



## اساطين العلم الحديث

هري موزلي : كشاف خريطة العناصر

لو لم يكن من آثار الحرب الكونية سوى إخفاء شلة المياه في هري موزلي لكفانا ذلك لوصفها بأنها اشنع جريمة اقترنها الناس الاستاذ ملكن

احتفلت الدوائر الادبية العالمية في اوائل ابريل الماضي بازاحة الشار عن تمثال روبرت بروك الشاعر البريطاني الشاب الذي مات في طريقه الى ساحة الوغى في غليوبولي ودفن في جزيرة سكيروس احدى جزائر الارخيل اليونانية. ولكن قل من يذكر ان مالاً بريطانيا شاباً قتل فعلاً في شبه جزيرة غاليلوي فلم يذكره الا بعض اساطين العلم الذين يعرفون ان المبدأ الذي كشف عنه في علم الطبيعة الحديث كان اقل اداة في ايديهم لا اكتشاف العناصر المجهولة والثغرة الى بناء الذرة. هذا العالم الشاب هو هري موزلي من نصيب بعض الناس ان يقوموا في حداتهم بعمل خطير ثم ينهر نخص حياتهم

الربط في كارثة من الكوارث . هذه هي سيرة موزلي الذي بلغ مدى حياته العلمية اربع سنوات فقط اخرج في اثنائها ما ادعش الثقة . وقبل ان يذبح اسمه وتندرك قيمة ما حثه حق الادراك وارهه الزاب شهيد وطنيه

ففي صيف ١٩١٤ لما كانت مدرسة العلماء البريطانيين مضية بالبحث عن اسرار العناصر دخل احد تلاميذ الاساذ تونزند باكسفردي عليه ليوذعه . كان هذا الفتى مسافراً الى استراليا لحضور مؤتمر الجمع البريطاني لتقدم العلوم . تصحبه امه وهي الآن زوجة الدكتور صلن اساذ الحيولوجيا بجامعة اكسفردي . وصل الى استراليا يوم ذاع نبأ اعلان الحرب بين انكلترا ومانيا . وكان الفتى يود لو اتيح له الانضمام في الحال الى الجيش البريطاني ولكن المواعيد السابقة التي كان مرتبطاً بها حالت دون ذلك فاشترك في سدي وملبورن في اجتماعات العلماء وقرأ في احدها — براسة رذرفورد — رسالته في « طيعة العناصر » . وهرع بعد نهاية المؤتمر عائداً الى وطنه لينتظم في الجيش . فعرض عليه ان يشتغل في احد معامل البحث التابعة للحكومة فرفض مؤثراً الخدمة في الميدان . وفي تلك الايام الصعبة لم يدرك رجال الجيش انهم يقبلون طلبه برضون للهلاك عقلاً من اعظم العقول الطبية التي انجبتها انكلترا — بل العالم — في العصور الحديثة . فألحق بفرقة الهندسين الملكيين وفي ١٣ يونيو سنة ١٩١٥ ارسل مع الجيش الناهب الى غليوبولي

كان الفتى صريحاً شجاعاً متواضعاً فكان محبوباً من رؤسائه واخوانه في الحادق والمضارب . وكان يبعث الى امه عن ساحة الوضى برسائل ملؤها البشر والايان . ضارباً فيها صفحاً عن مصاعب الحرب ومخاطرها في ساحة التردليل . بل على الضد من ذلك كان يملأ رسائله بمشاهداته الطبيعية في تلك البلاد القريبة التي تملوها غمامة الحرب المظلمة . لانه كان كما يه يحب الطبيعة ويحبد في مشاهدة ازهارها واطيارها لذة لا توصف

ومضت الحال على ذلك مدة شهرين . ثم انقطعت رسائله . وتلا ذلك التباؤم جاء من احد اخوانه الضباط قال : — اكنفي بأن افول ان ابنك ياسيدي مات موت الابطال — ملازماً مركزه الى النهاية . اصيب برصاصة في رأسه فمات في الحال . وبفقده فقدت الفرقة ضابط اشارات ممتازاً وصديقاً لا يموض . فتمله كان في نظرم مقدماً على كل شيء آخر . ولم يسبح قط لادق التفاصيل بالمرور تحت عينيه من غير ان يمنحها كل عناية »

