلك

والواقع انه ما انقضت على اذاعة جدول مندليف خمس وعشرون سنة حتى كشف

انكليزيان، طائفة كاملة من العناصر سميت طائفة الصفر لانها تجيء قبل الطائفة الاولى في جدول منديليف ، وكانت عناصر هذه الطائفة سبعة من اضعف العناصر فعلا كيميائياً . حتى البوتاسيوم والفلور وهما من افعل العناصر المعروفة ، لم يستطيعا ان يخرجا هذه العناصر من عزلتها ، فلا عجب اذاً ان ظلت هذه العناصر مجهولة كل هذا الزمن الطويل

* * *

روقب أول هذه العناصر – وكانت جميعها غازات – في طيف الاكليل الشمس في كسوف حدث سنة ١٨٦٨ ، ولكن لم يعرف عنه الاّ الخط الذي يمثله في الطيف . لذلك لم يذكرهُ منديليف في جدوله . على ان هلبراند الاميركي ، وصف بعد ذلك غازاً يخرج من معدن الكليفيت Cleveite وعرف انه يختلف عن النتروجين ، ولكنه لم يتمكن من النفوذ الى سرّ حقيقته . فجاء رمزي (السير وليم رمزي) بنموذج من هذا المعدن واخرج منه الغاز المذكور ثم امرَّ فيه شرارة كهربائية وصوَّر طيفه ، فاذا هو يحدث في الطيف خطاً ، كالخط الذي شوهد في طيف الاكليل الشمسي . فعرف ان الغاز الذي يخرج من الكليفيت ، هو ذلك الغاز الذي في طيف الشمس ، ومن هنا اسمه العلمي « هليوم » أي الشمسي . وفي السنة التالية اثبت كيزر Kayser وجود مقادير يسيرة جداً من الهليوم في الهواء (النسبة ١ : ١٨٥٠٠٠) . وليس هنا مجال للبحث في اكتشاف رمزي ، وترفرس ، لبقية الغازات النادرة ، التابعة لهذه الطائفة – وهي الارغون ، والكربتون ، والنيون ، والزينون ، والنيتون – وانما يكفي ان نقول انهما استخرجا مقادير يسيرة جداً من هذه الغازات من ١٢٠ طناً من الهواء بعد تسييلها ، واستعمل رمزي في خلال تجاربه ميزاناً دقيقاً كل الدقة يتأثر بجزء من ١٤ مليون جزء من الاوقية

وهذه العناصر على ندرتها ، وصعوبة استخراجها ، تستعمل الآن في المصابيح الكهربائية والاعلانات الملونة والبلونات

ومضى الباحثون عن العناصر المجهولة على قدم وساق ، تحدوهم الثقة بصحة نظر منديليف وتستثيرهم الحماسة التي يشعر بها من يعثر على مجهول . فلما توفي منديليف سنة ١٩٠٧ كان عدد العناصر المعروفة قد اصبح ٨٦ عنصراً

* * *

وقد اشترك منديليف في تأييد حركة الاصلاح في بلاد الروس ، وكان ميّالاً الى تأييد

مذاهب الاحرار ، فلقي عنتاً من اصحاب الحكم ، ولما قدم رسالة الى الحكومة تتضمن المطالبة ببعض وجوه الاصلاح ،قيل له ان لا يتدخل في مالا يعنيه ، وان يعود الى معمله العلمي . فأحس ان هذا الرد كان صفعةً له ، فاستقال من الجامعة

وتأييده للاحرار انشأ له عداوة في دوائر المحافظين اولياء الامر — على مثال ما تم لجوزف بريستلي — فرفضت الاكادمية الروسية سنة ١٨٨٠ ان تنتخبه عضواً في قسمها الكيميائي وهو اكبر كيميائي في عصره . ولكن جامعة موسكو انتخبته عضو شرف فيها،ومنحته الجمعية الملكية بلندن، مدالية دايفي بالاشتراك مع لوثار مير لترتيبهما العناصر ، ذلك الترتيب الدوري . ويقال انه في آخر حياته دعته الجمعية الكيميائية البريطانية،الى حفلة تمنحه فيها مدالية فراداي —ولعلها اعلى شرف في دوائر العلم الكيميائي يناله الباحث—فلما اعطى منديليف كيساً يحتوي على قدر من المال يعطى عادة في مثل هذه الحالات ، فتح الكيس وأخرج منه الجنيهات الذهبية وقال « انه لن يقبل مالا من جمعية شرفته بتكريمها له ، في المكان الذي قام به فراداي ببحاثه الخالدة » . ومن ثم بدأت تنهال عليه الالقاب العلمية من الجمعيات العلمية في اميركا والمانيا ومن جامعات برنستن وكمبردج واكسفورد وغوتنجن، فلما عين الوزير ،وت Witte الروسي وزيراً للمالية في عهد اسكندر الثالث عين منديليف مديراً لمصلحة المقاييس والموازين

بعد وفاته بالنزلة الصدرية في فبراير سنة ١٩٠٧ قال العالم باتيسن ميور « للمستقبل وحده الحكم على بقاء الجدول الدوري أو زواله » . ولو ان منديليف عاش بضع سنوات ، لكان رأى قبل وفاته ، كيف أتمّ موزلي البناء الضخم الذي شيدهُ هو ، فأتمّ ممّا تخطيط خريطة العناصر التي تتركب منها أشكال المادة

مدام كوري

MARIE S.
CURIE

١٨٦٧ - ١٩٣٤

في خريف سنة ١٩٢٠ ذهب الى ولاية كولورادو الاميركية جيش من العمال وقصدوا الى منطقة قاحلة في جنوبها لينقبوا فيها عن تبر معين . كانوا قد بحثوا في مختلف الولايات الاميركية عن هذا التبر النفيس ، ولم يظفروا به ، لذلك اضطرّ زعيمهم الى الاكتفاء بنوع من الرمل ، يكثر في صحارى كولورادو القاحلة يدعى كارنوتيت . فأخذ رجاله — وكانوا اكثر من ثلاثمائة — يشتغلون ليل نهار ، في جمع أطنان منه ، ثم نقلوها في صحار لا تخترقها طرق ما مسافة ١٨ ميلاً الى اقرب مكان فيه ماء حيث عنوا بتشييد معمل خاص لغسل هذا الرمل وتنقيته . هنا عولجت خمسمائة طن منه معالجة كيميائية حتى بقي منها مائة طن فقط . وما بقي سحن حتى صار مسحوقاً دقيقاً ، ثم وضع في اكياس نقلت بسكة الحديد الى بلدة تدعى پلايسرفل . ثم شحنت الأكياس في مركبات شحن خاصة مسافة ٢٥٠٠ ميل الى بلدة تدعى كانونز برج بولاية بنسلفانيا في الشمال الشرقي المتوسط من الولايات المتحدة الاميركية

وفي كانونز برج عُهد الى مائتي رجل في تحويل هذه الأطنان من المسحوق الناعم ، الى بضع مئات من الأرطال فقط ، مستعملين مقادير كبيرة من الماء في غسل المسحوق ثم معالجته بمواد كيميائية وأحماض ، لاستخراج كنز ثمين منه . لم يضيع الرجال ذرة واحدة منه على رغم تعدد عمليات الغلي والتصفية والتبلر[1] . وانقضت اشهر فاذا الباقي من ٥٠٠ طن من رمل كولورادو هو مقدار يسير جدًّا ، ارسل الى معامل البحث في شركة بتسبرج الكيميائية بحراسة حرس خاص . هنا في المعامل الكيميائية أجريت العمليات الأخيرة في استخراج بضع بلورات من ملح معين . فلما تمّ استخراجها كانت سنة كاملة قد انقضت على جمع الرمل من صحارى كولورادو ، وأنفق عشرون الف جنيه فكانت تلك البلورات أثمن مادة معروفة

(١) اختار المجمع الملكي لغة العربية هذا الاستعمال بدلا من (بلورة) التي شاع استعمالها

على سطح الأرض - أثمن من الذهب مائة الف ضعف . ثم وضعت هذه المادة في أنابيب صغيرة من الرصاص والأنابيب حفظت في صندوق فولاذي كثيف الجدران ، مبطن بألواح كثيفة من الرصاص . ثم وضع الصندوق الفولاذي في صندوق آخر من خشب المغنة المصقول ، وهذا حفظ في خزنة متينة ، انتظاراً لقدوم زائر كريم من فرنسا

وفي ٢٠ مايو سنة ١٩٢١ وقف رئيس الولايات المتحدة الاميركية في ردهة الاستقبال في البيت الابيض يحف به سفير فرنسا ووزير بولونيا المفوض واعضاء وزارته ورجال القضاء وأكبر المشتغلين بالعلم ، ووقفت امامه سيدة نحيفة البنية ، وديعة المنظر ، مرتدية ثوباً أسود . ثم خاطبها الرئيس فقال : « كان من حظك ان قمت بخدمة خالدة للانسانية . ولقد عهد إليّ أن أقدم لك هذا القدر الضئيل من الراديوم . فنحن مدينون لك بمعرفتنا له ، وملكنا اياه . لذلك نرفعه اليك واثقين انه وهو في حيازتك لا بدّ أن يكون وسيلة لتوسيع نطاق العلم وتخفيف آلام الناس »

تلك السيدة كانت مدام كوري

وُلدت ماري كوري في بولونيا في ٧ نوفمبر سنة ١٨٦٧ وفقدت أمها وهي لا تزال في طفولتها ، وكان والدها الاستاذ سكلودفسكا مدرساً للرياضيات والطبيعة في مدرسة فرسوفيا العالية . وكان يقضي مساء كل سبت امام مصباحه يقرأ آيات الأدب البولوني نثراً وشعراً . فكانت ابنته ماري تحفظ فقرات طويلة منها ، وتعيدها امامه عن ظهر قلب . ورآها المعلم الروسي مندليف في حداثتها تخلط المواد الكيميائية في مختبر كيميائي لابن عمها في فرسوفيا فتنبأ لها بمستقبل علمي مجيد

كانت بولونيا في تلك الأيام مقاطعة من روسيا ، وحكومة روسيا تفرض أعباء ثقيلة على الشعب البولوني المحكوم . فاستعمال اللغة البولونية كان محظوراً في الصحف والكنائس والمدارس . والبوليس السري الروسي كان ألمق بالناس من ظلهم لا تخفى عليه خافية مما يفعلون . فلما كانت ماري في حداثتها ، اجتمع بعض تلاميذ والدها وألفوا جمعية سرية ، غرضها قلب الحكومة وطرد المعتدين على وطنهم ، وكانوا يجتمعون كل ليلة ليدرسوا اللغة البولونية ، وليدرّسوها لجماعات من الطلاب ، فانتظمت ماري في احداها ، وقادت فكتبت في أحد الايام نشرة ثورية شديدة اللهجة

ولكن البوليس الروسي نمت اليه أخبار الشبان الثائرين ، فقبض على بعضهم . ونجت ماري من الشرك ، ولكنها اضطرت أن تغادر فرسوفيا لكي لا تشهد على اخوانها عند المحاكمة .

فجاءت باريس شتاء سنة ١٨٩١ وهي لا تزال في الرابعة والعشرين من عمرها . هنا استأجرت غرفة صغيرة ، في مكان حقير . فكان البرد يقرسها في الشتاء ، والحرّ يكاد يخنقها في الصيف . وكانت معيشتها شديدة البؤس ، لأنها كانت مضطرة أن تحمل الماء والفحم الى غرفتها الكائنة على سطح المنزل ، فوق الدور الرابع . وكانت فقيرة لا تجرؤ أن تنفق أكثر من نصف فرنك في يومها . وكثيراً ما كان طعامها ظهراً ومساء لا يزيد على كسرة من الخبز وقطعة من الشكولاته . ولكن هذه المصاعب لم تقعدها عن تحقيق رغباتها لأنها جاءت باريس لتدرس في السوربون . ولكي تتمكن من تسديد أجور التعليم اضطرت أن تغسل الزجاجات في معمل البحث في كلية العلوم وتعنى بنظافة الموقد

* * *

في سنة ١٨٩٤ التقت بپيير كوري ، في دار احدى صديقاتها . وكان هو يشتغل حينئذٍ في معمل شوتزنبرجر مؤسس مدرسة البلدية للطبيعة والكيمياء بباريس ومديرها . وكان قد تخرّج من السوربون وأنشأ يبحث مع أخيه جاك موضوع « المكشفات الكهربائية » فلما تعرّف اليها أخذا يتحدثان في ما يهمهما من موضوعات العلم . ثم انتقلا الى بعض الموضوعات الاجتماعية والأدبية . فكان ذلك مبعث سرور خاص للفتاة البولونية الشريدة لأنها وجدت على قولها : « اتفاقاً غريباً بين آرائه وآرائي رغم اختلاف وطينا » . اما پيير فدهش لما رآه في هذه الفتاة من توقد الذهن ، وسعة العلم ، ولما أعرب لها عن دهشته ردت عليه « ترى يا استاذ من أين أتيت يا رائك الغريبة في حدود عقل المرأة »

كان پيير قد كتب لما كان في الثانية والعشرين : « النابغات بين النساء نادرات . اما المرأة المتوسطة الذكاء فلا ريب في أنها عائق كبير لعالم جادّ في عمله » . كتب ذلك في الثانية والعشرين وها هو ذا في الخامسة والثلاثين ، واتصاله بالحياة قد غيّر آراءه . ولما تحولت معرفته بماري ، الى صداقة متينة انقلبت آراؤه في النساء رأساً على عقب . وكانت هي قد فتنت بما عرفته في العالم كوري ، من صفات الشاعر ، والحالم ، علاوة على علمه الغزير . فلم تلبث حتى استأذنت الاستاذ شوتزنبرجر في أن تصبح مساعدة المسيو كوري في معمله فأذن لها

تزوّجا في يوليو سنة ١٨٩٥ ولم تكن مسألة فرش البيت مسألة خطيرة في نظر كائنين لاتهمهما التقاليد المرعية . فاستأجرا ثلاث غرف تشرف على حديقة ، وابتاعا قليلاً من الأثاث

لقضاء الحاجات الضرورية . وفي خلال ذلك عين پيير كوري أستاذاً للطبيعيات في مدرسة البلدية المذكورة وكان مرتبه ستة آلاف فرنك في السنة،فتمكنت زوجه من مواصلة دروسها . ولكن دخلهما لم يسمح لهما بشيء من الكماليات ، الاَّ دراجتين ابتاعاهما لقضاء رحلاتهما الأسبوعية الى الريف

وفي أواخر سنة ١٨٩٥ — أي بعيد زواج پيير وماري — كشف الاستاذ وليم كونراد رنتجن الألماني ، عن الأشعة السينية . ولم تكد تصل انباء هذه الأشعة الغريبة التي تخترق الأجسام الصلدة وتبين عظام الجسم ، إلى دوائر العالم العلمي حتى حدثت اتفاقاً حادثة غريبة في غرفة مظلمة بمعمل الاستاذ هنري بكرل بباريس . لم تكن من الحوادث التي تعنى بهـا الصحف وتنشرها بأحرف عريضة في صفحاتها الأولى ، كحوادث القتل ، وفضائح الغرام ، مع أن أثرها كان أثراً عالمياً عظيماً ، لأن سلسلة من الحوادث العلمية الخطيرة جاءت في إثرها وتوّجت أخيراً بانتصار مدام كوري الباهر في كشف عنصر الراديوم،فكانت حدّاً فاصلاً في تاريخ العلم ، انتهى عندهُ عصر ، و بدأ عصر جديد

***

كان معروفاً أن المواد الفصفورية بعد تعرضها لنور الشمس،تتألق في الظلام . وكان بكرل يحاول أن يعرف ، هل هذه الأجسام تطلق أشعة كالأشعة التي كشفها رنتجن . فوضع اتفاقاً قطعة من الاورانيوم،على لوح فوتغرافي حسّاس،ملقىً على مائدة في غرفته المظلمة . فلما رفع اللوح في يده في اليوم التالي ، لاحظ انه كان قد تأثر تأثراً خاصّاً ،حيث كان الحجر ملقى عليه.فلم يفهم لذلك علة وظن ان أحدهم لعب لعبة عليه . فحاول أن يعيد التجربة ليرى هل يحصل على النتيجة نفسها،فأعادها مستعملاً صخوراً مختلفة ، تحتوي على الاورانيوم،وفي كل مرة كان يجد البقعة على اللوح ، حيث يضع الحجر . فحلل الصخور ووجد ان فعلها في اللوح الفتوغرافي سببه عنصر الاورانيوم الذي فيها

فصرّح بكرل،ان عنصر الاورانيوم كان وحده سبب الفعل الغريب ، الذي يقع في اللوح الفوتوغرافي . ولكنه لم يلذ بتصريحه هذا طويلاً . لأنه جرّب البتشبلند وهو أهم الصخور التي تحتوي على الاورانيوم — معدن يستخرج من شمال بوهيميا — فوجد فعله في اللوح الفتوغرافي أقوى جدّاً مما كان منتظراً من الاورانيوم مهما يعظم قدره في هذا الصخر . فاستنتج من ذلك

استنتاجاً بسيطاً، وهو أن عنصراً آخر يستطيع أن يؤثر في الألواح الفوتغرافية أضعاف تأثير الاورانيوم

وكان بكرل يعرف ماري كوري وقد راقبها تعمل في المعمل ، ولاحظ رشاقتها وخفتها في تناول الأدوات الكيميائية ، واستنباط الحيل لمعالجة مشكلة تحدث في خلال البحث ، وكان معجباً بصفاتها الممتازة كعالمة مجربة ، فأفضى اليها باستنتاجه الثاني ، وعهد اليها في البحث عن هذا العنصر المجهول . فأخبرت زوجها بما حدث والفرح يستخفها ، ففتن بحماستها . وكان هو يبحث في البلورات وهي في صفات المعادن المغنطيسية . فتركا بحثيهما الخاصين ليشتركا في مغامرة فكرية شاقة ولكنها أخاذة ، وهي البحث عن العنصر المجهول في البتشبلند

لم يكونا على شيء من الثروة للقيام بنفقات البحث فاقترضا مبلغاً من المال لذلك ، ولم يكونا يدريان أين يبدآن البحث ، ولا كيف يواصلانه ، والى أين يتجهان فيه . فكتبا الى حكومة النمسا فردّت عليهما باستعدادها لمعاونتهما ، وأرسلت اليهما طناً من البتشبلند من مناجم يواكيمستال فلما وصل البتشبلند الى باريس ، أخذا يشتغلان بلا انقطاع ، يغليان هذا الطن من التراب بعد سحنه ، وينقيانه لكي يستخلصا منه المادة الثمينة . وكثيراً ما كانت ماري تقف ساعات متواليـة تحرك المزيج وهو يغلي على النار بعصا حديدية ، تكاد تماثلها وزناً

