المقتطف

مجلة علمية صناعية زراعية

الجزء الاول من المجلد الثمانين

١ يناير سنة ١٩٣٢ — ٢٢ شعبان سنة ١٣٥٠

رواية «الالكترون» وأبطالها

رواية « الالكترون » ايها السادة ، رواية ذاتُ اربعة فصول وملحق ، تنطوي على مشاهد من اعجب ما تستطيع ان تبدعَهُ مخيّلة الروائي اثارةً للعواطف وافتناناً في جمع الغرائب وتأديتها . وهي كذلك تدور على اشخاص يسعُ ان ندعوهم أبطال الرواية . فثمة ، مكتشف الالكترون ، ومصوّره ، ووازنهُ ، ومكتنف قسيمهِ البروتون ، وجماعة محوّليهِ من شيء مادي الى شيء سحري ، ورهطٌ كبيرٌ من الباحثين يدور حول هؤلاء ولكلٍّ نصيبهُ من الفخر وان ضاق نطاق هذه المحاضرة عن ذكرهم جميعاً . اما الالكترون فهو اصغر ما عُرف من مقوّمات بناء المادة . فذرة الايدروجين تفوقهُ حجماً الفي ضعف وزناً . ولا بدَّ من احتشاد عشرات آلاف الملايين من ذرات الايدروجين حتى تكوّن دقيقة مادية نستطيع رؤيتها

— ١ —

في سنة ١٨٩٧ ، اذ كان الاستاذ كوري وزوجتهُ ، ماضيين في تنقيبهما عن عنصر الراديوم حلَّ لحد اساتذ البحث الطبيعي الحديث ، مشكلةً معقدة تتعلق ببناء المادة الاساسي ، او على الاقلّ شقَّ طريقاً جديداً قد يفضي الى الحلّ النهائي

ولد طمسن (ا. ا.) قرب منشستر سنة ١٨٥٦ وكان في نيتهِ اولاً ان يصبح مهندساً ولكنَّ هذا الامير بين العلماء أقبل على البحث العلمي المجرّد ، لانهُ لم يفلح في بعض الموضوعات التي تقتضيها الشهادة الهندسية ! فحضر كلية اوون بمنشستر ، وكانت قد خصصت فيها حينئذٍ

جائزة لبحث العلمي في احد موضوعات الكيمياء ، لذكرى جرل دلتن صاحب المذهب الذري في بناء المادة . فلم يلبث ان خرج من كلية اوون الى جامعة كمبردج حيث اضاف اشعة الراديوم مكتشفي الذرات والجزيئات . وأكتشافه الالكترون — فاصبح هذا الثلوث مؤلفاً من دلتن وافوغادرو وطمسن

في جامعة كمبردج كان لورد رالي مديراً لمعهد كافندش العلمي . ورالي كان خلفاً لذلك العالم الطبيعي العظيم — جيمز كلارك مكسول — في منصب علم الطبيعة التجريبي . ولكنهُ بعد انقضاء خمس سنوات على تعيينهِ في هذا المنصب عزم على الاستقالة (١٨٨٤) . فطلب اليهِ ان يقترح اسم من يخلفهُ في هذا المنصب العلمي الخطير ، فاشار من دون اقل تردُّد الى الشاب الذكي الالمعي جون جوزف طمسن . فاحدث النبأ لغطاً في دوائر العلم : اذ كيف يخلف فتى في الثامنة والعشرين مكسول ورالي العظيمين ؟ !

كانت دلائل الالمعية قد بدت في مباحثهِ ، وكان قد نال احدى الجوائز العلمية في الخامسة والعشرين ، على رسالة بيّن فيها مواطن الضعف في المذهب القائل بان الذرات المادية هي زوابع او دوّامات في الاثير . ولا ريب في ان هذه الرسالة نالت اعجاب العلماء في دقتها وقوة حجتها . ولكنهُ كان حديث العهد بالطبيعة التجريبية . فكيف يشرف على اعظم معهد للطبيعة التجريبية في العالم ، مَنْ لم يمارسها ويقتلها تجربة ومراناً