قلنا ادرك ذلك الضابط هول المأساة التي أصيب بها العلم اذ لم ي موزلي الساطق في ١٠ اغسطس ١٩١٥ على مقربة من خليج سوثله وهو يخاطب ضابط فرقة بالتلفون . ولكن طائفة العلماء ادركت ذلك فقال يمكن فيه : « . . . . . بحث علمي قليل التظير سوف

يتاح له الخلود في تاريخ العلم الحديث لما اتصف به من الهبة في التصور وبراعة في التنفيذ والامتحان وخطورة في النتائج المتيرة لسبل البحث التي اسفر عنها . قام به شاب في السادسة والعشرين ففتح امامنا التوائذ ثلج ما هو جار في عالم الذرات بوضوح وروثوق لم يحلم بهما من قبل . ولو لم يكن للحرب الاوربية من اثر سوى اطفاء شطة الحياة في حياة هذا الشاب لكنني ذلك لوصفها بأنها اشنع جريمة اقترفها الناس في التاريخ . وقد كان موزلي في عمانه كما كان في حياته وفيه لالم اذ ثبت انه اوصى في وصيته التي كتبها في ميدان الحرب بكل ادواته العلمية وماله الخاص للاجمعية الملكية لتستعملها في توسيع نطاق البحث العلمي

\*\*\*

وُلد سنة ١٨٨٧ وكان ابوه هنري تدج موزلي استاذ تشريح المقايبة با كسفرد مشهوراً بقوته الجسدية ومقدرته على تحمل اعباء التعب الجسدي والعقلي . فاجهد نفسه كثيراً في البحث وأصيب بتصلب الشرايين فمات قبل ان يبلغ ابنه الخامسة من عمره (١٨٩١) . فنشأ الفتى بناية امه نشأة جدية يبيت العلم الذي ولد فيه فلما كان في الثالثة عشرة من العمر تمكن من دخول مدرسة ايسن . وكانت حياته في المدرسة حياة نقي انكليزي سليم العقل والجسم . ولكن ميله الى العلوم الرياضية ظهر لما كان في التاسعة فلما امتحن ثبت انه يعرف مبادئ علم الجبر مع انه لم يتعلمه قط . والظاهر انه كان يجلس في حداته بعد دروسه الخاصة اذ كانت اختاه الكبريان تعلمان علم الجبر . تعلم اصوله من غير ان يدري . وهذا النوع في الرياضيات كان ذا اثر كبير في نجاحه الطبيعية بعد

وبعد ما قضى خمس سنوات في ايتن دخل كلية ترينتي في ا كسفرد لتخصص في العلوم الطبيعية . ولكنه مع ذلك كان ذا عقل الممي متعدد النواحي . لانه قبل دخول ا كسفرد كان قد تفوق في درس الآداب القديمة . ولم يكن ذلك جديداً فيه اذ يظهر ان امرة امه وامه كانتا مشهورتين بذلك افرادهما وتفوقهم العقلي . فجدده لايه كان عالماً رياضياً طبيعياً فلكياً مشهوراً وجدده لامي كان متفوقاً بعلم البحار وخصوصاً الاصداف والحمار من حيواناتها واخته الكبرى تفوقت في ا كسفرد في علوم الاحياء . فبحثت بحثاً خاصاً في الحياض الاثرية في احد الاممك . وقيل تخرج موزلي من ا كسفرد كان قد صمم ان يقف حياته على البحث العلمي . فزار الاستاذ رذرفورد (الورد رذرفورد الآن) في جامعة منشيستر فوجد فيه هذا العلم النافذ البصر مثلاً محباً نادراً للباحث العلمي المطبوع . فاقترح ان ينضم اليه لبحث في ظاهرات الاشعاع فطار موزلي فرحاً وعاد الى بيته ومألة البحث العلمي تحت اشراف رذرفورد تسوييه من بعيد . فلما تخرج من ا كسفرد بعد سنة لم يلبث ان حضر احتفال الجامعة وتسلم شهادته منها