وقد وصفت مدام كوري معيشتها حينئذٍ فقالت : « كنا في انصرافنا الى بحثنا كأننا في حلم » . ولما أقبل شتاء سنة ١٨٩٦ كانا لا يزالان يعالجان بحثهما في معمل خشبي يشبه طنب البدوي « تخفق فيه الارواح » . كان البرد والفاقة والاعياء والحمل قد انهكت جسم مدام كوري فأصيبت بالتهاب الرئة ، ولزمت فراشها ثلاثة أشهر ، قبلما استطاعت ان تستأنف بحثها العلمي . وكان التعب قد حط من قوة زوجها كذلك ، فكان يعود الى بيته معي في كل مساء ، ولكنهما لم يتوقفا عن العمل فكأنما كانا مدفوعين اليه بارادة خفية

وفي سبتمبر من سنة ١٨٩٦ ولدت مدام كوري فتـاة ، ولكنها كانت وهي ملازمة سريرها على أثر الوضع دائمة التفكير بعملها العلمي ، الذي ملك عليها قلبها وعقلها . وبعد الولادة باسبوع واحد فقط ، غادرت بيتها الى معملها ، واستأنفت البحث هناك . ولكن ما السبيل الى العناية بالطفلة ومتابعة البحث العلمي من جهـة أخرى ؟ واتفق حينئذ أن والدة زوجها توفيت فدعوا والده وهو طبيب اعتزل العمل للسكن معهما ، وعهد اليه في العناية بالطفلة

وبعـد الاغلاء والتصفية والتنقية التي دامت اكثر من سنة تحوّل طن البتشبلند الى نحو

مائة رطل من مادة غريبة ، ثم تلا ذلك سنة اخرى من العمل المتواصل مرضت في اثنائها ماري ثانية، وأخذ القنوط يتطرق الى نفس زوجها ، ولكنها كانت مقدامة، صلبة العود ، فلم تلن للمصائب وقد وصفت أيامها في تينك السنتين بقولها الشهري : « في ذلك المعمل البائس ، قضيت أسعد أيام حياتي ». وعرض على « بيير » في خلال ذلك منصب استاذ في جامعة جنيف ، ففرّ المرض وذهب الى جنيف، ثم ما لبث ان عاد بعد أن رفض لأن قبوله يعرض هذا البحث الخطير للخطر

أخيراً استخرجا من طن البتشبلند قدراً ضئيلا جداً من املاح البزموت ثبت أن فيها مادة فعالة جداً يفوق فعلها فعل الاورانيوم ثلاثمائة ضعف . واستفردت منها مدام كوري مادة تشبه النكل وبعد ما امتحنتها بجميع الكواشف ، ووسائل الامتحان المعروفة، اعلنت في يوليو سنة ١٨٩٨ انها كشفت عن عنصر جديد دعته « بولونيوم » نسبة الى بلادها . واختلف العلماء اولا في صحة اكتشافها ، ثم ثبتت صحته ثبوتاً لا ريب فيه

على أن مدام كوري وزوجها لم يقتنعا بفخر الكشف عن عنصر جديد . وظلاّ يواصلان البحث والامتحان ، حتى استخرجا قدرا ضئيلا من مادة ثبت انها أفعل جداً حتى من عنصر البولونيوم ، ولما بلغا هذه الدرجة من البحث كان محتوماً عليهما أن يشددا العناية بكل ذرة من ذرات هذه المادة التي استخلصاها بجهد يكاد يكون فوق طاقة البشر. فكانت ماري تمتحن كل قطرة ماء تخرج من المرشح ، وكل ذرة تعلق به

وكان المعمل الذي يشتغلان فيه ، غرفة للتشريح جثث الموتى من قبل . فكانا اذا دخلاه ليلاً يستولي عليهما رعب لغرابة ما يشاهدان . ذلك انهما بدلاً من ان يشاهدا أرواح الجثث المشرحة ترف في فضائه ، كانا يشاهدان الانابيب المحتوية على هذه المواد تشع في الظلام كأنما بسحر ساحر ، فعلما من ذلك انهما على قاب قوسين أو أدنى من تحقيق غرضهما ، وأخيراً استخلصت مدام كوري من هذه المادة بضع بلورات ، فكانت أول إنسان القى بصره على املاح الراديوم ، وأثبتت انه عنصر جديد ، واطلقت عليه اسم « الراديوم » أي « المشع » فكان كشفه منشأ أعظم الانقلابات التي وقعت في ميدان الكيمياء والطبيعيات الحديث

* * *

فعين الاستاذ كوري استاذاً في السوربون ، وعهد الى زوجته بالمحاضرات العلمية ، في مدرسة

المعلمات العليا ، في بلدة سيڤر ، على مقربة من باريس . فكانت تعلّم وتدرّس وتبحث في معملها وتعنى بابنتها . ولكي تنال منصباً عالياً في ميدان التعليم ، كان لا بد لها من ان تنال لقب «دكتورة في العلوم» فأعدت رسالتها ، وقدمتها باسطة فيها جميع مباحثها في موضوع الاشعاع

فدهش العلماء الكبار الذي عينوا لفحص هذه الرسالة لما وجدوا فيها من الحقائق الجديدة والمباحث الطريفة ، ولما وقفت امامهم للاجابة عن اسئلتهم كانوا بمثابة اطفال امام معلمهم لا يدرون أي سؤال يوجهونه اليها . وقرروا ان هذه الرسالة اعظم بحث علمي قدم لنيل «دكتوراه العلم» في تاريخ جامعة باريس

وذاعت الانباء ! انباء عنصر جديد تكشف عنه سيدة . املاحه تتألق ، وتضيء في الظلام كمصابيح كهربائية صغيرة . وتنطلق منه مقادير دقيقة من الحرارة انطلاقاً دائماً . ان حرارة طنّ من هذا العنصر ، كافية لاغلاء الف طن من الماء ، مدة سنة كاملة . ثم ان هذا العنصر اقوى سم معروف ، يفعل عن بعد ، فاذا وضع انبوب يحتوي ذرة منه بحجم رأس الدبوس على ظهر فأرة ، أصيبت بالشلل في ثلاث ساعات . واذا وضع قرب الجلد ، قرّحه . بل ان اصابع الدكتور كوري نفسه . كادت تشل من لمسه . وذاع ان «بكرل» قال يوماً لمدام كوري «أحب الراديوم ولكني محنق عليه» . ذلك انه اصيب بحرق مؤلم في صدره حين حمل انبوباً فيه ذرة من ملح الراديوم في جيب صدرته . بهذا العنصر كانت المكروبات تقتل ، والنوامي السرطانية السطحية تشفى ، وحجارة المثانة تلوّن ، والهواء المحيط به يكهرب ، حتى يصبح موصلاً جيداً للكهربائية

وبين ليلة وضحاها ذاع اسم الاستاذ كوري وقرينته . فأخذ السيّاح يتوافدون الى دارهما ومصوّرو الصحف ومخبروها ، يغزون حياتهما الخاصة بالأسئلة ، والصور والرسائل والبرقيات . وجملت الدعوات تنهال عليهما . فدعاهما لورد كلفن ، ليأتيا الى لندن ليتسلما مدالية دايفي من الجمعية الملكية ، فكانت هذه المدالية أول أوسمة الشرف الكثيرة التي رفضها الأستاذ كوري . ويقال انه لما عرض عليه وسام اللجيون دونور رفضه قائلاً : اني افضل أن اوهب معملاً على أن امنح أوسمة . وفي سنة ١٩٠٣ مُنحا جائزة نوبل الطبيعية بالاشتراك مع الاستاذ بكرل ، فأنفقا المال في توفية الدين الذي استدانا له للشروع في عملهما وللانفاق على مواصلة البحث . وقد كان في إمكانهما أن يستغلاً مكتشفاتهما استغلالاً تجارياً ، ولكن الثروة لم تكن الغرض الذي يتطلعان

اليه . فبحثهما كان بحثًا علمياً للعلم وحده ، وغرضهما انما كان خدمة الانسانيـة . وكل ذرة كانا يستخرجانها من أملاح الراديوم ، كانا يهبانها للمستشفيات ودور البحث

فطفح كأس مدام كوري عندئذٍ غبطة وهناءة . ها هوذا زوجها يفقـد قليل من كابته وأحوالها المعاشية أيسر مما كانت ، وها طفلة ثانية تولد لهما ، فينعمان بمحبتها وتربيتها

* * *

ولكن مخبراً تقر على باب مدام كوري ، في مساء ١٩ ابريل سنة ١٩٠٦ ، وأخبرها أن الاستاذ كوري ، كان قبل بضع دقائق ، يتكلم مع الاستاذ پران ، فلما غادر كلية العلوم محاولا أن يجتاز أحد الشوارع صدمته عربة فرقع في عرض الشارع ، فمرّت عجلات عربة نقل ثقيلة ، كانت قادمة من الجهة الأخرى على رأسه ، فمات في الحال

أصغت ماري الى القصة ولم تذرف دمعًا ، ولم تولول ولم ترفع يديها الى السماء . بل ظلت تردد كأنها في حلم « بيير مات . بيير مات » . وكادت هـذه الصدمة تقوى عليها . فانها ظلت مدة ، لا تستطيع أن تجمع قواها لمواصـلة عملها . ولكن بعد انقضاء بضعة أسابيع قويت على حزنها ، وعادت الى معملها وهي اكثر صمتًا وهدوءًا من قبل

وحينئذ تصرفت فرنسا ذلك التصرف النبيل الذي اشتهرت به في الملمات . ذلك انها دعت ماري كوري لتشغل كرسي استاذ الطبيعيات في السوربون الذي خلا بموت زوجهـا . وكانت هذه الدعوة مغايرة لجميع التقاليد . لم يعلم ان امرأة قبلها تقلّدت منصب استاذ في السوربون . فلما تمّ تعيينها ، واعلن ، كان باعثًا على كثير القال والقيل وجعل بعض الاساتذة يهمسون في آذان أصفيائهم مستنكرين خطأً كهذا . وأخذ بعضهم يشيع أن الفضل في نجاحها في كشف عنصري البولونيوم ، والراديوم ، عائد الى اشتغالها تحت مراقبة زوجها . قالوا : « انتظروا بضع سنوات لتعرفوا حقيقتها ، فتجدوا انها قد مرّت على منبر العلم مرور شبح لا يترك أثرًا »

ثم شاع انها ستلقي محاضرتها الأولى في السوربون . فهرع الى باريس رجال ونساء يشغلون اكبر المناصب العلمية والتعليمية في البلاد — أعضاء الاكاديميات ، وأساتيذ كليـة العلوم ، وكبار رجال السياسة ، ونبيلات السيدات . رئيس جمهورية فرنسا كان هناك يصحبه الملك كارلوس ملك البرتغال ، وزوجه الملكة اميليا . ولما قرعت الساعة الثالثة دخلت من باب جانبيّ سيدة نحيلة مرتدية ثوبًا أسود . . . . واذا الردهة تدوي بالتصفيق . وكأن ذلك أزعجها فرفعت يداً نحيفة

تطلب السكون . فخيمت العاصفة حتى لكدت تسمع رنة إبرة تقع على الأرض

وبدأت محاضراتها بصوت خافت واضح . فتن سامعوها بقولها . لم تشر بكلمة واحدة الى فجيعتها ، ولكنها استأنفت موضوع البحث في عنصر البولونيوم ، حيث تركه زوجها . فلما ختمت كلامها دوت الردهة مرة ثانية بعاصفة من التصفيق . ولكن بعض المشككين ظلوا يشككون في مقدرة امرأة على ملء منصب استاذ بالسوربون ! سمعت هي بذلك ولكنها ظلت صامتة كأبي الهول

على انّ عنصر الراديوم لم يكن قد استفرد بعد . ولم تحضّر منه إلا أملاحه ، فأكبّت مدام كوري ، على تحقيق هذا الغرض الصعب ، لندرة الاملاح التي يمكن تجربة التجارب بها . فجرّبت طرقاً مختلفة ، لفصل العنصر من أملاحه ، على غير جدوى . وكأن ماري لم تكن تعيش حينئذٍ إلا في معملها . فلم تخرج الى المسرح ، ولا الى الاوبرا . ورفضت أن تلبي الدعوات الاجتماعية التي وجهت اليها . وأخيراً في سنة ١٩١٠ أجرَت تياراً كهربائياً في كلوريد الراديوم المصهور فلاحظت تغييراً يحدث عند القطب السالب (المهبط) حيث رأت ملغماً يتكوّن . فجمعت هذا الملغم وأحمته في انبوب من السلكا مع نتروجين تحت ضغط مخفف . فبخر الزئبق الذي في الملغم تاركاً وراءه كريات بيضاً لامعة ، لم تلبث حتى اكمدت في الهواء . تلك كانت كريات الراديوم النقي

فكان عملها هذا في استفراد الراديوم النقي ، وتعيين وزنه الذرّي ، تاجاً لجميع مباحثها السابقة . هذا بحث علمي دقيق قامت به المرأة – ماري كوري – بعد وفاة زوجها . أيرتاب المرتابون بعد هذا ؟ فلتخرس الألسنة الطويلة !

ومنحت مدام كوري جائزة نوبل للكيمياء اعترافاً بعملها هذا ، فكانت العالم الوحيد الذي فاز بشرف جائزتين من جوائز نوبل

وأقدمها بعضهم بتقديم اسمها للعضوية في اكاديمية العلوم . ولكن مانع الجنس حال دون انضمامها لهذه الجماعة الممتازة من أبناء العلم . لم يعرف من قبل ان امرأة انتخبت عضواً في اكاديمية العلوم فلماذا التنكب عن هذه الطريق ؟ أنت ترى مظاهر الحماسة والانفعال في الجدال المحتدم بادية ، على اكثر العلماء رزانة ، ووقاراً ! وأخذت الأصوات في ٢٣ يناير ١٩١١ فأخفقت مدام كوري بصوتين . وحتى وفاتها لم تكفّر الاكادمية عن تعصبها هذا !

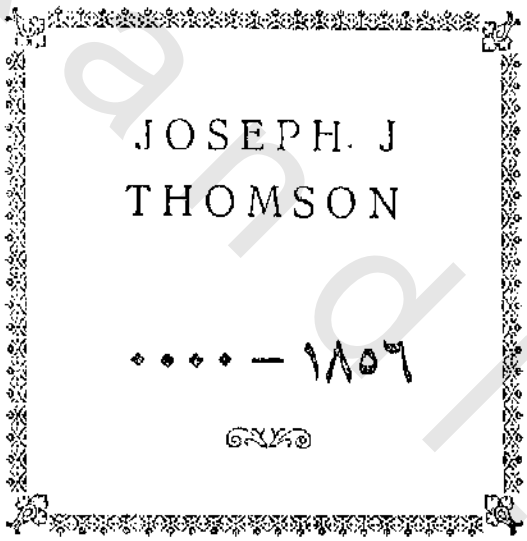
ولما نشبت الحرب : وأصبحت جيوش الألمان على أبواب باريس، عمدت مدام كوري الى الانبوب الذي يحتوي على ما عندها من الراديوم وأسرعت به الى « بوردو » خشية أن يقع في أيديهم . فلما وضعته في بوردو في حرز حريز، عادت الى باريس لا يقلقها فيها خطر الغزاة على أبوابها ولا طياراتهم في فضائها . وأكبت على جمع ما تستطيع جمعه من آلات المعالجة بالراديوم، والاشعة، واستنفرت بنات باريس للتمرن على استعمال هذه الآلات في معالجة الجرحى ، فلبّت نداءها مائة وخمسون فتاة ، كانت بينهنّ ابنتها ايرين Irene وهي في السابعة عشرة من عمرها ، فأقامت ماري شهرين ، تخطب فيهنّ ، وتعلمهنّ استعمال هذه الآلات ، ثم تعلمت هي قيادة السيارة وجعلت تنقل هذه الآلات إلى مستشفيات الجيش وتقيمها فيها . وتقدمت ابنتها الى صفوف النار بل الى منطقة ايبرس حيث كان غاز الكلور السام يفتك بالجنود فتكاً . فلما ارتدّ الجيش الألماني ، عادت مدام كوري مطمئنة الى بوردو وأخرجت أنبوبها الثمين من مخبئه الامين وعادت به الى باريس

ما كادت تنتهي السنة الأولى من الحرب الكبرى حتى كان قد تمّ في باريس انشاء معهد الراديوم ، وجعلت مدام كوري مديرة له ، وانصرفت بعدها إلى البحث والعلاج . ولكنها كانت تحب الحرية ، وتمقت الحرب، فقالت لما عقد الصلح : «غمرني الصلح بموجة من الغبطة نتيجة للنصر الذي أحرزناه بعد بذل عظيم. وقد عشت لأرى بلادي ، ينتصف لها من قرن حافل بالجور والتفرقة » . ولما سئلت في سنة ١٩٢٠ عما تتمنى قالت فوراً : « غرام من الراديوم أتصرف فيه كما أشاء . « ذلك ان هذه المرأة التي منحت العلم والانسانية عنصر الراديوم بكشفها عنه كانت لا تملك شيئاً منه ، مع ان مائة وخمسين غراماً منه كانت موزعة في مختلف المستشفيات ومعامل البحث . فكان قولها هذا باعثاً على سخاء الاميركيات والاميركيين في تقديم الغرام الذي أهداه اليها الرئيس هاردنج وهو يقول : « انه وهو في حيازتك لا بد أن يكون وسيلة لتوسيع نطاق العلم وتخفيف آلام الناس »