واجتمع المجلس الذي عهد اليهِ في انتخاب الاستاذ الجديد — وكان مؤلفاً من لورد كلفن والسر جبرائيل ستوكس والاستاذ جورج داروين — فتداولوا ، ووقع اختيارهم بالاجماع على الفتى القادم من منشستر . فما أُعلنت نتيجة الانتخاب حتى قال احد كبار الاساتذة تهكماً «هذه ظلال كلارك مكسول ! لا بدّ ان تكون الامور على غير ما يرام في جامعة نيوتن اذ يصبح الصبيان فيها اساتذة»

وهكذا اتيح لفتى في الثامنة والعشرين ان يشغل منصب اثنين من اكبر اعلام الطبيعة الحديثة . ولكن معمل كافندش اصبح بزعامتهِ ، زعيم المعاهد العلمية في العالم في البحث عن اسرار الطبيعة ومحاولة النفوذ الى خفاياها . هنا كانت تحلق عقول الباحثين الى ذرى لا تسامى . وفي «قدس» هذا الهيكل العلمي ظلّت روح الفتى طمسن ترفرف مسيطرة اكثر من نصف قرن

رأى طمسن ببصيرتهِ النافذة ان في الكهربائية مفتاح اسرار الكون . فاتخذها ميداناً لبحثهِ . وكان قبيل دخولهِ جامعة كمبردج قد سمع عن انبوب زجاجي استنبطهُ رجل انكليزي آخر يدعى وليم كروكس . وكان كروكس يأخذ انبوبهُ هذا ، ويفرغ منهُ الهواء على قدر ما يستطيع ، تاركاً جزيئات قليلة فيهِ ثم يحتمهُ حتماً محكماً ثم يمرُّ فيهِ تياراً كهربائياً فيشهدُ تألقاً بهياً عند المهبط — القطب السالب — . كيف يعلل هذا الضوء الغريب ؟ ان

الجزيئات الغازية في هذا الانبوب ينبعث منها ضوء ضئيل باهت وزجاج الجدران متألقة بألق اصفر مخضر (١)

ولكن هل هذا ضوء ؟ فالضوء كما اجمع كل رجال العلم الى ذلك الحين ، كان شيئاً غير مادي . وهذه الاشعة المنطلقة تحتضن لجذب قطعة من المغنطيس المكهرب اذا أدنيت من الانبوب . فدهش كروكس وتحير . ضوء ولكنه في الوقت نفسه مادة لا غش فيها ، فكيف يوفق بين هذين المتناقضين

ولما لم يجد كروكس اسماً لائقاً بهذه الاشعة قال انها حالة رابعة من حالات المادة — فلاهي غاز ولا سائل ولا جماد — واطلق عليها اسم « المادة الشاعة » . ومع ذلك ظلت حقيقتها سراً محجوباً عن الافهام . وكان كروكس لو علم على قاب قوسين او ادنى من اكتشاف الالكترون على ان كروكس كان قد نضج العلم بأداة للاكتشاف استعملها ونتجن فكشف عن الاشعة السينية وعمل طمسن بها العجب العجاب

اخذ طمسن يبني هذه الانابيب ويفرغ منها الهواء حتى بلغت لطافة الهواء داخل بعضها عشرين الف ضعف الطف من الهواء الذي نتنفسه . وكان معه سبعة طلاب في معمل كافنديش فدعى احدهم ليساعده في اجراء الكهربائية في الانابيب ، فاجرا تيارات عالية الضغط وجعلا يراقبان الالق الباهي البادي في الغرفة المعتمة

ثم جعل طمسن يتأمل في انحناء هذه الاشعة بفعل المغنطيس . فانه اذا أدنى مغنطيساً من الانبوب الذي تنطلق فيه هذه الاشعة ، انحرفت الاشعة نحو المغنطيس كما تنحرف برادة الحديد . ثم غير احوال تجاربه العديدة فاستعمل انابيب على درجات متفاوتة من الافراغ ، واستعمل مواد مختلفة في القطب السالب ، وتيارات متباينة القوة من الكهربائية . وانقضت سنون وهو يغير احوال التجارب ويدون ملاحظاته