حتى حزم اشعته وتوجه الى معمل رذرفورد في منشيستر، فوجد في مباحثه من اللذة السنهوية ما حمله على اعتزال منصب المحاضر الذي عرض عليه في جامعة أكسفورد، لكي ينفق كل دقيقة من وقته في تجاربه

\*\*\*

كلن من حظ موزلي ان تمرن على البحث العلمي تحت اشراف باحث انمي — الاستاذ ارست رذرفورد. فلما جاء اليه من جامعة أكسفورد يسأل له هذا نوع البحث الذي يجب ان ينصرف اليه اولاً وهو احصاء عدد الكوارب التي تنطلق من ذرات الراديوم في اثناء انحلاله. فكان عند حسن ظن معلمه به. وفي اجتماع الجمعية الملكية الذي عقد في السنة التالية اعلن ان كل ذرة من الراديوم تطلق ما متوسطه كهربياً واحداً قبل انحلالها. وكان السروليم كروكس الكيماوي العظيم جالساً في كرسي الرئاسة فأصغى الى المحاضر الفتى مشدوهاً ولما ختم كلامه هناك الرئيس برأعيته في توضيح موضوع عويص كهذا الموضوع

ثم تعرض لمسألة علمية دقيقة وهي تعيين مدى الحياة لاحد نباتات عنصر الاكتينيوم وهو من العناصر المشعة ومدى حياة النباتات منه تصبح جديداً، فاستلزم البحث استنباط أدوات دقيقة حساسة جداً لقياسه. فذاع بجل المسألة مع الاستاذ فيانس Pajens البولوني استاذ الكيمياء الآن في جامعة مونيخ بالمانيا. اذ اثبت ان متوسط مدى الحياة لذلك النبات الاكتينيومي الخاص انما هو جزء من خمسمائة جزء من الثانية

وفي السنة التالية اقبل على مسألة اخرى دقيقة اذ حاول ان يعرف هل ثمة حدٌ ما لقوة الشحنة الكهربائية في جسم معزول مخزور على الراديوم. ذلك ان الراديوم يضي في اطلاق كواربه — وهي ذرات الكهربائية السلية — فترداد بذلك شحنة كهربية الايجابية. فهل ثمة حدٌ لقوة هذه الشحنة الايجابية؟ ثبت لموزلي ان الراديوم يقدم المتوالي لطائفة من الكوارب بصح شحنة الكهربائية — اي الفرق بين قوة الشحنة الايجابية وقوة الشحنة السلية — مائة الف فولط. وان هذا الضغط يعضي في ازدياد حتى يتوقف انبعاث الكوارب منه وفي ذلك الانتهاء وصل الى دوائر البحث العظيمي نيا فوز جديد للعلم. ذلك ان ماكس فون لاو الاستاذ في جامعة زوريخ كشف عن خاصية جديدة للبلورات لدى تعريضها لاشعة اكس. فاشعة اكس المكونة من امواج اقصر جداً من امواج الضوء (هي اقصر منها نحو عشرة آلاف ضعف) تتولد من فروع كوارب على لوح معدني في انبوب كروكس. وانها اذا صوتت الى بلورات من الملح انعادي الصافي تفرقت كان البلورة لوح محزوز يستعمل لتفريق اشعة الضوء gratings. وقد اقبل السروليم براغ وابنه على هذه الطريقة فاستعملها