طمسن

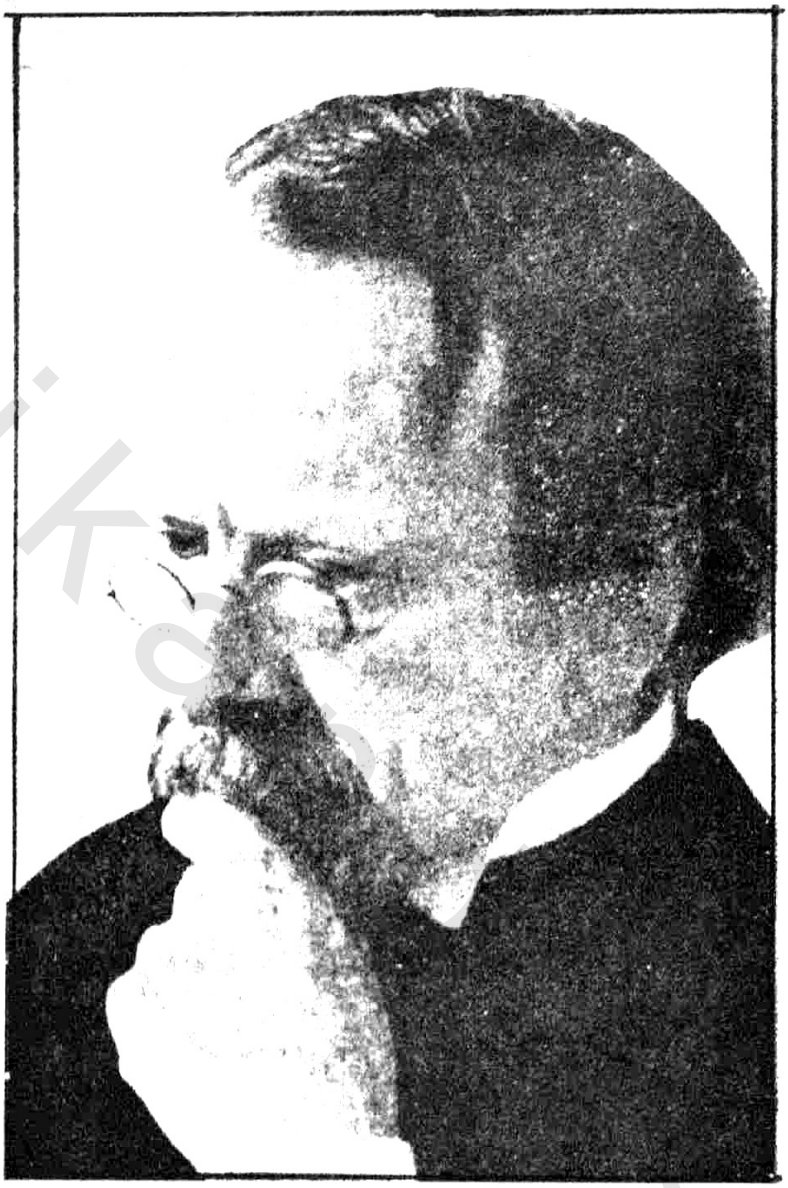
في سنة ١٨٩٧ ، اذ كان الاستاذ كوري وزوجته ، ماضيين في تنقيبهما عن عنصر الراديوم ، حلّ أحد أسياد البحث الطبيعي الحديث ، مشكلة معقدة تتعلق ببناء المادة الأساسي . أو على الأقل شقّ طريقًا جديداً قد يفضي الى الحل النهائي

ولد طمسن (J.J.) قرب منشستر سنة ١٨٥٦ وكان في نيته أولاً أن يصبح مهندساً ولكنّ هذا الاميرَ بين العلماء ، أقبل على البحث العلمي المجرّد ، لأنه لم يفلح في بعض الموضوعات التي تقتضيها الشهادة الهندسية ! فحضر كلية اوِن بمنشستر ، وكانت قد خصصت فيها حينئذٍ جائزة للبحث العلمي في أحد موضوعات الكيمياء ، لذكرى جون « دلتن » صاحب المذهب الذرّي في بناء المادة . فلم يلبث أن خرج من كلية أوِن الى جامعة كمبردج ، حيث أضاف اسمه الى اسمي مكتشفي الذرات والجزيئات ، باكتشافه الألكترون — فأصبح هذا الثالوث مؤلفاً من دَلتُنْ وافوجادرو ، وطمسُنْ



في جامعة كمبردج ، كان لورد « رالیه » مديراً لمعهد كافِنْدِشْ العلمي . وقد كان راليه خلفاً لذلك العالم الطبيعي العظيم — جيمز كلارك مكسول — في منصب علم الطبيعة التجريبي . ولكنه بعد انقضاء خمس سنوات على تعيينه في هذا المنصب ، عزم على الاستقالة (١٨٨٤) فطلب اليه أن يقترح اسم من يخلفه في هذا المنصب العلمي الخطير . فأشار من دون أقلّ تردُّد ، الى الشاب الذكي الألمعي ، جون جوزف طمسن . فأحدث النبأ لغطاً ، في دوائر العلم ، اذ كيف يخلَف فتىً في الثامنة والعشرين مكسول ورالیه العظيمين ؟ !

كانت دلائل الألمعية قد بدت في مباحثه ، وكان قد نال احدى الجوائز العلمية في الجامعة ، وهو في الخامسة والعشرين ، على رسالة بيّن فيها مواطن الضعف في المذهب



طوسن

ولسكن

القائل بأن الذرات المادية ، هي زوابع ، أو دوّامات ، في الاثير . ولا ريب في أن هذه الرسالة نالت اعجاب العلماء ، في دقتها ، وقوة حجتها . ولكنه كان حديث العهد بالطبيعة التجريبية . فكيف يشرف على أعظم معهد للطبيعة التجريبية في العالم ، وهو لم يمارسها ، ولم يقتلها تجربة ومرانة ؟ واجتمع المجلس الذي عهد اليه في انتخاب الاستاذ الجديد – وكان مؤلفاً من لورد كاڤن والسر جبرائيل ستوكس والاستاذ جورج دارون – فتداولوا ، ووقع اختيارهم بالاجماع على الفتى القادم من منشستر . فما أعلنت نتيجة الانتخاب ، حتى قال أحد كبار الاساتذة تهكما « هـذه ظلال كلارك مكسول ! لا بدّ أن تكون الامور على غير ما يرام في جامعة نيوتن ، اذ يصبح الصبيان فيها أساتذة »

وكذلك انيح لفتى في الثامنة والعشرين ان يشغل منصباً حلّ فيه قبلهُ اثنان من اكبر أعلام الطبيعة الحديثة . ولكن معمل كاڤندش أصبح بزعامته ، زعيم المعاهد العلمية في العالم في البحث عن أسرار الطبيعة ، ومحاولة النفوذ الى خفاياها . هنا كانت تحلّق عقول الباحثين الى ذرى لا تسامى . وفي «قدس» هذا الهيكل العلمي ، ظلت روح الفتى طمسن ، ترفرف مسيطرة ، اكثر من نصف قرن

***

رأى طمسن ببصيرته النافذة ، ان في الكهربائية مفتاح أسرار الكون . فاتخذها ميداناً لبحثه . وكان قبيل دخوله جامعة كمبردج ، قد سمع عن أنبوب زجاجي ، استنبطه رجل انكليزي آخر ، يدعى وليم كروكس . وكان كروكس يأخذ أنبوبه هذا ، ويفرغ منه الهواء ، على قدر ما يستطيع ، تاركاً جزيئات قليلة فيه ثم يختمه ختماً محكماً ، ثم يمرُّ فيه تياراً كهربائياً فيشاهدُ تألقاً بهياً عند المهبط – القطب السالب – . كيف يعلّل هذا الضوء الغريب ؟ ان الجزيئات القليلة في هذا الانبوب ينبعث منها ضوءٌ ضئيل باهتٌ ، وزجاج الجدران يتألق بضوء اصفر مخضر

ولكن هل هذا ضوءٌ ؟ فالضوء كما أجمع رجال العلم الى ذلك الحين ، كان شيئاً غير ماديّ . وهذه الأشعة المنطلقة ، تخضع لجذب قطعة من المغنطيس المكهرب ، اذا أُدْنِيَتْ من الأنبوب . فدهش كروكس وتحيّر . ضوءٌ ولكنه في الوقت نفسه مادة لا غشّ فيها ، فكيف يوفق بين هذين المتناقضين ؟

ولما لم يجد كروكس اسماً لائقاً بهذه الاشعة ، قال انها حالة رابعة من حالات المادة – فلا هي غاز ، ولا سائل ، ولا جماد — واطلق عليها اسم « المادة الشاعة » . ومع ذلك ظلت حقيقتها سرًّا محجوباً عن الأفهام . وكان كروكس – لو علم – على قاب قوسين أو أدنى من اكتشاف الالكترون ، على ان كروكس كان قد نفح العلم باداة للاكتشاف ، استعملها رنتجن فكشف عن الاشعة السينية ، وعمل طمسن بها العجب العجاب

أخذ طمسن يبني هذه الأنابيب و يفرغ منها الهواء حتى صار الهواء داخل بعضها ألطف من الهواء الذي نتنفسه عشرين الف ضعف ، وكان معه سبعة طلاَّب في معمل كافندش فدعى أحدهم ليساعده في امرار الكهربائية في الأنابيب ، فامرَّا تيارات عالية الضغط ، وجعلا يراقبان الألقة الباهية ، البادية في الغرفة المعتمة

ثم جعل طمسن يتأمل في انحناء هذه الاشعة بفعل المغنطيس . فانه اذا أدنى مغنطيساً من الأنبوب الذي تنطلق فيه هذه الاشعة ، انحرفت الاشعة نحو المغنطيس ، كما تنحرف برادة الحديد . ثم غيَّر أحوال تجاربه العديدة ، فاستعمل أنابيب على درجات متفاوتة من الأفراغ ، واستعمل مواد مختلفة في القطب السالب ، وتيارات متباينة القوة من الكهربائية . وانقضت سنون وهو يغيّر أحوال التجارب ويدوّن ملاحظاته

وفي سنة ١٨٩٠ تزوَّج ، وسنة ١٨٩٤ انتخب رئيساً للجمعية الفلسفية في كمبردج ثم دعى إلى جامعة برنستن الاميركية ، فحاضر فيها في موضوع (التيارات الكهربائية في الغازات) وكان في أثناء ذلك كله ينشيء نظرية جديدة – لم يحلّها منزلة الاعتقاد ، لأن النظرية عنده انما كانت خطةً للعمل ودليلاً هاديًا للبحث

* * *

كان بحث فراداي في « الحلّ الكهربائي » قد حمله على الاشتباه في وجود ذرّات من الكهربائية . وكان « هلمهلتز » قد تجرَّأ سنة ١٨٨١ وصرّح أمام الجمعية الملكية « بأن الكهربائية مجزّأة إلى قطع أولية ، تتصرف كأنها ذرات كهربائية » وفي تلك السنة نفسها ، كان طمسن – وهو في الخامسة والعشرين ، قد وزن كتلة كريّة ، من لبِّ عود ، قبل كهربتها وبعدها ، ليعلم هل

للكهربائية وزنٌ . ثم امتحن شحنة كهربائية متحركة ، فوصل الى النتيجة الآتية : ان للشحنة الكهربائية ، قصوراً ذاتيًّا وهذه صفة من صفات المادة

وعاد طمسن الى كمبردج من اميركا ، ووالى مباحثه . ثم في مساء ٣٠ ابريل سنة ١٨٩٧ اعلن امام الجمعية الملكية النتيجة الفاصلة بين عهدين ، في تاريخ الطبيعة الحديث اذ قال : ان اشعة المهبط هي دقائق من الكهربائية السالبة . فانكر بذلك ان الذرة هي نهاية ما تتجزأ اليه المادة . وقد كانت الذرة ، منذ أثبت دلتن وجودها سنة ١٨٠٠ تحسب الدقيقة الأساسية التي تبنى منها المادة ، بل كل اشكال المادة في الكون . ولكن ها هوذا طمسن يفسد هذا الاعتقاد . وكان روبرت بويل ،الكيميائي البريطاني العظيم قد قال بأن العناصر هي «حدود التحليل الكيميائي» « وأن حلّها بطريقة نعرفها متعذر » ثم أضاف الى ذلك « ولكن قد توجد طريقة تبلغ من القوة والحيلة ، ما يمكننا من حلها الى دقائق أصغر وأبسط منها » . ولا ريب في ان بويل لم يتصوّر قط ، علم الطبيعة الجديد ولا علم الكيمياء الجديد . ولكن طمسن تصورهما ، وكان من بُنانهما . فانه كان شديد الثقة ببساطة الطبيعة ، فقال لا بدّ أن يوجد شيء أبسط من ٩٢ ذرة مختلفة من ذرات المادة ، مميزة احداها عن الأخرى – وهذا الشيء – الذي تتألف منه أشعة المهبط دعاه – الالكترون (الكهرب)

هذه الالكترونات، كانت قبل انطلاقها جزءا من الذرات التي انطلقت منها،وهي متشابهة مهما تختلف المصادر التي تنطلق منها . وهي ذرات من الكهربائية السالبة ، ولها وزن ، وهي تنطلق بسرعة ١٦٠ الف ميل في الثانية ، وكل عنصر من العناصر الاثنين والتسعين مبنيٌّ منها

هذا ملخّص الحقائق التي أعلنها طمسن للعالم . فهل يصدقه العلماء الذين يحترمون نفوسهم؟ لم يكن طمسن مشعوذاً ، بل كان غرضه الحقيقة ، كما كانت غرض المرتابين المترددين . لذلك آلى على نفسه ، أن يثبت صحة وجود الالكترون ، بوزن كتلته . لا نعرف رجلاً أخذ على عاتقه عملاً أصعب من هذا العمل ! ولا يُعلم عن رجل، غير متصف بلباقة طمسن وألمعيته وخياله كان يستطيع أن يصيب النجاح

* * *

قلنا ان هذه الأشعة المنطلقة في انبوب من انابيب كروكس ، تنحرف اذا ادنيت قطعة مغنطيس الى الانبوب ، فقاس طمسن مدى هذا الانحراف ، وقوة المغناطيس ، وفي تيه من

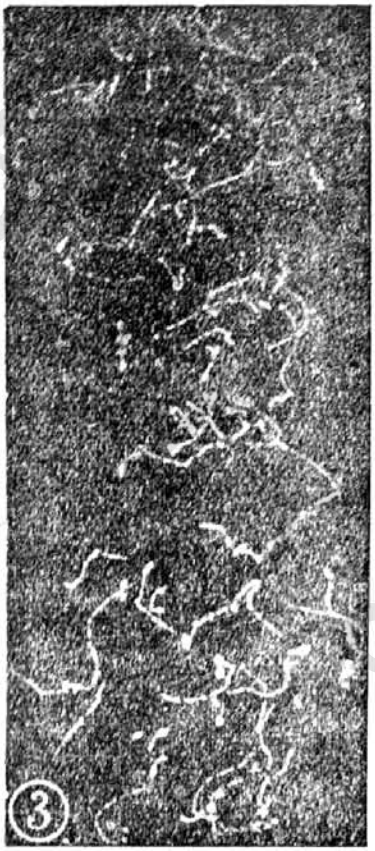
الارقام ،والمعادلات ،والاحصاءات ، وصل الى رقم قال انه النسبة الثابتة بين الشحنة الكهربائية على الالكترون وكتلته . ثم قال ان وزن الالكترون أقلّ نحو الفي ضعف من وزن ذرة الايدروجين وهو أخف العناصر على ما نعلم

على أن العالم لم يصدق ، رغم العجائب العلمية التي توالت في مختتم القرن التاسع عشر ، وظلّ الريب ، في نفوسهم ، يحيط بنتائج طمسن ، وحتى طمسن نفسه لم يكن مقتنعاً كل الاقتناع بدقة النتائج التي وصل اليها

فدعا اليه تلاميذه ، وتحدث اليهم في موضوع الالكترون ، ثم التفت الى أحدهم وكان يدعى ولسن (C. T. R.) وقال له ، بطريقته التي تثير في نفس الطالب نزعة التسامي والتفاني : هل تستطيع أن تصوّر الالكترون ؟ فلم يبق أمام التلميذ إلاّ أن يحاول . وكان الفتى ولسن قد جاء من كلية أون — التي جاء منها طمسن نفسه — وكان طمسن قد لاحظه وهو يجرب تجاربه ، بآلة استنبطها لاحصاء دقائق الهباء والغبار . فان ولسن كان قد لاحظ ان دقائق الغبار تتصرف كأنها نوى يتكثف عليها البخار في أحوال معينة — إذ يبرد الهواء فجأة بالتمدد . فدقائق الغبار أصغر من أن تصور ، ولكن اذا تكثف البخار المائي عليها أصبح تصويرها ممكناً . وكذلك استنبط آلته الدقيقة لاحصاء ذرات الغبار ، في قدر معين من الهواء

فهل يستطيع ، محصي دقائق الغبار ، أن يلقي اليد على الالكترون ولو لحظة عابرة لكي يصوره ؟ انه عمل أشبه شيء بالاعجاز ، ولكن ليس ثمة محال على تلميذ « الاستاذ » . وبدأ ولسن يشتغل ببناء آلته لتصوير الألكترون ، وانقضت شهور تليها شهور . واكتشف الاستاذ كوري وزوجته الراديوم ، وتلت مدام كوري رسالتها الخالدة في الاشعاع ، وسافر طمسن ثانية الى اميركا ، للمحاضرة في جامعة جونز هبكنز ، وعاد منها تثقله الألقاب العلمية ، وولسن مكبٌّ على عمله الدقيق . وفي سنة ١٩١١ — أي بعد انقضاء نحو ١٤ سنة — أتمّه . انها آلة دقيقة غاية في الدقة ، فاللوح الفوتغرافي في اطار خشبي خفيف جداً ومعلق بخيط من الحرير فوق المدخل الخاص بها ، الى صندوق من المعدن الخفيف . فاذا بدأت الالكترونات ، تنطلق انزل اللوح الى مكانه ، بواسطة جهاز خاص . ووضع كل هذا في صندوق زجاجي ، وافرغ منه الهواء . انها آية من آيات الصناعة ودقتها . فهل تصلح لما صنعت له ؟

ان الصورة التي الى جانب هذا الكلام هي الدليل الذي لا يمارى فيه ، على صحة وجود الالكترون



صورة فوتوغرافية تمثل آثار الكهارب بحسب طريقة ولسن

في اثناء ذلك كان في المختبر العلمي، في جامعة شيكاغو شاب اميركي - روبرت اندرو ملكن - توفر في حداثته على درس الأدب اليوناني ، ثم علّم الطبيعة ، ليكسب منها ما يمكنه من تكملة دروسه، فافتتن بها . وكان قد قرأ بعناية انباء التجارب العلمية ، التي أجراها طمسن وتلاميذه ، وأكبَّ على بناء آلة جديدة