وفي سنة ١٨٩٠ تزوج وسنة ١٨٩٤ انتخب رئيساً للجمعية الفلسفية في كمبردج ثم دعي الى جامعة برنستن الاميركية فحاضر فيها في موضوع (التيارات الكهربائية في الغازات) وكان في اثناء ذلك كله ينشئ نظرية جديدة — لم يحلها منزلة الاعتقاد ، لان النظرية عنده انما كانت خطة للعمل ودليلاً

كان بحث فراداي في « الحل الكهربائي » قد حمله على الاشتباه في وجود ذرات من الكهربائية . وكان هلمهلتز قد تحرى سنة ١٨٨١ وصرح امام الجمعية الملكية بان « الكهربائية مجزأة الى قطع اولية تتصرف كأنها ذرات كهربائية » وفي تلك السنة نفسها ، كان طمسن —

(١) لم يكن كروكس اول من شاهد هذه الاضواء بل سبقه اليها طبيب انكليزي يدعى وليم وطسن عاد امر تياراً كهربائياً من جرة ليدن في انبوب طوله ثلاث اقدام مفرغ بعض الافراغ من الهواء

وهو في الثامنة والعشرين قد وزن كتلة كرية من لب عود قير كهربتها وسماها ليعلم لها كهربائية وزنه . ثم اشعن شحنة كهربائية متحركة فوصل الى النتيجة الآتية : ان الشحنة الكهربائية . قصوراً ذاتياً — وهذه صفة من صفات المادة

وعاد طمسن الى كمبردج من اميركا ووالى مباحثه . ثم في مساء ٣٠ نيسان سنة ١٨٩٧ اعلن امام الجمعية الملكية النتيجة الفاصلة بين عهدين ، في تاريخ الطبيعة الحديث اذ قال : ان اشعة المهبط هي دقائق من الكهربائية السلبية . فانكر بذلك ان الذرة هي نهاية ما تتجزأ اليه المادة . وقد كانت الذرة ، منذ اثبت دلتن وجودها سنة ١٨٠٠ تحسب الدقيقة الاساسية التي تبنى منها المادة ، بل كل اشكال المادة في الكون . ولكن ها هوذا طمسن ينقد هذا الاعتقاد . وكان روبرت بويل ، الكيماوي البريطاني العظيم قد قال بأن العنصر هي « حدود التحليل الكيماوي » « وان حلها بطريقة نعرفها متعذر » ثم اضاف الى ذلك « ولكن قد توجد طريقة تبلغ من القوة والحيلة ما تمكننا من حلها الى دقائق اصغر وأبسط منها » . ولاريب في ان بويل لم يتصور قط علم الطبيعة الجديد ولا علم الكيمياء الجديد . ولكن طمسن تصورها وكان من بنائها . فانه كان شديد الثقة ببساطة الطبيعة فقال لابد ان يوجد شيء ابسط من ٩٢ ذرة مختلفة من ذرات المادة ميزة احداها من الاخرى — وهذا الشيء — الذي تتألف منه اشعة المهبط دعاه — الالكترون

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 وتنطلق بسرعة ١٦٠ الف ميل في الثانية ، وكل عنصر من العناصر الاثنين والتسعين مبني منها

هذا ملخص الحقائق التي اعلنها 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 ان يثبت صحة وجود الالكترون بوزن كتلته . لا نعرف رجلاً أخذ على عاتقه عملاً اصعب من هذا العمل ! ولا يُعلم عن رجل غير متصف بلباقة طمسن وألمعيته وخياله كان يستطيع ان يصيب النجاح

— ٢ —

قلنا ان هذه الاشعة المنطلقة في انبوب من انابيب كروكس تنحرف اذا أُدنيت 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 اقل نحو الفي ضعف من وزن ذرة الايدروجين وهو اخف العناصر على ما نعلم

على ان العالم لم يصدق ؛ رغم العجائب العلمية التي توالت في مختتم القرن التاسع عشر. وظل الريب ، في نفوسهم ، يحيط بنتائج طمسن ؛ وحتى طمسن نفسهُ لم يكن مقتنعاً كل الاقتناع بدقة النتائج التي وصل اليها