مري موزلي في مكتبه

امام الصحفة ١٤٥

مقتطف يونيو ١٩٣١

لمعرفة بناء الذرات داخل البلورات<sup>(١)</sup> وذلك بإمرار اشعة أكس في شرائح رقيقة جداً من الاملاح وتصويرها لدى خروجها بالفلوئوراف . فتبع موزلي مباحث براغ وأينيه ثم استنبط طريقة لتصوير اشعة أكس المولدة بوقوع الكهارج على لوح معدني في انبوب كروكس والمارة بمدنر في بلورات . هذا هو نواة البحث العلمي العظيم الذي جعل موزلي بمثابة ضارب الرمل في الكيمياء الحديثة وبها كتب اسمه في عداد العلماء الخالدين

ذلك ان رذرفورد قيل ظهور مباحث فون لاو<sup>(٢)</sup> كان قد ذهب في بناء نواة الذرة منذهباً جديداً فقال ان معظم كتلة الذرة اما هو في نواتها . وان هذه النواة مكونة من ذرات عنصر الايدروجين الايجابية ومعها من الكهارج ما يكفي لجعل الذرة متعادلة تعادلاً كهربائياً<sup>(٣)</sup> وكان قد وصل في تجاربه الى تياس شحنة الكهربائية الايجابية في نواة الذرة . ثم بمساعدة تنفيذيه جيجر Geiger ومارزدن Marsden تمكن من حساب عدد الشحنات الايجابية في ذرات الذهب وبعض العناصر الاخرى فوجد ان هذا العدد يساوي نصف الوزن الذري تقريباً . فكلما زاد وزن العنصر الذري زاد عدد الشحنات الايجابية على ذرته

على ذلك بنى رذرفورد نظرية جريئة اذقال : ان الشحنة الكهربائية في كل عنصر يجب ان تختلف باختلاف وزنه الذري . فهل تؤيد هذه النظرية بالاشحان الدقيق ؟

هذه هي المسألة التي عهد بها موزلي — ابرع تلاميذه — واكثرهم للمية . فدهاه للنشاور معه على وضع خطة للعمل . فبحثا في جميع وجوهها بحثاً دقيقاً . وكان موزلي يعرف كاتقدم ان الكهارج الواضة على لوحة معدنية في انبوب كروكس تولد اشعة أكس . وان بركلا Barkla الاستاذ بجامعة لندن كان قد كشف عن طريقة لتعيين طول امواج اشعة أكس وقوة نفوذها باقمة الواح من الالومنيوم لامتصاصها . فنان على ذلك جائزة نوبل الطبيعية سنة ١٩١٧ . فكان على موزلي بحسب رأي استاذهم ان يصنع الواحاً مختلفة من معادن مختلفة ويطلق عليها الكهارج لتويد اشعة أكس منها . ثم يجري على طريقة بركلا للموازنة بين اشعة أكس التي تولدها العناصر المختلفة ومن ذلك يتوصل الى معرفة طبيعة الشحنة الكهربائية في نوى الذرات ادرك موزلي خطورة المسألة من البدء وكثيراً ما تحدث الى اميه في موضوعها على تلمة رؤيته لها . لانه كان يقضي معظم وقته في معمله . واذا كانت السبقية قدرة الانسان على توجيه الناية الى عمل فموزلي عبقرى متفوق . ولم يندر ان يلقاه الطلاب المبكرون

(١) راجع مقالة اعلم اس واليوم متطوف مايو صفحة ٥٢٩

(٢) بحسب هذا الراي لفترة الوبور مثلا عشرة كهارج خمسة منها متحدة بلورات الايدروجين في

النواة وخمسة منها تندر حول النواة وهكذا تعادل اشحنتان انكهربائيتان في الذرة

خارجاً من معمله في الصباح بعد ما قضى الليل كله فيه منصباً على البحث الذي بين يديه .  
 فهل مثل بلينغ على رجل يعمل بحماسة دينية ولا يطلب جزاء إلا التفرح الناتج عن الانصراف  
 كل الانصراف الى العلم