كانت هذه الآلة مؤلفة من لوحتين من النحاس ، احداهما فوق الأخرى والمسافة بينهما نحو ثلث بوصة . وفي وسط اللوحة العليا، نقر ملكن نقرةً قطرها قطر ابرة وأضاء الفضاء بين اللوحتين ، بمصباح كهربائي قوي ، ثم وصل اللوحتين بسلكين ممتدين ، من بطرية كهربائية ، ضغطها نحو عشرة آلاف فولط . ثم أخذ رشّاشة عادية - كرشاشة ماء الكولونيا - ورش بها فوق اللوحة العليا قطرات دقيقة من الزيت ، لا يزيد قطر الواحدة منها $\frac{1}{10000}$ من البوصة، وكان ملكن واثقاً بأنه لا بدّ لقطرة من هذه القطرات الكثيرة أن تصل الى النقرة التي في اللوحة العليا ، فتمر منها الى الفضاء الكائن بين اللوحتين . فكان يجلس ساعات متوالية يراقب هذا الفضاء بعين المرقب ، حتى يرى ، هل دخلت هذه القطرة كما كان ينتظر ؟ وإذا به فجأة يرى قطرة لامعة هابطة ، من فوق الى تحت ، كأنها نيزك هاوٍ ببطء . فأعاد التجربة مراراً ليتأكد من اتساق حركتها . فانها كانت تستغرق نصف دقيقة في هبوطها من اللوحة العليا إلى السفلى ، ولو عكس استقطاب اللوحتين الكهربائي

هنا عمد ملكن الى أمر عجيب . قال سوف أحاول أن أجرّد الكترونًا ، من هذه القطرة الزيتية ، وذلك باستعمال الراديوم . فحمل أنبوبًا يحتوي على الراديوم،ووجّهه حتى تقع أشعته على قطرة الزيت فتصدمها ، وتقذف أحد الكتروناتها . فلما فعل ذلك ، لاحظ أمراً أعجب . ذلك

أن القطرة الزيتية الهابطة ، أبطأت سرعة هبوطها ، فلم يلبث حينئذٍ أن القطرة غير متعادلة الكهربائية ، وانها خسرت بعض الكتروناتها فأصبحت كهربائيتها ، موجبة . ومن ملاحظة ما أصاب سرعتها من النقص ، تمكن من إحصاء الكهارب التي قذفت منها بفعل الراديوم . فقد لاحظ مثلاً أن سرعة القطرة لا تكون إلا مضاعف سرعة معينة أو ثلاثة أو أربعة أضعافها ، وحينئذٍ قرّر أن أقل قدر ، تبطىء به سرعة القطرة ، ناشىء عن فقد الكترون واحد من الكتروناتها

ولم يبقَ على ملكن بعد ذلك ، إلا أن يعيد التجربة مئات المرات ، ويتقن وسائلها ، ويدقق في مشاهدته ونتائجه — فخرج منها كلها بنتيجة أن وزن الألكترون $\frac{١}{١٨٥٠}$ من ذرّة الايدروجين وهي نتيجة تتفق مع نتيجة طمسن النظرية إذ قال إنه نحو $\frac{١}{٢٠٠٠}$

فلما سمع طمسن بهذا البحث العلمي العجيب في دقته ، لم يستغرب انه استغرق ثلاث سنوات كاملة . وليس من الغريب أن يبقى الألكترون طول هذه المدة مختفياً عن الناس . فان أصغر دقيقة مادية ، نستطيع رؤيتها ، تحتوي على نحو عشرة آلاف مليون جزيء ، والجزيء مؤلف من عدّة ذرات ، وأخف ذرّة تفوق الألكترون ١٨٥٠ ضعفاً في كتلتها !

ما معنى كل هذه التجارب ، وما النتائج التي نخلص اليها منها ؟ أنها تعني أمراً واحداً ، وهو أن المادة والطاقة الكهربائية شيء واحد . فالألكترون — وهو دقيقة من الكهربائية السالبة — يدخل في بناء كل ذرة . ولكنه جزء فقط من الذرة ، فما الجزء الآخر ؟

* * *

لنرجع إلى معمل كافندش بجامعة كمبردج . إذ كان فيه بين معاوني طمسن ، طائفة من أكبر علماء الطبيعة المعاصرين . كان عددهم قليلا لضيق النطاق في المعمل . ولكن طمسن لم يلبث أن فتح أبوابه للطلاب المختارين ، لأنه كان يعلم أن لا بدّ من فتح ميادين جديدة في علم الطبيعة ، ولا منـدوحة في ذلك عن « دمٍ جديد » . ففي يوم واحدٍ من شهر اكتوبر سنة ١٨٩٤ جاءه اثنان — أحدهما رذرفورد من زيلندا الجديدة

كان أرنست رذرفورد قد قطع الشقة الطويلة بين زيلندة الجديدة ، وكمبردج ، لأنه كان

قد سمع في بلاده باسم هـذا المعمل الذي يرف روح العلم في جوه . واليه كان النوابغ من الطلاب في جميع أنحاء العالم يحدون المسير ، للكفاح في ميدان النفوذ الى أسرار الطبيعة . هنالك كان يجتمع أبناء الأسر الكريمة ، والقصور الفخمة ، يتنافسون مع أبناء الفلاحين ، في سبيل تلك الغاية المجيدة . هنالك كنتَ تستنشق مع الهواء نفساً معطراً باجلال العلم المجرد

كان رذرفورد قد نال أعلى جوائز الرياضة ، والعلم ، في الكلية التي تخرج منها ، فتمكن من الحصول على جائزة فتحت أمامه باب التخصص في انكلترا . فلما لمح كلية ترنتي — نفز قلبه فرحاً — في هذا الهيكل قدسُ نيوتن ، ومكسول ، ! وإذ وقف أمام النوافذ الزجاجية الملونة آلى على نفسه أن يكون جديراً بهما .

وفي الحال اتصلت شعلة « السيد » بروح تلميذه الجديد . فقلما كنت تجده لاهياً لاعباً مع الطلاب . بل كان ينفق كل دقيقة من وقته في البحث والامتحان . وظلّ على ذلك أربع سنوات . وفي نهايتها طلب الى طمسن ، أن يختار من تلاميذه رجلاً يشغل منصب أستاذ « الطبيعة » في جامعة « مانجل » الكندية . ولو أنه أغمض عينيه ، واختار أياً تقع عليه يده لكان أصاب . لأنهم كانوا جميعاً جديرين بذلك . ولكن أرنست رذرفورد كان في نظره اللؤلؤة البهية ، في ذلك العقد النظيم . كان قد راقبه في المعمل ، ابقاً المعياً . لا يني ، يجرب التجارب ، فكأن له أصابع العازف وخيال الشاعر . وكان طمسن يكره أن يبعده عنه ، ولكنه كان عارفاً أن المجال في « مانجل » ينفسح أمام رذرفورد فيأتي بالعجائب

وقبل أن يبرح رذرفورد جامعة كمبردج ، كان قد اشترك في المباحث ، التي دارت فيها حول مكتشفات رنتجن ، وبكرل ، ومدام كوري . هذا ، ميدان بكر ، حافل بالممكنات العظيمة فاختاره ميداناً لبحثه . وبدأ بعنصري الاورانيوم والثوريوم . فلم تنقض عليه سنة واحدة حتى لاحظ في عنصر الثوريوم ظاهرة غريبة . ذلك أنه لاحظ أن هذا العنصر يطلق قدراً ضئيلا جداً من غاز قويّ الاشعاع . فأجرى التجارب الدقيقة اللازمة لتقرير طبيعة هذا الغاز ، فدهش إذ رأى أنه مادة لم تكن معروفة من قبل فدعاه انبعاثاً Emanation

وسار التلميذ رذرفورد في أثر أستاذه طمسن ، فأحاط نفسه بطائفة من نوابغ الطلاب ، وكان أحدهم من خريجي اكسفرد يدعى فردرك صدي ، فأشركه في البحث . وفي سنة ١٩٠٢ نشر رذرفورد ، وصدي ، مقالاً في المجلة الفلسفية بسطا فيه رأياً جديداً في ظاهرة الاشعاع

قالا أن ذرات العناصر المشعة ليست ذرات مستقرة . بل هي دائمًا في سبيل التحول والانحلال . وفي أثناء هذا التحول والانحلال ، تطلق دقائق موجبة الكهربائية ، دعاها رذرفورد « اشعة الفا » . وان ذرات الراديوم ، تجري على ذلك بقوة داخلية ، لا سيطرة للانسان عليها — اسراعًا وابطاء — مهما ارتفعت درجات الحرارة ، أو انخفضت درجات البرد ، أو قويت درجات الضغط

واذ كان رذرفورد في حاجة الى آلة تمكنه من متابعة مباحثه الاخّاذة ، استنبط كروكس آلة بسيطة (١٩٠٣) كأنها لعبة من لعب الأطفال . كانت آلة كروكس انبوبًا من المعدن ، في أحد طرفيه عدسة ، وفي الطرف الآخر ستار متألق ينشاء ملح كبريتور الزنك ، وامام الستار حبة دقيقة من ملح الراديوم ، لا تزيد على رأس دبوس

فكان رذرفورد ، يريح عينيه في غرفة معتمة ، نحو ربع ساعة ، ثم ينظر في عدسة هذه الآلة ، فيرى وميضًا من النور ، وكانت كل ومضة دليلاً حسيًّا على انطلاق دقيقة من دقائق الفا ، من ذرة الراديوم . وهي كذلك رسول ينبيء بانحلال عالمٍ كائن في الذرة . فأحصى عدد الومضات في الثانية ، وكان يعرف وزن الراديوم في تلك الحبة الضئيلة ، ومنها استنتج رذرفورد سرعة انحلال الراديوم فوجد ان الراديوم يفقد نصف قوته بعد ١٦٠٠ سنة . فعل بطيء ولكن لا ريب فيه ! وكان صدي قد عاد إلى أوربا فأجرى تجارب على مثال تجارب استاذه فجاءت نتائجه مؤيدة لها

ثم ظهر أن هذا الانحلال بانطلاق دقائق « الفا » حادث في عنصر الاورانيوم ، ولكنه ابطأ جدًّا فيه ، منه في عنصر الراديوم . فغرام من الراديوم يفقد نصف قوته في ١٦٠٠ سنة ولكن غرامًا من الاورانيوم ، لا يفقد نصف قوته ، إلاّ بعد ستة آلاف مليون سنة . حقائق تبعث على الدهشة ، ونظرية جريئة ، وكل ذلك من شاب لم يكد يعدو الثلاثين وفتىً لا يزال في الخامسة والعشرين ! ان بناء الكيمياء القائم على استقرار الذرات أصبح بعد هذه المقالة كأنه على رمل متزجزج او جرف هار !

* * *

تقدم معنا ، ان طمسن اكتشف ان الاشعة السالبة المنطلقة من المادة في انبوب كروكس

هي دقائق من الكهربائية السالبة – دعاها الألكترونات . وهنا سأل رذرفورد نفسه ، وماعسى هذه الدقائق الموجبة أن تكون ؟ ولماذا تنطلق من كل العناصر المشعة ؟ كان يعلم ان دقائق الفا تنطلق في سرعة عظيمة ، تمكنها من خرق ورقة رقيقة ، بل تمكنها من أن تخترق لوحاً رقيقاً من الزجاج . فعزم رذرفورد ، أن يلقي القبض عليها و يفحصها بمطيافه الدقيق

ليس بالعمل اليسير أن تصنع الآلة اللازمة لذلك . فقضى رذرفورد زمناً يبني الأنابيب التي ظنها تفي بحاجته ويحطمها . وأخيراً وفق الى صنع انبوب داخل أنبوب . فملأ الأنبوب الداخلي « بانبعاث » راديومي ، ثم ختمه ثم وضعه في الانبوب الآخر ، وفرغ ما بينهما من الهواء وختم الثاني وهو يعلم أن لا شيء يستطيع أن يخترق جدران الأنبوب الداخلي الاّ دقائق الفا . ولكنه لشدة دهشته وجد حين امتحن ما تسرّب من الانبوب الداخلي الى الأنبوب الخارجي ، ان الدقائق التي فيه هي ذرات عنصر الهليوم . فأعاد التجربة مراراً حتى تثبّت من صحتها . ثم أعلن اكتشافه هذا قائلاً ، ان دقائق الفا ، المنطلقة من العناصر المشعة في أثناء انحلالها ، انما هي ذرات مكهربة ، كهربة موجبة ، من عنصر الهليوم . حقيقة غريبة ! ولكن الناس صدقوا – لأنهم تعلموا أن يصدّقوه

* * *

ثم نشبت الحرب الكبرى وتحوّل البحث الطبيعي المجرّد ، إلى بحث علمي ، عملي ، يرتبط بوسائل الكفاح ، وانصرف اليه طمسن ورذرفورد وتلاميذهما . ولما وضعت الحرب أوزارها واستقال طمسن ، من منصبه في جامعة كمبردج عُيّن رذرفورد مكانه ، عميداً لكلية ترنتي ، ومديراً لمعمل كافندش

على ان الحرب لم تصرف رذرفورد عن التفكير في طبيعة بناء الذرّة . فاستاذه طمسن كان قد كشف عن الجزء السالب فيها ، فقال هو لابدّ ان يكون في كل ذرة جانب موجب ، يعدل الجانب السالب . فخالفه في ذلك بعض علماء العصر ، وأشهرهم ارهينيوس الاسوجي . فعزم رذرفورد أن يحاول اثبات وجود جانب موجب الكهربائية في الذرة . . . وهنا كان لخيال رذرفورد المبدع ، أكبر أثر في رسم الطريق

قال اذا شئت أن تفتتح معقل الذرة ، فعليك أن تستعمل مقذوفات تدخله . ولكن هذه

المقذوفات يجب أن تكون على جانب عظيم من القوة لتزيق اوصاله . ان اقوى أنواع القنابل ضعيفة هزيلة ، ازاء المقذوفات التي كان عليه أن يطلقها . وكان رذرفورد ، يعرف كل شيء عن دقائق الفا . والقوة العظيمة المدخرة فيها . فان سرعتها في انطلاقها ، تمثل ضغط سبعة ملايين فولط ! وهي تنطلق من الراديوم بسرعة ١٢ الف ميل في الثانية — سرعة لو سرنا بها الى الشمس لوصلناها في نحو ساعتين — ! قال رذرفورد هذه هي مقذوفاتي المنشودة . فلأطلقنها على غاز النتروجين

وفي يونيو سنة ١٩١٩ استعمل رذرفورد مصوّرة ولسن لتصوير مسارات دقائق الفا ، التي أطلقها على غاز النتروجين . قال في نفسه ان الكترونات ذرات النتروجين ، لا تؤثر في مسير هذه الدقائق لأنها - أي الدقائق - أكبر حجماً ، وهي مندفعة بزخم momentum عظيم . « فالالكترون لا يؤثر فيها أكثر من تأثير ذبابة في رصاصة بندقية » . وكان ينتظر أن يرى مسالك دقائق الفا خطوطاً مستقيمة . ولكنه لدى تظهير اللوح الفوتغرافي وتثبيته وجد واحدة منها قد انحرفت . فكأنها اصطدمت بكتلة أضخم منها وأثبت ، فارتدّت أو حادت عن مسارها المستقيم . فاذا في داخل الذرة كتلة صلبة تحرف هذه القذيفة المنطلقة بقوة تفوق ٤٠٠ ضعف قوة رصاصة بندقية

فما هي تلك الكتلة في قلب ذرة النتروجين ؟ هنا فحص رذرفورد ، الغازات بعد الاصطدام فعثر على ذرات ايدروجين لم تكن من قبل . فذهب الى أن الكتلة في قلب عنصر النتروجين هي كتلة من ذرات ايدروجين مكهربة كهربة موجبة . وكان متأكداً من انه لا توجد طريقة أخرى لتعليل وجود ذرات الايدروجين . ومضى بمساعدة — شدوك - في اطلاق دقائق الفا على ذرات عناصر اخرى — كالصوديوم ، والالومنيوم ، والفصفور — وفي كل مرة كانا يجدان ذرات الايدروجين ، قد انطلقت من نواة الذرة ، التي سدّدا عليها دقائق الفا . ولم يبق امام رذرفورد إلاّ حكم واحد وهو ان ذرة الايدروجين الموجبة ، يجب أن تكون في نوى كل ذرات العناصر

اذن صار عندنا ما يقابل الالكترون . فهو الكمية الكهربائية السالبة — ونواة الايدروجين الموجبة ، هي الكمية الكهربائية الموجبة . فهي تنجذب بفعل المغناطيس ، وتتبع كل النواميس المقررة للالكترون . وانما الفرق بين الاثنين كان فرقاً في الكتلة — فالالكترون جزء من نحو الفي

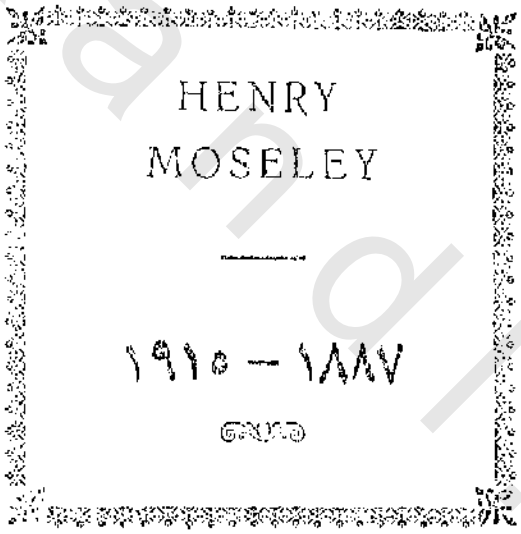
جزء من الدقيقة الموجبة . وفي الاجتماع الذي عقده مجمع تقدم العلوم البريطاني في صيف ١٩٢٠ — أي بعد انقضاء ٢٣ سنة على اكتشاف الالكترون — أعلن رذرفورد اكتشافه قسيم الالكترون في بناء الذرة ، ودعاه « البروتون »

* * *

للكلام على العلاّمة رذرفورد فصلٌ خاصٌّ به ، لذلك نقف عند هذا الحدّ لأن مباحثه الى أن اكتشف البروتون كانت نتيجة مباشرة لاتصاله باستاذه طمسن ، واقتفاء أثره . فطمسن هو باعث الروح الحيّ في معمل كافندش بجامعة كمبردج . واذا أراد الكاتب أن يوزع الفخر على المجامع ، والجامعات ، ومعامل البحث ، في ترقية علم الطبيعة الحديث ، من ناحية البحث في الذرّة ، كان لمعمل كافندش هذا النصيب الأوفر . ان اسماء علمائه عقد فريد حبّاته ولسن وشدوك . و بلاكت ، واوكياليني ، وولطن ، وكوكروفت ، وغيرهم وفريدتاه طمسن ، ورذرفورد.