فدعا اليهِ تلاميذه ، وتحدث اليهم في موضوع الالكترون ، ثم التفت الى احدهم وكان يدعى ولسن (C. T. R.) وقال له ، بطريقته التي تثير في نفس الطالب نزعة التسامي والتفاني: هل تستطيع ان تصور الالكترون ؟ فلم يبق امام التلميذ الا ان يحاول . وكان التلميذ ولسن قد جاء من كلية اون — التي جاء منها طمسن نفسهُ — وكان طمسن قد لاحظهُ وهو يجربه تجاربهُ بآلة استنبطها لاحصاء دقائق الضباب والغبار . فان ولسن كان قد لاحظ ان دقائق الغبار تتصرف كأنها نوى يتكثف عليها البخار في احوال معينة — إذ يبرد الهواء فجأة بالتمدد . فدقائق الغبار اصغر من ان تصوَّر ، ولكن اذا تكثف البخار المائي عليها أصبح تصويرها ممكناً . وهكذا استنبط آلتهُ الدقيقة لاحصاء ذرات الغبار في قدر معين من الهواء

فهل يستطيع ، محصي دقائق الغبار ، ان يلقي اليد على الالكترون ولو لحظة عابرة لكي يصوره؟ انهُ عمل اشبهُ شيء بالاعجاز . ولكن ليس ثمة محال على تلميذ « الاستاذ » . وبدأ ولسن يشتغل ببناء آلته لتصوير الالكترون . وانقضت شهور تليها شهور . واكتشف الاستاذ كوري وزوجتهُ الراديوم ، وتلت مدام كوري رسالتها الخالدة في الاشعاع ، وسافر طمسن ثانية الى اميركا للمحاضرة في جامعة جونز هبكنز ، وعاد منها تنقلد الألقاب العلمية وولسن مكبٌّ على عمله الدقيق . وفي سنة ١٩١١ — اي بعد انقضاء نحو ١٤ سنة — اتمَّهُ . انهُ 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 مكانهِ بواسطة ونش خاص . ووضع كل هذا في صندوق زجاجي وافرغ منهُ الهواء . انها آية في احكام الصناعة ودقتها . فهل تصلح لما صنعت له ؟

هذا هو الدليل[1] الذي لا يتمارى فيهِ على صحة وجود الالكترون

— ٣ —

في اثناء ذلك كان في المختبر العلمي في جامعة شيكاغو شاب اميركي — روبرت اندرو ملكن — توفر في حداثتهِ على درس الأدب اليوناني ثم علم الطبيعة ليكسب منها ما يمكنهُ من تكملة دروسهِ فافتتن بها . وكان قد قرأ بعناية انباء التجارب العلمية التي اجراها طمسن وتلاميذه ، وأكبَّ على بناء آلة جديدة

(١) انظر الصورة التي صورها ولسن للاكترون

كانت هذه الآلة مؤلفة من لوحتين من النحاس . احداهما فوق الاخرى والمسافة بينهما نحو ثلث بوصة . وفي وسط اللوحة العليا ثقب ملكن ثقبة فطرها نحو ربع وأضاء الفضاء بين اللوحتين بمصباح كهربائي قوي . ثم وصل اللوحتين بمكبرين مختلفين من بطرية كهربائية ضغطها نحو عشرة آلاف فولط . ثم اخذ رشاشة عادية — كرشاشة ماء الكولونيا — ورش بها فوق اللوحة العليا قطرات دقيقة من الزيت لا يزيد قطر الواحدة منها على جزء من البوصة . وكان ملكن واثقاً بأنهُ لا بدَّ لقطرة من هذه القطرات ان تصل الى الثقبة التي في اللوحة العليا فتمر منها الى الفضاء الكائن بين اللوحتين . فكان يجلس ساعات متوالية يراقب هذا الفضاء بعين المكرسكوب حتى يرى هل دخلت هذه القطرة كما كان ينتظر . واذا به فجأة يرى قطرة لامعة هابطة من فوق الى تحت . كأنها تريد هارٍ ببطء فأعاد التجربة مراراً ليتأكد من اتساق حركتها . فانها كانت تستغرق نصف دقيقة في هبوطها من اللوحة العليا الى السفلى ، ولو عكس استقطاب اللوحتين الكهربائي