اخذ انيوباً من انايب كروكس وعلق فيه امام القطب السلي لوحاً معدنياً . ثم اطلق  
 من هذا القطب تياراً من الكوارب فلما وقعت على اللوح تسبج وولدت اشعة اكس  
 الخاصة به . فجمعت هذه الاشعة في شعاعة دقيقة وصوبت الى بلورة فاقعة امام آلة سبكتروسكوب  
 (آلة حل النور) فصور العنبر الحاصل منها . وهكذا استنبط لنفسه طريقة لدرس اشعة  
 اكس تفوق طريقة باركلا وذلك باذخار نتائج المباحث التي قام لها فون لاو وبراغ  
 فلما فاز في ذلك صنع الواحداً مختلفاً من عناصر معدنية مختلفة مبتدئاً من الالومنيوم ليتمكن  
 من درس اشعة اكس الخاصة التي يولدها كل عنصر منها

ولتحال بدأت المصاعب لتعرض سبيله . فني كثير من الاحيان كان زجاج الانبوب  
 يمتص اشعة اكس الموجهة في شعاعة الى البلورة خارجة . فاضطر ان يفتح في جانب الانبوب  
 فتحة خاصة لخروج الاشعة . ولكن كان يلزم ان ينطبق عادة لا يمتص الاشعة وتقل  
 الفتحة قليلاً محكماً . لان الانبوب يجب ان يكون مغرغاً في داخله . فآخذ قطعاً من غشاء رقيق  
 جداً من اعاء النور واستعمله لهذا الغرض . ولكن ضغط الهواء من الخارج عليه وقراغ  
 الانبوب من الداخل كان يمزق الغشاء فكان موزلي بيد فقل الفتحة بقطعة اخرى مسه  
 وبمسد افراغ الانبوب من الداخل ويبدأ بتجاربه من جديد — عمل عمل يثير الاعصاب  
 ولا يقوى عليه الا شغوف بالبحث . ولما ظن انه قد تغلب على كل المصاعب وجد ان  
 لا بد من وضع كل الادوات التي يستعملها في تجريبه في اناء مفرغ من لا متصاص اشعة  
 اكس . فقام بما هو مشهور عنه من الهمة والمكاه بهذا العمل المعقد

وقضى ستة اشهر لا يعرف للراحة معنى فتسكن في خلالها من درس ٣٨ عنصراً بهذه  
 الطريقة — من الالومنيوم الى الذهب — فوجد ان كل عنصر يولد اشعة اكية مختلفة  
 في طول امواجها عن الاشعة التي يولدها عنصر آخر . ووجد انه كلما زاد وزن العنصر  
 الذري فصرت موجة الاشعة الاكثية التي يولدها وزادت قوة نفوذها للاجسام . ورتب  
 نتائج باحثه في رسوم بيانية فوضع للعناصر ارقاماً تقابل مكانها في جدول مندليف الدوري  
 ووضع امام كل رقم منها مقلوب الجذر المكعب لا طول اشعة اكس الخاصة بكل عنصر تقابله  
 فثبت له انه اذا رتب العناصر بحسب طول الامواج في اشعة اكس الخاصة بها صار في  
 الامكان تعيين السدد الخاص لكل عنصر منها لان هذا السدد يكون كالجذر المائي من طول

الامواج بالقلب وهو دائماً عدد صحيح . واخلاق على هذه الاعداد اسم «الاعداد الذرية» وهي من ١ الى ٩٢

بعد ذلك عاد موزلي الى اكتسفر ليسكن مع والدته : فاعده له الأستاذ تونزند غرفة خاصة للبحث في مسله الطبيعي حيث تمكن من العمل في هدوء واستقلال . هنا تم بحته الخطير اذ قال لنفسه : — ما هو المعنى الذي تدل عليه هذه الارقام وهذه البيانات ؟ فسبح الطبيعة تمس في اذنيه : — ان في الذرة «كليه» اساسية تزداد ازيداً مطرداً متظلاً كلما اتقلنا من عنصر الى العنصر الذي فوقه ! ان هذه «الكليه» لابد ان تكون الشحنة الكهربائيه الايجابية على نواة الذرة