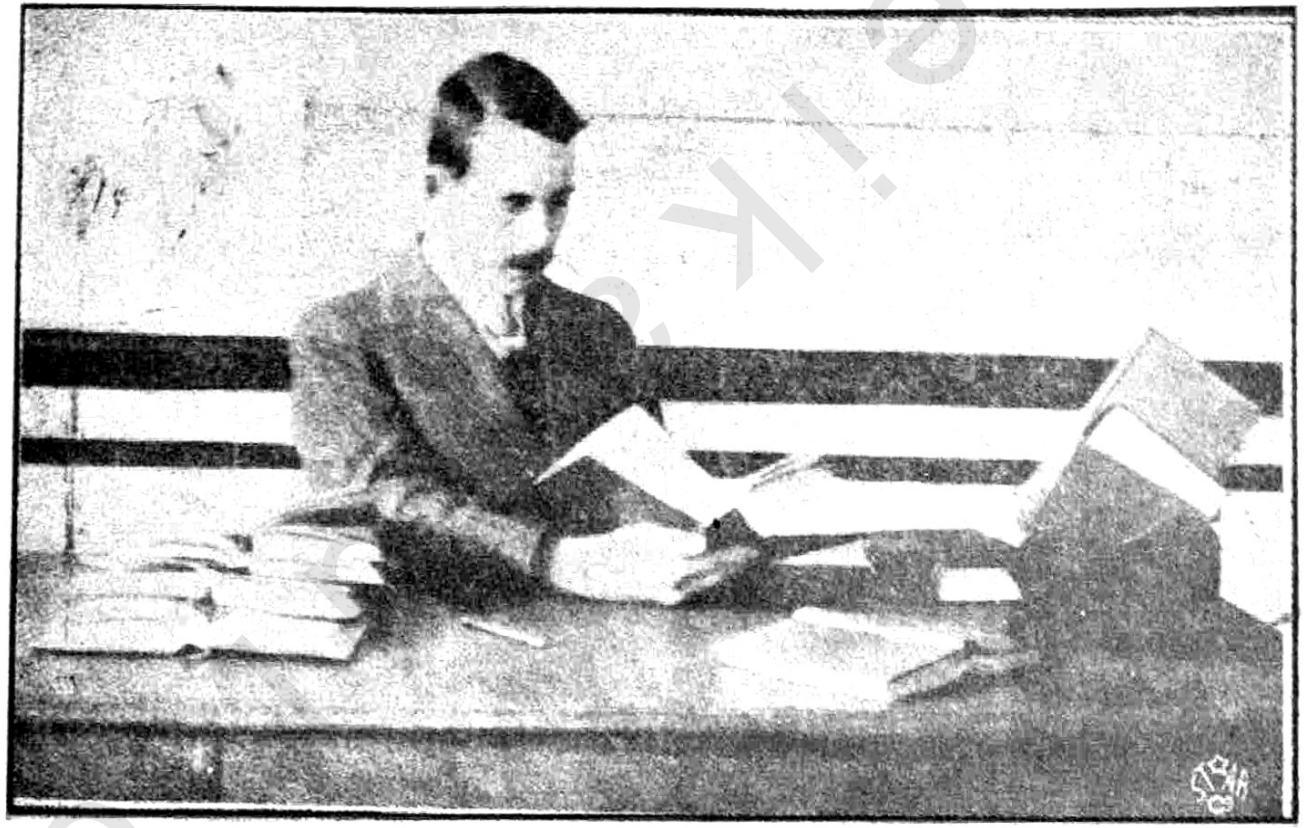
موزلي

من نصيب بعض الناس أن يقوموا في حداثتهم بعمل خطير ثم ينحصر غصن حياتهم الرطب ، في كارثة من الكوارث . هـذه هي سيرة موزلي الذي بلغ مدى حياته العلمية أربع سنوات فقط، أخرج في أثنائها ما أدهش الثقاة . وقبل أن يذيع اسمه وتدرك قيمة مباحثه حق الادراك واراه التراب شهيد وطنيته



في صيف ١٩١٤ لما كانت مدرسة العلماء البريطانيين معنية بالبحث عن أسرار العناصر دخل أحد تلاميذ الاستاذ تونزند بأكسفرد عليه ليودعه . كان هذا الفتى مسافراً الى استراليا لحضور مؤتمر المجمع البريطاني لتقدم العلوم . وكانت تصحبه أمه، وهي الآن زوجة الدكتور صلس استاذ الجولوجيا باكسفرد . وصل الى استراليا يوم ذاع نبأ اعلان الحرب بين انكلترا والمانيا . وكان الفتى يود لو أتيح له الانضمام في الحال الى الجيش البريطاني. ولكن المواعيد السابقة التي كان مرتبطاً بها حالت دون ذلك فاشترك في سدني، وملبورن، في اجتماعات العلماء ، وقرأ في أحدها — برآسة رذرفورد — رسالته في « طيفية العناصر » . وهرع بعد نهاية المؤتمر عائداً الى وطنه ، لينتظم في الجيش . فعرض عليه أن يشتغل في أحد معامل البحث التابعة للحكومة فرفض مؤثراً الخدمة في الميدان . وفي تلك الايام العصيبة لم يدرك رجال الجيش انهم بقبولهم طلبه يعرضون للهلاك عقلاً من أعظم العقول العلمية التي أنجبتها انكلترا — بل العالم — في العصور الحديثة . فألحق بفرقة المهندسين الملكيين وفي ١٣ يونيو سنة ١٩١٥ ارسل مع الجيش الذاهب الى غليبولي

كان الفتى صريحاً شجاعاً متواضعاً فكان محبوباً من رؤسائه واخوانه في الخنادق والمضارب . وكان يبعث الى امه من ساحة الوغى برسائل ملؤها البشر والايناس. ضارباً فيها صفحاً عن مصاعب الحرب ومخاطرها في ساحة الدردنيل . بل على الضد من ذلك



موزلی

رذرفورد

كان يملأ رسائله بمشاهداته الطبيعية في تلك البلاد الغريبة التي تعلوها غمامة الحرب القاتمة . لانه كان كأبيه يحب الطبيعة ، ويجد في مشاهد أزهارها ، وأطيارها ، لذة لا توصف . ومضت الحال على ذلك مدة شهرين . ثم انقطعت رسائله . وتلا ذلك ، النبأ المؤلم في رسالة من أحد إخوانه الضباط قال : — أكتفي بأن أقول أن ابنك يا سيدتي مات موت الأبطال — ملازماً موقعه الى النهاية . أصيب برصاصة في رأسه فمات في الحال . وبفقده فقدت الفرقة ضابط اشارات ممتازاً ، وصديقاً لا يعوض ، كان عمله في نظره مقدماً على كل شيء آخر ، ولم يسمح قط لأدق التفصيلات بالمرور قبل عينيه من غير أن يوليها كل عنايته »

قلما أدرك ذلك الضابط هول المأساة التي أصيب بها العلم ، إذ نعى هنري موزلي الساقط في ١٠ أغسطس ١٩١٥ على مقربة من خليج سوفله ، وهو يخاطب فرقته بالتلفون ، ولكن طائفة العلماء أدركت ذلك فقال ملكن فيه : « . . . . . بحث علمي قليل النظير سوف يتاح له الخلود في تاريخ العلم الحديث ، لما اتصف به من ألمعية ، في التصوير ، وبراعة في التنفيذ ، والامتحان وخطورة في النتائج ، المثيرة لسبل البحث التي أسفر عنها . قام به شاب في السادسة والعشرين ففتح أمامنا النوافذ لنلمح ما هو جار في عالم الذرات بوضوح ووثوق ، لم نحلم بهما من قبل . ولو لم يكن للحرب الأوربية من أثر سوى إطفاء شعلة الحياة في هذا الشاب لكان ذلك كافياً لوصمها بأنها أشنع جريمة اقترفها الناس في التاريخ » . وقد كان موزلي في مماته كما كان في حياته وفياً للعلم ، إذ ثبت أنه أوصى في وصيته التي كتبها في ميدان الحرب بكل أدواته العلمية وماله الخاص للجمعية الملكية ، لتستعملها في توسيع نطاق البحث العلمي

* * *

ولد سنة ١٨٨٧ وكان أبوه هنري تدج موزلي أستاذ تشريح المقابلة بأكسفرد مشهوراً بقوته البدنية ، ومقدرته على تحمل أعباء التعب الجسدي ، والعقلي . فأجهد نفسه كثيراً في البحث وأصيب بتصلب الشرايين ، فمات قبل أن يبلغ ابنه الخامسة من عمره (١٨٩١) فنشأ الفتى بعناية أمه نشأة جديرة ببيت العلم الذي ولد فيه ، فلما كان في الثالثة عشرة من العمر ، تمكن من دخول مدرسة «إيتن» . وكانت حياته في المدرسة حياة فتى انكليزي سليم العقل والجسم . ولكن ميله إلى العلوم الرياضية ظهر وهو في التاسعة ، فلما امتحن ثبت أنه يعرف مبادىء علم الجبر ، مع أنه لم يتعلمه قط . والظاهر أنه كان يجلس في حداثته بعد دروسه الخاصة إذ كانت أخته

الكبريان تتعاملان علم الجبر . فتعلم أصوله من غير أن يدري . وهذا النبوغ في الرياضيات كان ذا أثر كبير في نجاح مباحثه الطبيعية بعدُ

وبعدما قضى خمس سنوات في « إيتن » دخل كلية ترنتي في اكسفورد ، للتوفر على العلوم الطبيعية . ولكنه مع ذلك كان ذا عقل ألمعي ، متعدد النواحي ، لأنه قبل دخول اكسفورد كان قد تفوّق في درس الآداب القديمة . ولم يكن ذلك جديداً فيه ، إذ يظهر أن أسرة أبيه وأمه كانتا مشهورتين بذكاء أفرادها وتفوقهم العقلي . فجدهُ لأبيه كان عالماً رياضياً طبيعياً وفلكياً مشهوراً وجدُّه لأمه كان متفوقاً في علم البحار وخصوصاً الأصداف والمحار من حيواناتها وأخته الكبرى تفوقت في اكسفورد في علوم الأحياء . فبحثت بحثاً خاصاً في الخياشيم الأثرية في أحد الأسماك . وقبيل تخرج موزلي من اكسفورد كان قد صمم أن يقف حياته على البحث العلمي . فزار الأستاذ رذرفورد في جامعة منشستر قبل تخرجه من اكسفورد فوجد في هذا المعلم الذافذ البصر مثلاً مجسما نادراً للباحث العلمي المطبوع . واقترح عليه رذرفورد أن ينضمّ اليه للبحث في ظاهرات الاشعاع ، فطار موزلي فرحاً وعاد الى بيته ومسألة البحث العلمي تحت اشراف رذفورد تستهويه من بعيد . فلما تخرّج من اكسفورد بعد سنة ، لم يلبث بعد أن حضر احتفال الجامعة وتسلم شهادته منها حتى حزم أمتعته وتوجه الى معمل رذرفورد في منشستر فوجد في مباحثه من اللذة المستهوية ما حمله على اعتزال منصب المحاضر الذي عرض عليه في جامعة اكسفورد ، لكي ينفق كل دقيقة من وقته في تجاربه

***

كان من حظ موزلي أن تمرّن على البحث العلمي تحت اشراف باحث ألمعي — الأستاذ أرنست رذرفورد . فلما جاء اليه من جامعة اكسفورد بيّن له هذا نوع البحث ، الذي يجب أن ينصرف اليه أولاً وهو إحصاء عدد الكهارب التي تنطلق من ذرّات الراديوم في أثناء انحلاله فكان عند حسن ظن معلمه به . وفي اجتماع الجمعية الملكية الذي عقد في السنة التالية أعلن أن كل ذرة من الراديوم تطلق ما متوسطه كهرباً واحداً قبل انحلالها وكان السر وليم كروكس الكيميائي العظيم جالساً في كرسي الرآسة فأصغى الى المحاضر الفتى مشدوهاً ، ولما ختم كلامه هنأه الرئيس ببراعته في توضيح موضوع عويص كهذا الموضوع

ثم عرض لمسألة علمية دقيقة وهي تعيين مدى الحياة لأحد منبعثات عنصر الاكتينيوم وهو

من العناصر المشعة ، ومدى حياة المنبعثات منه قصير جداً . فاقتضى البحث استنباط أدوات دقيقة حساسة جداً لقياسه . ففاز بحل المسألة مع الأستاذ فايانس Fajans البولوني أستاذ الكيمياء الآن في جامعة مونيخ بالمانيا . اذ أثبتا أن متوسط مدى الحياة لذلك المنبعث الإكتينيومي الخاص ، انما هو جزء من خمسمائة جزء من الثانية !

وفي السنة التالية أقبل على مسألة أخرى دقيقة ، إذ حاول أن يعرف هل ثمة حدٌّ ما ، لقوة الشحنة الكهربائية في جسم معزول محتو على الراديوم . ذلك ان الراديوم يمضي في اطلاق كهاربه — وهي ذرات الكهربائية السالبة — فتزداد بذلك شحنة كهربته الموجبة . فهل ثمة حدٌّ لقوة هذه الشحنة الموجبة ؟ فثبت لموزلي أن الراديوم بفقده المتوالي لطائفة من الكهارب يصبح ضغطه الكهربائي — أي الفرق بين قوة الشحنة الموجبة وقوة الشحنة السالبة — مائة الف فولط . وان هذا الضغط يمضي في ازدياد حتى يتوقف انبعاث الكهارب منه

وفي خلال ذلك وصل الى دوائر البحث الطبيعي نبأ فوز جديد للعلم . ذلك ان ماكس فون لاوْ الاستاذ في جامعة زوريخ ، كشف عن خاصة جديدة للبلورات لدى تعريضها لأشعة اكس . فاشعة اكس المكونة من أمواج اقصر جداً من أمواج الضوء (هي أقصر منها نحو عشرة آلاف ضعف) تتولد من وقوع كهارب على لوح معدني في انبوب كروكس وانها اذا صوّبت الى بلورات من الملح العادي الصافي تفرقت كأن البلورة لوح محزَّز يستعمل لتفريق اشعة الضوء grating . وقد أقبل «السر وليم براج» وابنه على هذه الطريقة فاستعملاها لمعرفة بناء الذرات ، داخل البلورات ، وذلك بامرار اشعة اكس في شرائح رقيقة جداً من الاملاح وتصويرها لدى خروجها بالفوتغراف . فتتبع موزلي مباحث براج وابنه ثم استنبط طريقة لتصوير اشعة اكس المولّدة بوقوع الكهارب على لوح معدني في أنبوب كروكس ، والمارّة بعدئذٍ في بلورات . هذا هو نواة البحث العلمي العظيم الذي جعل موزلي بمثابة ضارب الرمل في الكيمياء الحديثة وبها كتب اسمه في عدد العلماء الخالدين

ذلك ان رذرفورد قبيل ظهور مباحث «فون لاوْ» كان قد ذهب في بناء نواة الذرة مذهباً جديداً فقال ان معظم كتلة الذرة انما هو في نواتها ، وان هذه النواة مكونة من ذرات عنصر الايدروجين الموجبة (أي نوى الايدروجين) ومعها من الكهارب ما يكفي لجعل الذرة متعادلة تعادلاً كهربائياً ، وكان قد وصل في تجاربه الى قياس شحنة الكهربائية الموجبة في نواة الذرة .

ثم بمساعدة تلميذيه جيجر Geiger ومارزدن Marsden تمكن من حساب عدد الشحنات الموجبة في ذرات الذهب ، وبعض العناصر الأخرى فوجد أن هذا العدد يساوي نصف الوزن الذري تقريبًا . فكلما زاد وزن العنصر الذري زاد عدد الشحنات الموجبة على ذرته

على ذلك بنى رذرفورد نظرية جريئة إذ قال : ان الشحنة الكهربائية في كل عنصر يجب أن تختلف باختلاف وزنه الذري . فهل تتأيد هذه النظرية بالامتحان الدقيق ؟

هذه هي المسألة التي عهد بها الى موزلي – ابرع تلاميذه واكثرهم ألمعيةً . فدعاهُ للتشاور معه على وضع خطة للعمل ، فبحثا في جميع وجوهها بحثًا دقيقًا . وكان موزلي يعرف كما تقدم ان الكهارب الواقعة على لوحة معدنية في أنبوب كروكس، تولد أشعة اكس . وان بركلا Barkla الاستاذ بجامعة لندن كان قد كشف عن طريقة لتعيين طول أمواج أشعة اكس وقوة نفوذها باقامة ألواح من الالومنيوم لامتصاصها . فنال على ذلك جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩١٧ فكان على موزلي بحسب رأي استاذهِ أن يصنع ألواحًا مختلفة من معادن مختلفة ويطلق عليها الكهارب لتوليد أشعة اكس منها . ثم يجري على طريقة باركلا للموازنة بين أشعة اكس التي تولدها العناصر المختلفة ، ومن ذلك يتوصل الى معرفة طبيعة الشحنة الكهربائية في نوى الذرّات

* * *

أدرك موزلي خطورة المسألة من البدء وكثيراً ما تحدَّث الى أمه في موضوعها على قلّة رؤيته لها . لأنه كان يقضي معظم وقته في معمله . واذا كانت العبقرية قدرة الانسان على توجيه العناية الى عمله ، فموزلي عبقريٌّ متفوّق ، اذ لم يندر أن يلقاهُ الطلاَّب المبكّرون خارجًا من عمله في الصباح بعد ما قضى الليل كله فيه منصبًّا على البحث الذي بين يديه . فهو مثل بليغ على رجل يعمل بحماسة دينية ولا يطلب جزاء الاَّ الغبطة الناجمة عن الانصراف كلَّ الانصراف الى العلم

أخذ أنبوبًا من أنابيب كروكس وعلّق فيه أمام القطب السالب لوحًا معدنيًّا . ثم أطلق من هذا القطب تيّاراً من الكهارب فلما وقعت على اللوح تهيج وولّد أشعة اكس الخاصة به . فجمعت هذه الأشعة في شعاعة دقيقة وصوّبت الى بلّورة قائمة أمام مطياف (آلة حلّ النور) فصوّر الطيف الحاصل منها وهكذا استنبط لنفسه طريقة لدرس « أشعة اكس » تفوق طريقة باركلا وذلك بادخال نتائج المباحث التي قام بها فون لاوْ وبراج

فلما فاز في ذلك صنع ألواحاً مختلفة من عناصر معدنية مختلفة مبتدئاً من الالومنيوم ليتمكن من درس اشعة اكس الخاصة التي يولدها كل عنصر منها