هنا عمد ملكن الى امر عجيب . قال سوف احاول ان اجرّد الكتروناً من هذه القطرة الزيتية ، وذلك باستعمال الراديوم . فحمل انبوباً يحتوي على الراديوم ووجهه حتى تقع اشعتهُ على قطرة الزيت فتصدمها وتطير احد الكتروناتها . فلما فعل ذلك ، لاحظ امراً اعجب . ذلك ان القطرة الزيتية الهابطة ، ابطأت سرعة هبوطها فعلم ملكن حينئذ ان القطرة لم تعد متعادلة الكهربائية ولعلها خسرت بعض الكتروناتها فأصبحت كهربائيتها موجبة . ومن ملاحظة ما اصاب سرعتها من التخفيض تمكن من احصاء الكهارب التي طارت منها بفعل الراديوم . فقد لاحظ مثلاً ان سرعة القطرة لا تكون الا مضاعف سرعة معينة او ثلاثة اضعافها او اربعة اضعافها وحينئذ قرَّر ان اقل قدر تبطىء به القطرة سرعتها ، ناشىء عن فقد الكترون واحد

ولم يبقَ على ملكن بعد ذلك ، الا ان يعيد التجربة مئات المرات ، ويتقن وسائلها ، ويدقق في مشاهداته ونتائجه — فخرج منها كلها بنتيجة ان الالكترون هو $\frac{1}{1000}$ من ذرة الايدروجين وهي نتيجة تتفق مع نتيجة طمسن النظرية اذ قال انهُ نحو $\frac{1}{1000}$

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

وما معنى كل هذه التجارب وما النتائج التي نخلص اليها منها ؟ انها تعني امراً واحداً وهو ان المادة والطاقة الكهربائية شيء واحد . فالالكترون — وهو دقيقة من الكهربائية السالبة — يدخل في بناء كل ذرة . ولكنهُ جزء فقط من الذرة ، فما هو الجزء الآخر ؟

— ٥ —

لنرجع الى معمل كافندش بجامعة كمبردج ، اذ كان بين معاوني طمسن فيه ، طائفة من اكبر علماء الطبيعة المعاصرين كان عددهم قليلاً نسبيّ النطاق في المعمل . ولكنّ طمسن لم يلبث ان فتح ابوابه لطلاب المختارين لانهُ كان يعلم ان لا بدَّ من فتح ميادين جديدة في علم الطبيعة ، ولا مندوحة في ذلك عن « دم جديد » . ففي يوم واحد من شهر اكتوبر سنة ١٨٩٤ جاءه اثنان — احدهما رذرفورد من زيلندا الجديدة

كان ارنست رذرفورد قد قطع الشقة الطويلة بين زيلندا الجديدة وكمبردج ، لأنه كان قد سمع في بلاده باسم هذا المعمل الذي يرف روح العلم في جوه . الى هنا كان الوافدون من الطلاب في كل انحاء العالم ، يحدوهم المسير ، للكفاح في ميدان الغوص الى اسرار الطبيعة . هنا كان يجتمع ابناء الاسر الكريمة والقصور الفخمة ، يتنافسون مع ابناء الفلاحين في سجيل تلك الغاية الجميلة . هنا كنتَ تستنشق مع الهواء نفساً معطراً باجلال العلم المجرّد

كان رذرفورد قد نال اعلى جوائز الرياضة والعلم في الكلية التي تخرج منها ، فتمكن من الحصول على جائزة فتحت امامه باب التخصص في انكلترا . فلما لمح كلية ترنتي — قفز قلبه فرحاً . في هذا الطيكل قدسُ نيوتن ومكسول ! واذ وقف امام النوافذ الزجاجية الملونة ، آلى على نفسه ان 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 . وظل على ذلك اربع سنوات

وفي نهايتها طلب الى طمسن ان يختار من تلاميذه رجلاً يشغل منصب استاذ « الطبيعة » في جامعة « ماكجل » الكندية . ولو انه اغمض عينيه ، واختار ايًّا تقع عليه يده ، لكان اصاب . لأنهم كانوا كلهم جديرين بذلك . ولكن ارنست رذرفرد كان في نظره اللؤلؤة البهية في ذلك العقد النظيم . كان قد راقبه في المعمل ، لبتاً ألمعيًّا ، لايني ، يجرّب التجارب فكأن له اصابع العازف وخيال الشاعر . وكان طمسن يكره ان يبعده عنه ، ولكنه كان عارفاً ان المجال في « ماكجل » ينفسح امام رذرفرد فيأتي العجائب

وقبل ان 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 انه لاحظ ان هذا العنصر يطلق قدراً ضئيلاً جدًّا من غاز قويّ الاشعاع . فأجرى التجارب الدقيقة اللازمة لتقرير طبيعة هذا الغاز فدهش اذ رأى انه مادة لم تكن معروفة من قبل فدعاه انبعاثاً (Emanation)

وبسار التسعة رذرفورد في أثر استاذهِ طمسن فاحاط نفسه بطائفة من نوابغ الطلاب ، وكان احدهم من جامعة اكسفرد يدعى فردرك صدي ، فاشركهُ في البحث . وفي سنة ١٩٠٢ نشر رذرفورد وصدي مقالاً في المجلة الفلسفية بسطا فيهِ رأيًا جديداً في ناحية الاشعاع

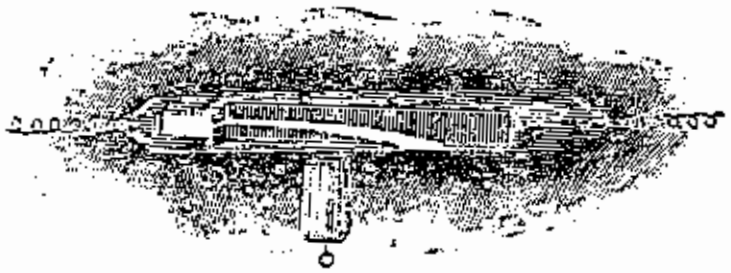
قالا ان ذرات العناصر المشعة ليست ذرات مستقرّة . بل هي دائمًا في سبيل التحوّل والانحلال . وفي اثناء هذا التحول والانحلال ، تطلق دقائق موجبة الكهربائية دعاها رذرفورد « اشعة الفا » . وان ذرات الراديوم ، تجري على ذلك بقوة داخلية ، لا سيطرة للانسان عليها — اسراعاً وابطاء — مهما ارتفعت درجات الحرارة ، او انخفضت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

واذ كان رذرفورد في حاجة الى آلة تمكنهُ من متابعة مباحثه الاخّاذة ، استنبط كروكس آلة بسيطة (١٩٠٣) كأنها لعبة من لعب الاطفال . وكانت آلة كروكس انبوباً من المعدن ، في احد طرفيهِ عدسة ، وفي الطرف الآخر ستارٌ متألقٌ ينشاهُ ملح كبريتور الزنك ، وامام الستار حبة دقيقة من ملح الراديوم ، لا تزيد على رأس دبوس

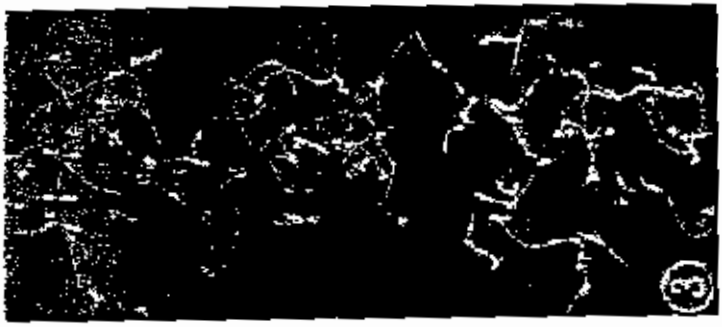
فكان رذرفورد ، يريح عينيهِ في غرفة معتمة نحو ربع ساعة ، ثم ينظر في عدسة هذه الآلة . فيرى وميضاً من النور . كانت كلّ وميضة دليلا حيًّا على انطلاق دقيقة من دقائق الفا من ذرة الراديوم . وهي كذلك رسول ينبيء بانحلال عالم كائن في الذرّة . فاحصى عدد الومضات في الثانية ، وكان يعرف وزن الراديوم في تلك الحبة الضئيلة ومنها استنتج رذرفورد سرعة انحلال الراديوم فوجد ان الراديوم يفقد نصف قوتهِ بعد ١٧٠٠ سنة . فعل بطيء ، ولكن لا ريب فيهِ ! وكان صدي قد عاد الى اوربا فاجرى تجاربهُ على مثال تجارب استاذهِ ، فجاءت نتائجهُ مؤيدة لها