وفي الحال بدأت المصاعب تعترض سبيله . ففي كثير من الأحيان كان زجاج الأنبوب يمتص الاشعة السينية (اكس) الموجهة في شعاعة الى البلورة خارجه . فاضطرّ أن يفتح في جانب الأنبوب فتحة خاصة لخروج الاشعة . ولكن كان يلزم أن يغطيها بمادة لا تمتص الاشعة وتقفل الفتحة قفلاً محكماً . لأن الأنبوب يجب أن يكون مفرغاً في داخله . فاتخذ قطعة من غشاء رقيق جدًّا من أمعاء الثور واستعمله لهذا الغرض . ولكن ضغط الهواء من الخارج عليه وفراغ الانبوب من الداخل كانا يمزقان الغشاء فكان موزلي يعيد قفل الفتحة بقطعة أخرى منه وبعيد تفريغ الأنبوب من الداخل ويبدأ تجاربه من جديد — عملٌ ممِلٌّ يثير الأعصاب ولا يقوى عليه الاَّ شغوف بالبحث . ولما ظنّ أنه قد تغلّب على كل المصاعب ، وجد أن لابدّ من وضع جميع الأدوات التي يستعملها في تجربته في اناء مفرغ منعاً لامتصاص أشعة اكس . فقام بما هو مشهور عنه ، من الهمة والذكاء بهذا العمل المعقّد

وقضى ستة أشهر لا يعرف للراحة معنى ، فتمكن في خلالها من درس ٣٨ عنصراً بهذه الطريقة — من الالومنيوم الى الذهب — فوجد أن كل عنصر يولّد أشعة سينية مختلفة في طول أمواجها عن الأشعة التي يولدها عنصر آخر . ووجد انه كلما زاد وزن العنصر الذري قصرت موجة الأشعة السينية التي يولدها ، وزادت قوة نفوذها للأجسام . ورتب نتائج مباحثه في رسوم بيانيه فوضع للعناصر أرقاماً تقابل مكانها في جدول مندليف الدوري ، ووضع أمام كل رقم منها مقلوب الجذر المكعب ، لأطوال الأشعة السينية الخاصة بكل عنصر تقابله ، فثبت له انه اذا رتبت العناصر بحسب طول الأمواج في الأشعة السينية الخاصة بها ، صار في الامكان تعيين العدد الخاص لكل عنصر منها ، لأن هذا العدد يكون كالجذر التالي من طول الأمواج بالقلب وهو دائماً عدد صحيح . واطلق على هذه الأعداد اسم « الأعداد الذرّية » وهي من ١ الى ٩٢

بعد ذلك عاد موزلي الى اكسفورد ليسكن مع والدته : فاعدّ له الاستاذ تونزند غرفة خاصة للبحث في معمله الطبيعي حيث تمكن من العمل في هدوء واستقلال . هنا أتمّ بحثه الخطير إذ قال لنفسه : — ما هو المعنى الذي تدل عليه هذه الارقام وهذه البيانات ؟ فسمع الطبيعة تهمس في اذنيه : — ان في الذرّة « كمية » أساسية تزداد ازدياداً مطرداً منتظماً كلما انتقلنا من

عنصر الى العنصر الذي فوقه ! وان هذه « الكمية » لا بدّ أن تكون الشحنة الكهربائية الموجبة على نواة الذرّة

* * *

وفي سنة ١٩١٣ لما كان موزلي في السادسة والعشرين من عمره اذاع نتائج بحثه ملخصاً إياها ، في ما دعاه « ناموس الأعداد الذرّية » وهيّأ للعناصر جدولاً جديداً أقرب الى طبيعة العناصر الأساسية من جدول مندليف ونفح العالم بخريطة لعناصر الكون ، مبنية على الأعداد الذرّية الأساسية ، لا على الأوزان الذرّية . كان جدول مندليف قد خدم العلماء خمسين سنة وها هو ذا شاب ألمعي يبني خريطة جديدة لتكون مفتاحاً جديداً للعلم

فالايدروجين في جدوله كان العنصر الأول وعدده (١) والأورانيوم العنصر الأخير وعدده (٩٢) . وليس وراء الأورانيوم عنصر آخر . هذه هي المرة الأولى التي تجرّأ فيها عالمٌ على التصريح بمثل هذا . فموزلي قال انه لا يوجد في الكون عنصر غير هذه العناصر الاثنين والتسعين . كان الباحثون في نصف القرن السابق قد اكتشفوا نحو سبعين عنصراً حفل بها جدول مندليف . فأثبت موزلي بناموسه وجهازه ان بعض هذه العناصر ليس عناصر قط . فهناك عنصر « نيونيوم » الذي اكتشفه اوجاوى الياباني ليحلّ في المحل الفارغ من الجدول الدوري الذي بعد المنغنيس . ولكن رمزي أثبت أن هذه الدعوى فاسدة . وظلّ الامر معلقاً . الى أن جاء موزلي فأخذ لوحة منه وصوّب اليها الكهارب في انبوب كروكس ووجّه أشعة اكس المتولدة منها الى بلورته ومطيافه فاستخرج له عدده الذرّي ، ووجد ان لا مكان له في « جدول الأعداد الذرية » . وهكذا نفى وجود عناصر الكورونيوم والنبوليوم والكسيونيوم والاستيريوم

أضف الى ذلك أن جدوله أحدث اتساقاً في ترتيب العناصر لم يكن ممكناً من قبل في جدول مندليف . فوجد مثلاً أن عدد البوتاسيوم الذرّي ١٩ وعدد الارجون ١٨ مع ان المعروف عن وزنيهما الذرّيين يجعل ترتيبهما عكس ذلك . وكذلك صحح مواقع الكوبلت والنكل واليود والتلوريوم في الجدول مثبتاً أن الأعداد الذرية هي اشياء أساسية في الطبيعة ، لأن الأخذ بها حلّ كثيراً من المشكلات القديمة وكشف عن كثير من المجهولات

ولما سمع الاستاذ جورج اربان Urbain الاستاذ في جامعة باريس بنبإ اكتشاف موزلي

هرع الى اكسفورد للاجتماع به . فاربان المثّال والموسيقي ، والثقة في العناصر النادرة كان قد تحير في بعض العناصر التي عثر عليهـا في الركازات السكندينافية وفي رمال كارولينا الشمالية وبعض غرانيت جبال الاورال . فبين عنصري الباريوم والتنتالوم كان خمسـة عشر عنصراً متشابهة الصفات ، حتى يكاد يتعذر فصل الواحد منها عن الآخر . وهذه العناصر الخمسة عشرة تعرف « بالاتربة النادرة » . واجه مندليف مشكلتها لما شرع في اعداد جدوله الدوري فقال ان تعيين موقعها من أصعب المسائل في الجدول الدوري لأنه لم يجد لها مقاماً فيه

ولم يوفّق بعده أحدٌ الى حلّ مشكلتها . فقال كروكس : « ان الاتربة النادرة تحيرنا في مباحثنا وفي نظرياتنا وتقلقنا في أحلامنا . انها تمتد امامنا كبحر مجهول ، هازئ ، مضلّل ، متمتم رؤى وممكنات غريبة »

أما جدول موزلي فكان فيه أمكنة لكل هـذه العناصر من عدد ٥٧ الى ٧١ وكان وجودها هناك طبيعياً ، لا تعمُّل فيه ولا اصطناع . فدرسه لطيوف أشعة اكس التي تولدها هذه العناصر حلّ هذه المشكلة القديمة المعقدة . وهذا في حد ذاته عمل علمي عظيم

ذهب اربان الى موزلي وأعطاه كتلة من الركاز امتزجت فيها مقادير ضئيلة جداً من عدد مجهول من عناصر « الأتربة النـادرة » وقال له قل لي ما هي العناصر التي في هذه الكتلة فلم يطل موزلي انتظار الاستاذ . بل تحول الى جهازه الغريب ومضى في عمليتـه بالطرق التي وصفناها فوق ثم عمد الى دفتره وقام ببضعة حسابات رياضية معقـدة ثم التفت الى الحكيم الفرنسي مبيناً سرّ الكتـلة الصغيرة التي قضى في مزجها شهوراً – اذ قال له أن العناصر التي فيها تمثل الأعداد الذرية ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ وهي عناصر الأربيوم Erbium والتوليوم Thulium والأتربيوم Ytterbium واللوتيسيوم Lutecium

دهش اربان – ولكنهُ أراد أن يمتحن العالم الانكليزي بسؤال أصعب وأدق . فالتفت اليه وقال : هل تستطيع أن تبين لي المقادير النسبية في هـذه الكتلة من العناصر المختلفة التي تتركب منها ؟ وجه اليه هذا السؤال وهو يظن أن هنا حجر العثرة . ولكن موزلي أجاب بدقة تركت العالم الفرنسي مشدوهاً فعاد إلى فرنسا يتغنى بألمعية هذا الفتى . فلما اتصل به نعي موزلي كتب إلى أرنست رذرفورد ذاكراً زيارته له في اكسفورد فقال : « إنني عجبت وأعجبت لما

وزته في اكسفورد إذ وجدت شاباً حديث السن قادراً على أن يتم عملاً عظيماً كهذا . ان ناموس موزلي حقق في بضعة أيام نتائج بحثي المتواصل مدى عشرين سنة »

* * *

كان في جدول موزلي ستة أماكن فارغة تقابلها عناصر أعدادها الذرّية ٤٣ و ٦١ و ٧٢ و ٧٥ و ٨٥ و ٨٧ وكان مندليف قد توفي سنة ١٩٠٧ ولم يكشف بعد موته عن عنصر واحد منها . ولكن ما كاد جدول موزلي يذيع بين علماء الكيمياء حتى كشف عن أربعة منها . ذلك أن موزلي كان قد عيَّن طيوف أشعة اكس الخاصة بها وتنبأ بأن « العثور عليها يجب ألاَّ يكون بعيد المنال » . فتحققت نبوءته على أيدي باحثين ساروا في الطريق التي عبَّدها نبوغه . فكشف الأستاذ جورج هفسي والدكتور كوستر في معمل العالم بوهر Bohr في كوبنهاجن عن العنصر ٧٢ وسمياه هفنيوم Hufinium عثرا عليه في ركاز الزركونيوم الذي يشبهه كل الشبه وهو عنصر نادر يؤلف نحو جزء من مائة الف جزء من قشرة الأرض وقد ظلَّ مجهولاً الى أن أبان موزلي السبيل اليه

وفي ١٥ يونيو سنة ١٩٢٥ أذاع الدكتور ولتر نوداك Noddack والدكتورة ايدا تاك (Tacke) اكتشافهما لعنصري المازوريوم Masurium والرينيوم Rhenium وهما العنصران ٤٣ و ٧٥ المجهولان ، بالجري على طريقة موزلي في البحث . وظلَّ العنصر ٦١ الذي يؤلف جزءاً من مليون جزء من قشرة الأرض ممتنعاً على الباحثين حتى سنة ١٩٢٦ لما فاز الأستاذ سمث هوبكنز الأميركي أحد علماء جامعة الينوي ومعاونوه بالكشف عنه ودعوه الينيوم Illinium نسبة إلى ولاية الينوي الأميركية . وهذا هو العنصر الثاني الذي كشف عنه أميركي . أما الأول فهو عنصر الايونيوم أحد نظائر Isotopes الثوريوم كشف عنه بولتوود Boltwood

فلم يبق الآن ، بفضل الطريقة التي اكتشفها موزلي واتبعها الباحثون سوى عنصرين مجهولين هما العنصران ٨٥ و ٨٧ ، أما الأول فيجب أن يكون جامداً ، ثقله النوعي كثقل الحديد النوعي ، ولا يذوب في الماء وحرارة انصهاره قريبة من حرارة انصهار القصدير . أما الآخر فيجب أن يكون شبيهاً بالفلزات القلوية وثقله الذري ٢٢٤ وقد قيل أنهما كشفا ولكن ذلك لم يؤيَّد على ما علمنا

* * *

لما وضع مندليف جدوله الذري قال في صراحة العلماء ، « لقد وضعت هذا الجدول من

دون أية عناية بطبيعة العناصر . فهو لم ينشأ قط من الفكرة القائلة بأن كل اشكال المادة ترتد الى أصل واحد ، ولا علاقة تاريخية له بتفكير الفلاسفة الأقدمين » . وقصده من هذه الاشارة قول أفلاطون ، ومن ذهب ، مذهبه في العصور القديمة بأن « المادة واحدة »

ولكن في سنة ١٨١٥ ظهرت في « مدونات الفلسفة » رسالة ذهب فيها الكاتب الى أن المادة الأساسية التي قال القدماء بأن جميع ألوان المادة مبنية منها انما هي عنصر الايدروجين وأيد قوله بأنه استخرج الأوزان الذرية لطائفة من العناصر فوجدها أعداداً صحيحة وانها مكررات Multiples عدد وزن الايدروجين . فأوزان الزنك والكلور والبوتاسيوم الذرية مثلاً هي ٣٢ و ٣٦ و ٤٠ على الترتيب . فلما اصطدم بأوزان ذرية مكسرة (أي ذات أعداد غير صحيحة) حكم بأن الأوزان المستخرجة خطأ وأنه متى أتقنت وسائل استخراج الأوزان في المستقبل يثبت أنها أعداد صحيحة

ولو كان صاحب هذا الرأي رجلاً من مكانة برزيليوس أو غيره من كبار علماء ذلك العصر لكان رأيه أحدث هزة في الدوائر العلمية وحمل بعض الباحثين على العناية بمدّعاه . ولكن الكاتب المجهول كان طبيباً انكليزياً شاباً يدعى وليم پروت Prout فذهب قوله بأن العناصر مركبات مختلفة الدرجات من عنصر الايدروجين كصرخة في واد . ذلك أن حقائق التحليل الكيميائي المسلم بها في ذلك العصر كانت مناقضة لدعواه . أضف الى ذلك أنه هو لم يبحث بحثاً مبتكراً في تحديد الأوزان الذرية بل اعتمد على نتائج الباحثين الآخرين واختار منها ما يوافق رأيه ويؤيده

* * *

على أن مذهب پروت كان بمثابة خميرة صغيرة إذ حمل برزيليوس والكيميائي البلجيكي المشهور جالي استاس Stas على التدقيق في استخراج أوزان ذرية مضبوطة فظهر من هذه المباحث التي وصلت في تدقيقها الى الرتبة العشرية الرابعة ، ان أوزان طائفة كبيرة من العناصر بعيدة عن أن تكون أعداداً صحيحة . فقال ستاس : « لقد وصلت الى النتيجة بأن مذهب پروت ليس الاّ وهماً ، أو هو تصور تناقضه التجارب » . وكذلك عادت الكيمياء فاستقرّت مغفلة پروت ومادته الأساسية وعاد پروت الى لندن لممارسة الطب فاكتشف الحامض الايدروكلوريك في عصير المعدة ثم جاء قرن من الزمن واسمه في طي النسيان

فلما أنجز موزلي بحثه في الأعداد الذرّية وظهرت نتائجه الباهرة، عاد ذكر بروت الى أذهان العلماء. ألا يصحّ أن يؤيّد قوله بنتائج المباحث الجديدة فيثبت أن القول بوحدة العناصر ليس قولاً هراء؟ ألم يثبت طمسن ان الالكترون موجود في كل العناصر؟ ألم يثبت رذرفورد بالامتحان ان ذرات الايدروجين موجودة في نوى كل العناصر؟ وهذا موزلي قد نفذ إلى قلب الذرّة وأيد رأي رذرفورد في عدد البروتونات التي فيه وهي ذرّات الايدروجين المكهربة كهربائية موجبة

فصارت أقوال بروت في ضوء هذه المباحث أقرب إلى العقل. قال بروت « اذا صحت الآراء التي تجرأنا على تقديمها حقّ لنا أن نحسب بروتيل القدماء (المادة الأساسية التي بنيت منها كل العناصر في رأي القدماء) هو الايدروجين ». وها هي المباحث العصرية تشير إلى وجود الايدروجين في نوى كل العناصر. ولكن ثمة عقبة جديدة تحول دون التسليم بهذا الرأي هي العقبة القديمة نفسها. ذلك إذا صحّ أن كل العناصر مركبات مختلفة الدرجات من عنصر الايدروجين فالوزن الذري لكل عنصر يجب أن يكون عدداً صحيحاً وأن يكون مكرراً لوزن الايدروجين الذرّي. واذن فلا مكان في هذا المذهب لوزن ذرّي فيه كسور. فكيف نستطيع أن نعلل أوزاناً ذرّية كوزن الكلور وهو ٣٥،٤٦ ووزن الرصاص وهو ٢٠٧،٢؟

ما أعجب الأداة العلمية التي يمكن بناؤها إذا وفق العلماء إلى تعليل هذه المتناقضات! وكانت عقول الباحثين تفشاها غيوم من الشك. فالسر وليم كروكس أحد كبار الكيميائيين كان قد أشار أشارة جريئة في خطبة له خطبها في مجمع تقدم العلوم البريطاني سنة ١٨٨٦ إذ قال: « وأتصوّر أننا متى قلنا أن وزن الكلسيوم الذرّي هو ٤٠ عنينا أن معظم ذرّات عنصر الكلسيوم وزنها ٤٠ ثم هناك طائفتان من الذرّات وزنهما ٣٩و٤١ فاخريان ٣٨و٤٢ وهكذا »

تصور جريء حقًّا من أكبر علماء انكلترا ولا بدّ من العناية به. أيمكن أن يكون دالتن قد أخطأ في قوله ان ذرّات كل عنصر كانت من وزن واحد؟ أيمكن أن تكون ذرّات العنصر الواحد مختلفة وزنًا ومتشابهة – على الرغم من ذلك – في خواصها؟ أصحيح ان كل وزن من الأوزان الذرّية التي بنى عليها العلماء، على أنها ثابتة، انما هو متوسط أوزان ذرات العنصر الواحد المختلفة؟ كان لافوازييه قد قال « العنصر هو مادة لا يستطيع أي تغيير يصيبه أن ينقص وزنه ». فهل كان لافوازييه مخطئًا؟

على ان بول شوتزنبرجر كان قد خلص الى نتيجة خطيرة من بحثه عناصر الأتربة النادرة هي أنه من الممكن أن يكون لعنصر واحد ذرات مختلفة . وجاء الراديوم فأثار في عقول المفكرين الشبهات . ثم كشف الايونيوم وهو كالثوريوم في خواصه وقريب منه كل القرب في وزنه الذرّي . وفي السنة التالية . استفرد المزوثوريوم فثبت أنه والراديوم شيء واحد من الوجهة الكيميائية ولكنه يختلف عنه قليلاً في وزنه الذري . ولما درست المنبعثات المختلفة من العناصر المشعة ، أخذت تصورات كروكس تتخذ شكلاً علميًّا . ولما حلت سنة ١٩١٠ كان نفر من العلماء المعروفين قد جدد العناية بآراء كروكس وأخذ يهمس بها