ثم ظهر ان هذا الانحلال بانطلاق دقائق «الفا» حادث في عنصر الاورانيوم ، ولكنهُ ابطأ جدًّا فيهِ ، منهُ في عنصر الراديوم . فغرام من الراديوم يفقد نصف قوتهِ في ١٧٠٠ سنة ولكن غراماً من الاورانيوم لا يفقد نصف قوتهِ الا بعد ستة آلاف مليون سنة . حقائق تبعث على الدهشة ، ونظرية جريئة ، وكلّ ذلك من شاب لم يكد يتعدى الثلاثين وفتى لا يزال في الخامسة والعشرين ! ان بناء الكيمياء القائم على استقرار الذرات اصبح بعد هذه المقالة كأنه على رمل متحرج او جرف هار !

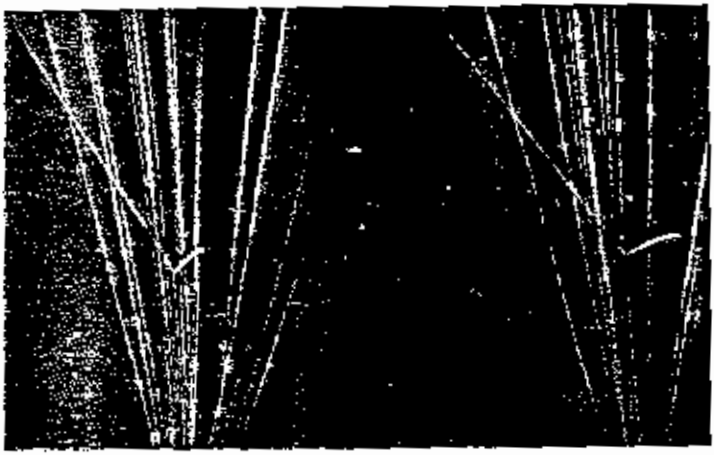
تقدّم معنا ، ان طمسن اكتشف ان الاشعة السلبية المنطلقة من المادة في انبوب كروكس هي دقائق سلبية من الكهربائية — دعاها الالكترونات . وهنا سأل رذرفورد نفسه ، وما عسى هذه الدقائق الايجابية ان تكون ؟ ولماذا تنطلق من كل العناصر المشعة ؟ كان يعلم ان دقائق الفا تنطلق بسرعات عظيمة تمكنها من خرق ورقة رقيقة ، بل تمكنها من ان تخترق لوحاً رقيقاً من



رسم يمثل انحراف اشعة المهبط بادناء مغنطيس من الانبوب



صورة فوتغرافية تمثل آثار الالكترونات بحسب طريقة ولسن



صورة فوتوغرافية تمثل انحراف دقيقتين من دقائق « الفا » لدى اصطدامها بكتلة في قلب ذرة النتروجين

الزجاج. فعزم رذرفورد ان يلتقي القبض عليها ويفحصها بسكترسكوبه الدقيق

وليس العمل اليسير أن تصنع الآلة اللازمة لذلك . فقضى رذرفورد زمناً يبني الانابيب التي ظنها تفي بحاجته ويخطئها . واخيراً وفق الى صنع أنبوب داخل أنبوب . فملأ الانبوب الداخلي « بانبعاث » راديومي ثم ختمهُ ثم وضعهُ في الأنبوب الآخر وافرغ ما بينهما من الهواء وختم الثاني وهو يعلم ان لا شيء يستطيع ان يخترق جدران الانبوب الداخلي ، الا دقائق الفا . ولكنهُ لشدة دهشته وجد حين امتحن ما تسرب من الأنبوب الداخلي الى الانبوب الخارجي ، أن الدقائق الموجودة هي ذرات عنصر الهليوم . فاعاد التجربة مراراً حتى تثبت من صحتها . ثم أعلن اكتشافهُ هذا قائلاً ، ان دقائق الفا المنطلقة من العناصر المشعة في أثناء انحلالها إنما هي ذرات مكهربة كهربة موجبة من عنصر الهليوم . حقيقة غريبة ! ولكن الناس صدقوا — لأنهم تعلموا ان يصدقوه . فلما سمع طمسن بهذه التجربة البسيطة البديعة هزّ رأسهُ اعجاباً . واعترف الملك جورج الخامس بمآثر رذرفورد العلمية فمنحهُ لقب « سر » — وقد منح من سنةٍ لقب « لورد »

***

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

على ان الحرب لم تصرف رذرفورد عن التفكير في طبيعة بناء الذرة . فاستاذهُ طمسن كان قد كشف عن الجزء السالب فيها . فقال هو لابدَّ ان يكون في كل ذرة جانب موجب يعدل الجانب السالب . فخالفهُ في ذلك بعض من علماء العصر واشهرهم ارهينيوس الاسوجي . فعزم رذرفورد ان يحاول اثبات وجود جانب موجب الكهربائية في الذرة . . . وهنا كان لخيال رذرفورد المبدع أكبر أثر في رسم الطريق

قال : اذا شئت ان تفتتح معقل الذرة ، فعليك أن تستعمل مقذوفات تدخلهُ . ولكن هذه المقذوفات يجب أن تكون على جانب عظيم من القوة لتزيق اوصالهِ . إن اقوى أنواع القنابل ضعيفة هزيلة ازاء المقذوفات التي يجب أن يطلقها . وكان رذرفورد يعلم 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 المشهورة . فلا نتشها على غاز النتروجين

وفي يونيو سنة ١٩١٩ استعمل رذرفورد مصوّرة ولسن لتصوير مساري دقائق الفا ، التي أطلقها على غاز النتروجين . قال في نفسه ان الكترونات ذرات النتروجين لا تؤثر في سير هذه الدقائق لانها — أي الدقائق — اكبر حجماً ومندفعة بزخم عظيم «فالالكترون لا يؤثر فيها اكثر من تأثير ذبابة في رصاصة بندقية » . وكان ينتظر ان يرى مسالك دقائق الفا خطوطاً مستقيمة . ولكنهُ لدى تظهير اللوح الفوتغرافي وتثبيته وجد واحدة منها قد انحرفت . فكأنها اصطدمت بكتلة أضخم منها واثبت ، فارتدّت او حادت عن مسيرها 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 النازات بعد الاصطدام فعثر على ذرات ايدروجين لم تكن قبله . فذهب الى ان الكتلة في قلب عنصر النتروجين هي كتلة من ذرات ايدروجين مكهربة كهربة موجبة . وكان متأكداً من انه لا توجد طريقة اخرى لتعليل وجود ذرات الايدروجين . ومضى يساعده — شدويك — في اطلاق دقائق الفا على ذرات عناصر اخرى — كالصوديوم والالومنيوم والفسفور — وفي كل مرة كانا يجدان ذرات الايدروجين قد انطلقت من نواة الذرة التي أطلقا عليها دقائق الفا . ولم يبقَ امام رذرفورد الا حكمٌ واحد — وهو ان ذرة الايدروجين الموجبة ، يجب ان تكون في نوى كل ذرات العناصر

اذن صار عندنا ما يقابل الالكترون . فهو الكية الكهربائية السالبة — وذرة الايدروجين الموجبة هي الكية 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 عقدهُ مجمع تقدم العلوم البريطاني في صيف ١٩٢٠ — اي بعد انقضاء ٢٣ سنة على اكتشاف الالكترون — أعلن رذرفورد اكتشافه قسيم الالكترون في بناء الذرة ودعاه « البروتون »

* * *

للرواية التي بسطت لكم فصولها ملحق ، يمنعني ضيق الوقت عن ايراده ، وهو يتعلق بالتحول الحديث الذي طرأ على آراء العلماء في طبيعة الالكترون والبروتون — ولعله يكون عنوان محاضرة اخرى او موضوع مقالة تنشرها في المقتطف

فؤاد صروف