ولم يلبث صُدي قسيم رذرفورد في مذهب انحلال الراديوم حتى جهر بتأييده لرأي كروكس بأن الوزن الذري لعنصرٍ ما انما هو متوسط اوزان ذراته المختلفة

فلما اجتمع مجمع تقديم العلوم البريطاني في برمنجهام سنة ١٩١٢ قرئت في قسم الكيمياء رسالة في تغير وزن ذرة النيون فقام الأستاذ صدي وأذاع انه وجد نموذجين من عنصر مشعّ صفاتهما الطبيعية والكيميائية واحدة وانما يختلفان في وزنيهما الذريين . وكان الاستاذ رتشردز — وهو الكيميائي الاميركي الأول حينئذ — قد قاس الوزن الذرّي للرصاص العادي فوجده ٢٠٧٫٢٠ وأما الرصاص الناتج من ركاز الأورانيوم في نروج فوزنه الذرّي ٢٠٦٫٠٥ وما من أحد يستطيع الشك في هذه الأرقام ومكانة رتشردز العلمية قائمة على شدة تدقيقه في القياس وخصوصاً في قياس الأوزان الذرّية

وما لبث صدي حتى أعلن رأيه في وجود عناصر ، لكل عنصر منها اكثر من شكل واحد . تتشابه هذه الأشكال في خواصها الطبيعية والكيميائية وتختلف في أوزانها الذرية — فدعاها (أيسوتوب) أي العناصر التي تقع في مكان واحد وترجمها المقتطف بلفظة « النظائر »

أيُّ انقلاب هذا في علم الكيمياء ! ماذا بقي من نظريات الكيمياء السابقة ؟ هل كانت مبنية على رمل فانهار ؟ يقال أن الاستاذ رنج Runge — وهو من أساتيذ جامعة غوتنجن — قال يوم اكتشف الراديوم : ان الطبيعة تزداد تشويشاً كل يوم . ترى ماذا يقول لو سمع بنظائر صدي ؟ كل بحث في أركان الكيمياء يخرج قطعاً بالية جديرة بالنبذ . أفلا يترك العلماء الأمور مستقرّة على حالها قط ؟

وتردّد علماء الكيمياء في قبول هذه الآراء الجديدة . ألم يتعلموا هم ومن قبلهم أن للعناصر

أوزانًا ذرية لا يناظرها التغير ؟ بل أن رذرفورد نفسه كان قد دعاها « أهم الكميات الثابتة في الكون » . فقد كانوا يعتقدون ان ذرات كل عنصر مهما تختلف مصادر العنصر أو طرق تحضيره ، لها وزن واحد لا يتغير . فاذا كانت أوزان العناصر الذرية غير ثابتة فكل الأعمال المبنية على الحسابات الكيميائية أشبه ما يكون ببيت من الورق

هل القول بهذه « النظائر » اختلاق وتصوُّر ، أو هو سبيل لتفسير الكسور في أوزان الكلور ، والرصاص ، والنيون ؟ فقد يكون الكلور المعروف لدى العلماء بأنه عنصر بسيط ، مركبًا من نظائر عديدة . وقد يكون الوزن الذري لكل عنصر (نظير) عددًا صحيحًا ، وان متوسط هذه الأعداد الصحيحة هو منشأ الكسور في وزن الكلور . أنجد في هذا تعليلاً للتناقض بين مذهب بروت – القائل بأن الأوزان الذرية أعداد صحيحة لأنها مكررات وزن الايدروجين – وبين الأوزان الذرية المعترف بها وفي بعضها كسور ؟

* * *

اتجهت أنظار العالم العلمي الى معمل كافندش بجامعة كمبردج للفوز بالقول الفصل إذ لا بدَّ من ابداع طرق جديدة للبحث . وتاريخ العلم الحديث أثبت أن هذا المعمل مقر التجارب الجريئة الخارجة على الطرق المعبدة

في ذلك الوقت كان السر جوزف طمسن وتلاميذه قد أتقنوا طريقة حل الذرات باطلاق الأشعة الموجبة عليها . وفي هذا المعمل أقدم تلميذ آخر من تلاميذ طمسن على حل مسألة علمية معقدة . كان هذا الشاب فرنسيس وليم استن والمسألة مسألة طبيعة النظائر . أما طريقة « الحل بالأشعة الموجبة » فهي أن تأخذ انبوبًا من أنابيب كروكس وتضع فيه قدرًا ضئيلاً من غاز معين ويكون مهبط الأنبوب مثقوبًا . فيتولد في الأنبوب عدا أشعة المهبط التي تتولد عادة ، مجار من دقائق مكهربة كهربائية موجبة . فأدرك طمسن أن هذه المجاري ليست سوى ذرات الغاز المكهربة ، بعد تجردها من كهاربها أي انها ايونات الغاز . وأدرك كذلك ان هذه الاشعة الموجبة سبيل لامتحان رأي صُدي في النظائر . وكيف ذلك ؟ قال : اذا كانت هذه الدقائق منطلقة من عنصر واحد ، وكان لذرات هذا العنصر أوزان مختلفة ، فلا يصعب ابتكار طريقة تفصل الذرات بعضها عن بعض . وهذه الطريقة هي استعمال مجال مغناطيسي كهربائي قوي فيختلف جذبه للذرات وانحرافها باختلاف أوزانها

أقبل أستن على استعمال هذه الطريقة وأكبّ عليها حتى أتقنها . فكان يأخذ تياراً من أشعة موجبة صادرة من عنصر خاص ، ويمرّها في مجال مغناطيسي كهربائي قوي فتنحرف الايونات عن مسيرها المستقيم . فاذا كانت الذرات من أوزان ذرية متساوية كان الانحراف واحداً لتيار الأشعة بكامله . واذا كان التيار مؤلفاً من ذرات مختلفة الأوزان ، انحرف بعضها أكثر من بعض ، بحسب كبر الوزن الذري وصغره . ثم تُصوّر هذه الانحرافات . ومن درس الصور تستخرج نسب الذرات التي من أوزان واحدة بعضها الى بعض

بدأ استن باستعمال العناصر التي في أوزانها الذرية كسور . فعمد الى غاز النيون ، فثبت له في نوفمبر سنة ١٩١٩ أن لغاز النيون نظيرين . ووجد أن النيون مؤلف من ٩٠ في المائة من ذرات وزنها الذري ٢٠ وعشرة في المائة من ذرات وزنها الذري ٢٢ فوزنه الذري لمزيج هذين ٢٠٫٢ وهو وزنه المسلّم به في كتب الكيمياء

وبعد بضعة أسابيع ثبت أن لعنصر الزئبق ستة نظائر . ومن ثم أخذ العلماء في معامل البحث الكيميائي يقتفون أثر استن واستاذه . وقبل انقضاء سنة ظهرت نظائر الارجون والكربتون والزينون . وتلتها الأدلة على وجود نظائر البور والسلكون والبروم والكبريت والفصفور والزرنيخ . ثم أعلن دمستر الكندي أن للمجنيزيوم ثلاثة نظائر ومن ثمّ أخذت وسائل البحث تتعدد ، وتتقن ، فثبت أن للكلور نظيرين أحدهما وزنه الذري ٣٥ والثانية ٣٧ ووزن مزيجهما الذري ٣٥٫٤٥٣ . وقد ثبت أخيراً أن للايدروجين نظيراً واحداً على الأقل

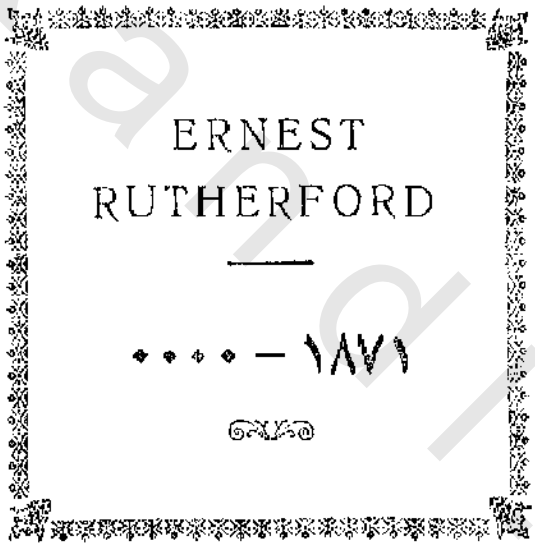
وفي سنة ١٩٢٢ لما ظهر أن الأدلة كلها تشير الى أن الأوزان الذرية يجب أن تكون أعداداً صحيحة — منح استن جائزة نوبل الطبيعية

* * *

عوداً الى رأي بروت ! لقد أصبح لدى العلماء أدلة يستندون اليها . فقد اخترع موزلي طريقة لاحصاء عدد البروتونات في نوى الذرات . وأثبت رذرفورد أن النوى لا تحتوي إلاّ على هليوم وايدروجين . وبرهن استن — ومن جرى مجراه — على وجود النظائر ، وان الأوزان الذرية في هذه النظائر أعداد صحيحة . لقد تمّ الانقلاب في نظرنا الى الذرة كما صورها دلتن . ومعظم هذا الانقلاب يرتدّ الى « ناموس الأعداد الذرية » الذي أبدعه موزلي . واذن فقد قامت الأدلة على ما قاله أفلاطون بأن « المادة واحدة »

رذرفورد

من المسلَّم به بين أصحاب الرأي العلمي أن اللورد رذرفورد أمير علماء الانكليز العاملين الآن ، وأكبر عالم طبيعي مجرِّب experimental scintiste في هذا العصر . يبدو لك هذا التفوق عندما تراه . فهو مديد القامة ، قوي البنية ، فخم الصوت ، وقد وصفه نيلز بوهر بقوله ان « نشاطه فذٌّ ولا ينضب معينه » . فاذا عدوت مجرَّد رؤيته الى الاطلاع على مباحثه ونتائجها تبيَّنت فيه ملكات قلما تتاح للناس



وقد روى الدكتور كارل كمطن مدير معهد ماستشوستس الصناعي ، انه عهد اليه في خلال الحرب الكبرى ، أن يعرض على خبراء الانكليز والاميركيين جهازاً كان الفرنسيون قد اخترعوه لمعرفة مواقع الغواصات . وكان رذرفورد أحد خبراء الانكليز . فبعث بكلمة الى الاستاذ يستمد يقول أنه يعتذر عن تأخره ، بوجوب البقاء في معمله قليلاً لاتمام تجارب كان قد بدأها ويظن انه استطاع أن يشطر بها نواة ذرة الايدروجين الى شطرين . وأنه إذا صحَّ ذلك فهو أهم من الحرب . ولكنه ، وهو العالم الحذر ، طلب أن لا يذاع نبأ هذه التجارب ، لأنه لم يتثبت بعد من تفسير النتائج التي توصل اليها . وقد كان حذره في محله ، لأن البحث أثبت أن رذرفورد لم يشطر نواة الايدروجين في تلك التجربة بل قذف البروتونات من ذرَّات النتروجين والالومنيوم وغيرهما من العناصر الخفيفة . فكان بذلك أول إنسان أدرك الطريقة التي تحوّل العناصر بعضها الى بعضها

* * *

وُلد رذرفورد في زيلندا الجديدة وتلقى العلوم في معاهدها . فلما أتمَّ دراسته الجامعية في وطنه ، كانت جامعة كمبردج قد ابتدعت بدعة جديدة . ذلك أنها قررت أن تقبل في عداد الطلاب الباحثين ، خريجي الجامعات

الاخرى ، في انكلترا أو خارجها ، فكان أول من انتظم فيها وفقاً لهذا النظام الجديد ، رذرفورد ، وقد أتاها من زيلندا الجديدة ، وتونزند ، وقد جاءها من كلية ترنتي بدبلن عاصمة ارلندا

وصلا الى كمبردج في يوم واحد من أيام اكتوبر سنة ١٨٩٥ ، ولو أن مجلس الجامعة أراد أن يتخيَّر أنبغ الطلاب ، ليدل باختيارهم على فائدة النظام الجديد ، لما استطاع أن يتخير طالبين أنبغ من رذرفورد ، وتونزند

وما كاد رذرفورد ينتظم في تسم المباحث الطبيعية بجامعة كمبردج حتى جدَّد عنايته ببحث كان قد بدأه وهو في زيلندا الجديدة ، يدور على اتقان طريقة جديدة لاكتشاف الأشعة اللاسلكية . كان قد وجد أن ذبذبة التيارات الكهربائية ، تحدث نقصاً في مغناطيسية سلك فولاذي ممغنط ، وان التيارات الكهربائية التي تحدثها أمواج الراديو ، يمكن اكتشافها أو تبينها بأثرها في الاسلاك الفولاذية الممغنطة . وقد تمكنت جامعة « كمبردج » بهذه الطريقة من احراز قصب السبق ، في التقاط الاشارات اللاسلكية على أبعد مدًى معروف حينئذٍ وكان ميلين !

كان طمسن مدير المعمل ، قد راقبه في المعمل ، فرأى بأية لباقة وبراعة يجرب التجارب العلمية . فدعاه لمساعدته في تجاربه بامرار التيارات الكهربائية في الغازات

كانت الأشعة السينية قد اكتشفت على يدي «رنتجن» في السنة التي انتظم فيها رذرفورد في جامعة كمبردج . فهاله ما انطوت عليه من العجائب ، وأدهشه فعلها في اظهار عظام الجسم ، وتصويرها صوراً لأجسام ، تحجبها ألواح من الفولاذ . هذه ظاهرة طبيعية جديدة لا تمتُّ الى طبيعة القرن التاسع عشر بصلة . فأقبل عليها العلماء ، بنشاط عجيب ، يبحثون خواصها العجيبة

وكان من أشهر ما اتصفت به ، أن اختراقها للهواء يكهرب الهواء ، أي يجعله موصلاً جيداً للكهربائية . وقد لا نغالي ، اذا قلنا أن هذه الخاصة من خواصها ، كانت من أبعد الظاهرات الجديدة المتصله بها ، أثراً في ارتقاء علم الطبيعة الحديث

كان من المتعذر على العلماء ، أو بالحري من أشق الأمور عليهم أن يكهربوا الهواء . فلما اكتشفت الأشعة السينية سهل ذلك عليهم . فعمد طمسن حال اكتشافها الى استعمالها في مباحثه التي تدور على سير التيارات الكهربائية في الغازات ، وعهد الى رذرفورد في مساعدته . فهُدِيَ بذلك الطريق الى اكتشاف الألكترون سنة ١٨٩٧

في خلال هذه السنوات الثلاث ، عبّ رذرفورد قواعد العلم التي وضعها أعلام معمل كافندش ، فتحوّل من مجرّد باحث علمي الى عالم خبير الرأي

وكان من آثار الأشعة السينية ، عدا ما تقدم ، أنها كانت سبيلاً الى اكتشاف ظاهرة الاشعاع . ذلك انه بعدما أعلن رنتجن اكتشافه ، أخذ العلماء يبحثون عن أشعة مماثلة لها في نواح مختلفة من الطبيعة . وكان من الطبيعي أن تفحص الاجسام المفسفرة التي تتألق في الظلام . فاكتشف بكرل سنة ١٨٩٦ أن معدن الاورانيوم يطلق أشعة تؤثر في اللوح الفوتغرافي ، ولو كان الفاصل بين المعدن واللوح كثيفاً يحجب النور ، ويحول دون تأثر اللوح به

وبعدما قضى رذرفورد أربع سنوات في معمل كافندش ، عين استاذاً للطبيعة في جامعة ماكجل بكندا ، وكان عمره حينئذٍ ثماني وعشرين سنة . فاختار أن يوجّه بحثه الى ميدان الاشعاع وكان له من قسم الطبيعة في الجامعة ، ما يمهد له سبيل البحث

* * *

كان مكتشفو الاشعاع من علماء فرنسا يميلون الى تفسير الاشعاع تفسيراً كيميائياً ، والى دراسته بالأسلوب الذي كشف به أي بالتصوير الشمسي

فرأى رذرفورد أن ظاهرات الاشعاع المعقدة ، لا يمكن أن يماط اللثام عن خفاياها بأساليب العلماء الفرنسيين . فعزم على أن يبتدع أساليب كهربائية ، ومقاييس كهربائية لدراستها ، وان يعنى بناحيتها « الكمية » ، لا بناحيتها « النوعية » فقط . وكان له من خبرته السابقة في استعمال الأدوات الكهربائية ما يمكنه مما يريد . وقد دلت التجارب التي ابتدعها ، والأدوات الكهربائية التي استنبطها لاستعمالها في هذه التجربة ، ان عبقريته كانت ملائمة كل الملاءمة لهذا النوع من الدراسة ، ولهذه الطريقة من البحث . فكأن الموضوع ، والرجل الصالح لتحقيقه ، ظهرا معاً

كان الاستاذ كوري وزوجه ، قد اكتشفا البولونيوم ، والراديوم سنة ١٨٩٨ ، وكان شمدت قد كشف فعل الاشعاع في عنصر الثوريوم . فدهش العلماء لهذه المكتشفات العجيبة . ولكن طريقة الاشعاع وفهم مقتضياته ، ظلاّ موضوعين محاطين بستار من الغموض . ولما كانت هذه الظاهرات الطبيعية الجديدة ، معقدة ، ولا عهد للعلماء بما يماثلها من قبل ، تعدّد القول فيها واختلف الرأي ، فالعلماء الفرنسيون أسندوا الاشعاع الى ذرات العناصر المشعة ، ولكنهم عجزوا

عن أن يبينوا كيف تظهر هذه الخاصة في الذرات . فقال أحدهم ان ذرات العناصر المشعة تستطيع أن تفلص الطاقة من الأثير ، ثم تطلقها كأشعة

وفي سنة ١٩٠٠ اكتشف رذرفورد أن عنصر الثوريوم ، يطلق غازاً وأن هذا الغاز مشع كذلك . وكان العلماء قد وجدوا حتى مطلع القرن العشرين أن ما ينطلق من المواد المشعة محصور في الغالب في كهارب ، وأشعة أخرى ، لم يعلم حينئذ ما هي . فقال رذرفورد ان هذا الغاز المنطلق من الثوريوم ، تابع من الناحية الكيميائية ، للغازات الجديدة التي اكتشفت في الهواء أي الهليوم والارجون وغيرهما

فكان كشف هذه الحقيقة – أي ان المواد المشعة تطلق أو تقذف أجساماً مادية – الخطوة العظيمة الأولى ، نحو فهم ظاهرة الاشعاع على حقيقتها . فاذا كانت ذرات العناصر المشعة تطلق أجساماً مادية ، وجب أن تكون هذه الذرات آخذة في الانحلال . لأن تفلص الطاقة من الأثير في دقائق مادية كالدقائق المنطلقة من المواد المشعة غير محتمل . وبعد ما أثبت رذرفورد هذه الحقيقة ، أخذ في دراسة الغاز وتحليله وابتدع في سبيل ذلك تجارب غاية ما تكون في الدقة والابداع . والرسائل التي نشرت له في المجلة الفلسفية سنة ١٩٠٢ تدل على ان مواهبه العقلية وخاصة ما يتصل منها بالبحث العلمي ، ليست من المواهب المألوفة بين الناس

في سنة ١٨٩٩ أثبت رذرفورد ان الاشعاعات المنطلقة من اكسيد الاورانيوم تحتوي على ضربين من الاشعاع ، اطلق على أحدهما اسم « أشعة الفا » وعلى الثاني اسم « أشعة بيتا » وقال ان « أشعة بيتا » مؤلفة من كهارب تستطيع أن تخترق ألواحاً كثيفة من المادة وتنحرف بالجذب المغناطيسي . أما أشعة الفا فأقل اختراقاً للأجسام ، من أشعة بيتا ، وأقل انحرافاً منها بالجذب المغناطيسي . وبعد ذلك أثبت انه يمكن حرف أشعة الفا في مجال شديد المغنطة ، وانها في الواقع تحتوي على ذرات الهليوم (راجع وصف التجربة البديعة التي أثبت بها ، انها ذرات هليوم في صفحة ١٧٥ من هذا الكتاب) . ثم اكتشف ضرب ثالث من الأشعة ينطلق من المواد المشعة ، وهو شديد الاختراق للأجسام ، يشبه الأشعة السينية في ذلك ، فدُعي « أشعة جما » . إلا أن الدليل العلمي على ان « اشعة جما » تشبه الأشعة السينية لم ينهض ، إلا في سنة ١٩١٤ عند ما طبق رذرفورد طريقة فون لاوْ في تفريق الأشعة باستعمال البلورات أو الالواح المحززة

diffraction grating

في سنة ١٩٠٢ قبل أن يعرف أن « أشعة الفا » مؤلفة من ذرات الهليوم ، اقترح رذرفورد وصُدي نظرية لتفسير حقائق الاشعاع المعروفة ونشرا رسالتهما في المجلة الفلسفيـة . وقد ثبتت هذه النظرية بالبحث ، لأن جميع الحقائق الجديدة التي اكتشفت أيدتها ، وأمكن ادماجها في نطاقها . قالا : — « لما كان الاشعاع ظاهرة ذرية ويصحبها في الوقت نفسه تغيرات كيميائية ، تبرز فيها ضروب جديدة من المادة ، فلا بدَّ أن تكون هـذه التغيرات حادثة داخل الذرة ، ولا بدَّ أن تكون العناصر المشعـة تتحول تحولاً ذاتياً . وقد أثبتت النتائج التي حصلنا عليهـا حتى الآن أن سرعة هـذا التحوُّل لا تتأثر بأية حال من أحوال الذرة (كالضغط والحرارة) فمن الواضح أن التغيُّرات التي تقدَّم ذكرها ، تختلف عما عالجته الكيمياء حتى الآن من وجوه التغيُّر الطارئة على المـادة . فنحن اذن امام ظاهرة خارجة عن النطاق المعروف عن الطاقة الذرية . واذن يجب ان نحسب الاشعاع Radio-activity مظهراً من مظـاهر التغيُّر أو التحوُّل الذريري Sub-atomic

بهذه العبارات البسيطة الفخمة وصف رذرفورد وصُدي مكتشفاً من أعظم المكتشفات العلمية الحديثـة ، نعني نشوء المادة وتطورها . ففتح هذا الاكتشاف ميادين واسعـة امامهما فتقدما فيهـا بخطوات راسخة وبصر نافذ ، هما وليدا العظمة العلمية الحقيقيـة . وقد اتبعا العبارات المتقدمة بالعبارة التالية : — « فالأمل المعقود على أن يكون الاشعاع سبيلاً إلى معرفة أفعال التحوّل الكيميائي داخل الذرّة ليس أملاً غير معقول »

ومما يستوقف النظر في كل هذا أن ظاهرات الاشعاع المعقـدة كل التعقيد ، بسطت خير تبسيط في هذه العبارات . خذ مثلاً على ذلك قليلاً من الاورانيوم : فانه يفقد نصف فعله الاشعاعي بعد انقضاء ٤٫٧٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ سنة . وما يتبقّى منه مادة مشعّة نصف حياتها ٢٤ يوماً وستة أعشار اليوم . وهذه تنحلُّ إلى مادة نصف حياتها دقيقـة و ١٥ في المائة من الدقيقة ، وما يتبقى من هذه ينحل إلى مادة نصف حياتها مليونا سنة ، وهذه تنحل إلى مادة نصف حياتها ٦٩ الف سنة ، وهذه الى مادة نصف حياتها ٣٫٨٥ اليوم وهذه الى مادة نصف حياتها ثلاث دقائق ثم إلى أخرى نصف حياتها ٢٦٫٨ الدقيقة فالى اخرى نصف حياتها ١٩٫٥ الدقيقة فالى اخرى نصف مدى حياتها $\frac{1}{1000000}$ من الثانية فالى أخرى لم يعرف مدى حياتها معرفة مضبوطة ، فالى اخرى نصف حياتها ١٦٫٥ السنة ، فالى مادة نصف حياتها ٥ أيام ، فالى اخرى

نصف حياتها ١٥٠ يوماً فالى عنصر مستقر لا يتغيّر . فاذا أخذت قليلاً من الاورانيوم ، وتركته وشأنه يتحلّل ويتحوّل ، لا يلبث أن يصبح مجموعة من المواد ، كلٌّ منها آخذة في سبيل الانحلال . وكلٌّ منها ، الاّ المادة الأخيرة المستقرّة ، تطلق أشعة مختلفة شكلاً وطاقة . فليتصوّر القارىء المصاعب التي يصادفها الباحث عند تناوله مادة تتحوّل إلى مادة أخرى بعد دقائق أو بعد $\frac{1}{100000}$ من الثانية !

ألا تجد أن الثقة التي تحفل بها كلمات رذرفورد وصُدي ، وأنت تعلم شيئاً عن التغير المستمر في المواد المشعة ، من الغرائب ؟

وفي سنة ١٩٠٧ عين رذرفورد أستاذاً للطبيعة في جامعة منشستر وفي سنة ١٩٠٨ منح جائزة نوبل الكيميائية وهو لا يزال في السابعة والثلاثين . وقد منح جائزة الكيمياء لا جائزة الطبيعة ، لأن الاشعاع كان لا يزال في نظر القوم ، ظاهرة كيميائية لا ظاهرة طبيعية . وبمنحه هذه الجائزة ، انتهت المرحلة الأولى من حياته الحافلة ، وفيها كشف السبيل إلى فهم عملية الاشعاع . وذلك وحده كافٍ لتخليد اسمه في تاريخ العلم

أما المرحلة الثانية من حياته فتقع بين سنتي ١٩٠٧ و ١٩١٩ وهي السنوات التي قضاها أستاذاً في جامعة منشستر . في خلال هذه المدة وقف رذرفورد عبقريته على النفوذ من طريق الاشعاع إلى معرفة ما يحدث داخل الذرّة من التغير الكيميائي كما أمّل سنة ١٩٠٢ . فكانت آثاره العلمية في هذه المرحلة أفخم وأروع من آثاره في المرحلة السابقة

فبعد ما أخرج رذرفورد وصُدي نظريتهما في التحول الذاتي في الذرة تفسيراً لظاهرة الاشعاع ، عكف رذرفورد في منشستر على درس اشعة الفا ، وبيتا ، وغما ، دراسة مفصّلة . كان قد اكتشف أشعة الفا سنة ١٨٩٩ ثم أثبت أنها تيارات من ذرّات الهليوم أو بالحري من نوى الهليوم . ثم أثبت ان اشعة بيتا هي تيارات من الكهارب ، سالبة الشحنة الكهربائية . والفرق بين الضربين من الأشعة كان عظيماً ، لأن نواة الهليوم تفوق الكهرب ثمانية آلاف ضعف وزناً . وشحنتها الموجبة ، ضعف شحنة الكهرب السالبة

كان طمسن قد جرى في سنة ١٩٠٤ على طريقة استكشاف داخل الذرّة باستعمال أشعة أو تيارات من الدقائق أو الامواج فبيّن أنه يمكن تعيين عدد الكهارب في ذرّات مختلفة من طريقة تفريق هذا الذرات — في لوح مؤلف منها مثلاً — للدقائق أو الأمواج الموجّهة اليها .

وقد فاز طمسن جائزة نوبل على ذلك بتبيين العلاقة بين عدد الكهارب من ذرة عنصر ما، ومقام ذلك العنصر في الجدول الدوري

ولكن العلماء في ذلك الوقت عجزوا عن تصوُّر صورة للذرة تفي بجميع الحقائق الجديدة التي أثبتها البحث. فكان لا بدَّ من كشف حقائق أخرى حتى يتم تأليف الصورة المرجوَّة منها. فرأى رذرفورد، ان استعمال دقائق الفا على طريقة طمسن، قد تسفر عن كشف حقائق جديدة لا يمكن الحصول عليها باستعمال أمواج الضوء أو الكهارب لخفتها وسهولة انحرافها. ولا يخفى أن كتلة دقيقة الفا، تفوق كتلة الكهرب ثمانية آلاف ضعف. فأخذ يعدُّ العدة لاستطلاع أسرار الذرَّة باطلاق دقائق الفا على الذرَّات. فوجد أن بعض هذه الدقائق تخترق لوحًا رقيقًا من المادة في خطوط مستقيمة، وبعضها يخرج من الناحية الثانية وقد انحرف قليلاً. وقليل منها يرتدُّ. وهذه الدقائق المرتدَّة عجز عن فهم ارتدادها. وقد روى نيلز بوهر انه عند قدومه إلى منشستر للاشتغال في معمل البحث الطبيعي في جامعتها — وهو المعمل الذي كان يشرف عليه رذرفورد — علم من هشي ان رذرفورد كان قد قال لموزلي، أنه لولا ارتداد هذه الدقائق لاستطاع أن يفهم فهماً جيداً تصرُّف دقائق الفا عند اطلاقها على ذلك اللوح الرقيق. ومع أن العدد المرتد من هذه الدقائق كان يسيراً جدًّا، أحسَّ رذرفورد أنه لا يمكن أن يتجاهله

فكتلة الدقائق كبيرة بالقياس إلى كتلة الكهارب، وطاقتها عظيمة. فايّ شيء يستطيع أن يردَّها على أعقابها بطاقة عظيمة؟ لا بدَّ أن يكون هذا الشيء، جسماً راسخًا كبير الكتلة. يضاف الى ذلك أنه لاحظ أن الدقائق التي تنفذ اللوح منحرفة، كان انحرافها أقلَّ مما ينتظر. وهذا دلَّ على أن المساحة التي يشغلها ذلك الجسم المفروض الذي يردُّ الدقائق على أعقابها، يجب أن تكون أصغر مما ينتظر. فنظر « رذرفورد » في الدقائق المنحرفة وتوزيعها ومدى انحرافها، وحسب حجم ذلك الجسم، فوجده أصغر من حجم الكهرب. واذاً فهذا الجسم الذي يردُّ الدقائق على أعقابها أصغر حجمًا من الكهرب وأعظم كتلةً منه. وفي سنة ١٩١١ أخرج رذرفورد نظريته القائلة بأن هذا الجسم، هو نواة الذرَّة. فتصوَّر الذرة مؤلفة من نواة دقيقة، تحتوي على معظم وزن الذرة، وحولها تدور الكهارب على أبعاد مختلفة. وان الشحنة الكهربائية على النواة شحنة موجبة، وان الكهارب وشحناتها الكهربائية سالبة، تعدل شحنة النواة الموجبة فتصبح الذرة

متعادلة أو محايدة neutral . وإذن فكتلة النواة العظيمة وشحنتها الموجبة ، تمكنها من ردّ دقائق الفا ذلك الرد العنيف

ومما يستوقف النظر في نظرية رذرفورد هذه ، انه اقترحها وهو يعلم انها مناقضة للنواميس الميكانيكية المسلَّم بها ، كما وضعها غاليليو ، ونيوتن . وقد قال إدنجتن ، ان اقتراح رذرفورد ، صورة للذرة لا تتفق والنواميس الميكانيكية النيوتونية ، كان أجرأ اقتراح في تاريخ العلم الحديث

هذه الصورة الذرية التي اقترحها رذرفورد ، فسرت خواص الذرة الطبيعية واستقرارها ولماذا لا تتأثر بالتفاعل الكيميائي . فالتفاعل الكيميائي يقتصر في تأثيره على الكهارب في مناطق الذرة الخارجية ، ولكنه لا يؤثر مطلقاً في معقلها الداخلي وهو النواة

وكان بين تلاميذ رذرفورد وأعوانه في منشستر شاب دنمركي يدعى نيلز بوهر . فتناول الصورة الذرية التي اقترحها رذرفورد ، معجباً بما تفسره من الحقائق المعروفة ، آسفاً أنها لا تتفق والنواميس الميكانيكية المسلَّم بها . تناولها وغرضه أن يبحث عن طريقة يوفق بينها وبين تلك النواميس . و بعد بحث نظري عويص ، بيّن « بوهر » أن الصورة المقترحة تصلح اذا طبقت عليها نواميس الكونتم ، لا نواميس نيوتن الميكانيكية . أي أن التغيرات الذرية لا تحدث حدوثاً متصلاً ، بل تحدث في نبضات صغيرة . فلما وفق « بوهر » بين ذرة رذرفورد ونواميس الكونتم ، استطاع الباحثون في الحال أن يفسروا طائفة من الظاهرات الطيفية (السبكتروسكوبية) التي كان تفسيرها متعذراً عليهم . واذ كان زملاء رذرفورد الشبان ماضين في تحقيق صورته الذرية من الناحية النظرية ، وصلتها بالنواميس المعروفة ، كان هو مقدماً على استعمال دقائق الفا ، التي مكنته من اكتشاف نواة الذرة ، استعمالاً طريفاً مكنه من تغيير بنائها في بعض العناصر

أطلق هذه الدقائق على ذرات بعض العناصر الخفيفة كالنتروجين والألومنيوم . فلاحظ وجود ذريرات مادية ، في أماكن خارجة عن نطاق دقائق الفا وفعلها . وكان مشغولاً بهذا البحث ، لما دعي الى كمبردج ليشغل كرسي كافندش للطبيعة التجريبية الذي خلا باستقالة أستاذه السر جوزف طمسن . فأتمّ البحث في معمل كافندش بكمبردج إذ أثبت أن هذه الذريرات ليست الا كِسَراً ، من ذرات النتروجين ، والالومنيوم ، بعد تحولها بوقع دقائق الفا عليها . وفي سنة ١٩١٩ نشر وصفاً لأشهر تجاربه على الاطلاق ، وهي تجاربه في تحويل العناصر

كان يومها في الثامنة والأربعين من العمر ، ووراءه مرحلتان من البحث العلمي حافلتان

بالعجائب، فكان يتعذر على الباحث أن يصدق حينئذٍ أن هذا العالم مقبل على مرحلة ثالثة حافلة بحوادث المرحلتين السابقتين. ولكنه في سنة ١٩٢٠ القى الخطبة البيكرية في الجمعية الملكية، وبعدما وصف تجاربه في تحويل العناصر، تحدث عما يعرف عن نواة الذرة، فتنبأ بوجود دقيقة جديدة، غير الالكترون، والبروتون، ووصف الخواص التي يجب أن تتصف بها. وبعد انقضاء إحدى عشرة سنة على تلك الخطبة، اكتشف مساعده شدوك، تلك الذرة ودعيت النوترون (المحايد) وثبت أن خواصها هي هي الخواص التي تنبأ بها رذرفورد في سنة ١٩٢١

* * *

وقبل أن يفيق العالم العلمي، من دهشة اكتشاف النوترون، أذيع نبأ اكتشاف آخر، تم في ممعل كافندش، وذلك ان الباحثين كوكروفت وولطن، أتما أول تحويل للعناصر باستعمال الآلات ومن دون الاستعانة بدقائق الفا المنطلقة من العناصر المشعة. كان رذرفورد قد استعمل دقائق الفا في تحويل العناصر سنة ١٩١٩ ولكن كوكرفت وولطن، استنبطا طريقة تمكنهما من اسراع الذرات حتى تبلغ طاقة انطلاقها طاقة دقائق الفا. وكانت طريقتهما هذه تفضل طريقة رذرفورد الاولى. في أنه كان في وسعهما، إطلاق عدد كبير من هذه الذرات السريعة، حالة أن رذرفورد كان يعتمد على دقائق الفا المنطلقة انطلاقاً طبيعياً وقد كان عدد المنطلق منها محدوداً بمقدار المواد المشعة الثمينة المتاح له. وهذا المقدار لا بدّ أن يكون قليلاً، لندرة المواد المشعة وغلائها

يضاف الى ذلك، أن نوى الذرات مؤلفة من أجزاء مرتبطة بعضها ببعض، بطاقة عظيمة ففصلها بعضها عن بعض أو تحطيم النواة — وهذا ملازم لتحويل الذرة — يطلق جانباً من الطاقة الكامنة في الذرة. وقد يظن أن كوكروفت وولطن حققا بعملهما هذا الحلم القديم، باطلاق الطاقة الكامنة في الذرة لاستعمالها بدلاً من أنواع الطاقة المستعملة الآن في الصناعة. ولكن جهازهما لا يصلح لذلك. نعم ان البروتون الذي يحل ذرة الليثيوم مثلاً، يطلق من الذرة طاقة أعظم من الطاقة التي اندفع بها البروتون. ولكن بروتوناً واحداً من ملايين البروتونات يصيب ذرة الليثيوم ويحللها، والطاقة اللازمة لاطلاق جميع البروتونات المنطلقة أعظم جداً من الطاقة الخارجة من الذرة عند حلها. فالمسألة لا تعدو حدود البحث العلمي الآن.

فاطلاق الطاقة الذرية، واستعمالها لا يزالان في أطواء المستقبل. ولكن إذا أتيح للانسانية بعد عقود من السنين أو قرون، أن تمتح من معين الطاقة الذرية، فلا ريب في أن الأجيال المقبلة تلتفت حينئذٍ الى القرن العشرين، وتقول ان رذرفورد هو الرائد الذي مهد لها الطريق