وفي سنة ١٩١٢ لما كان موزلي في السادسة والعشرين من عمره واذاع نتائج بحته ملخصاً ايها في مادته « ناموس الاعداد الذرية » وحيثاً للناصر جدولاً جديداً اقرب الى طبيعة الناصر الاساسية من جدول مندليف وفتح العالم بخريطة لناصر الكون مبنية على الاعداد الذرية الاساسية لا على الاوزان الذرية . كان جدول مندليف قد خدم العلماء خمسين سنة وما هو ذا شاب المعنى يعني خريطة جديدة لتكون مفتاحاً جديد للعلم

فاليندوجين في جدولته كان العنصر الاول وعدده (١) والاورانيوم العنصر الاخير وعدده (٩٢) . وليس وراء الاورانيوم عنصر آخر . هذه هي المرة الاولى التي يجرؤ فيها عالم على التصريح بمثل هذا . فوزلي قال انه لا يوجد في الكون عنصر غير هذه الناصر الاثني والتسين . وكان الباحثون في نصف القرن السابق قد اكتشفوا نحو سبعين عنصر تنزل في ١٦ مكاناً من الاماكن الخالية في جدول مندليف . فابنت موزلي بناموسه وجهازه ان معظم هذه الناصر ليس عناصر قط . كنصر « نيونيوم » الذي اكتشفه اوغاي الياباني ليحل في المحل الفارغ من الجدول الدوري الذي بدأ المنتسب قائمت رمزي ان هذه الدعوى قسدة . وظل الامر معلقاً . الى ان جاء موزلي فاخذ لوحة بيته وصوب اليها الكهارب في انبوب كروكس وصوب اشعة اكس المتولدة منها الى بلورتيه وسكترسكوبيه فاستخرج له عدده الذري ووجد ان لامكان له في « جدول الاعداد الذرية » . وهكذا

نق وجود عناصر الكورونيوم والنيوليوم والكيويوم والاسيريوم اضف الى ذلك ان جدولته احدث اتساقاً في ترتيب الناصر لم يكن ممكناً من قبل في جدول مندليف . فوجد مثلاً ان عدد البوتاسيوم الذري ١٩ وعدد الارغون ١٨ مع ان المعروف عن وزنيهما الذريين يحتمل ترتيبهما عكس ذلك . وهكذا صحح مواقع الكولت والتكل . واليود والتوريوم في الجدول . مثبتاً ان الاعداد الذرية هي اشياء اساسية في الطبيعة لان الاخذ

بها حل كثير من المشكلات القديمة وكشف عن كثير من المجهولات  
ولما سمع الاستاذ جورج اربان Urbain الاستاذ في جامعة باريس بناء اكتشاف موزلي  
هرع الى اكسford للاجتماع به. قاربان المسائل والموسيقى والتقى في العناصر النادرة كان قد نجح  
في بعض العناصر التي عز عليها في الركازات الكنديناوية وفي رمال كارولينا الشمالية  
وبعض غرايت جبال الاورال. فبين عنصرى الباريوم والتالوم كان خمسة عشر عنصراً  
متشابهة الصفات حتى يكاد يتعذر فصل الواحد عن الآخر. وهذه العناصر الخمسة عشر  
تدعى «الاتربة النادرة». واجه مندليف مشكلتها لما شرع في اعداد جدولها الدوري  
فقال ان تعيين موقعها من اصعب المسائل في الجدول الدوري لانه لم يجد لها مقاماً فيه  
ولم يوفق بعده احد لحل مشكلتها. فقال كروكس: ان الاتربة النادرة نجحنا في باحثنا  
وفي نظرياتنا وتقلقتنا في احلامنا. انها تمتد امامنا كبحر مجهول، هazy، مضلل، متم  
رؤى وممكنات غريبة»

اما جدول موزلي فكان فيه امكنة لكل هذه العناصر من عدد ٥٧ الى ٧١ وكان  
وجودها هناك طبيعياً لا تمثل فيه ولا اصطفاً. فدرسه لطبوف اشعة اكس التي تولدها  
هذه العناصر حل هذه المشكلة القديمة المعقدة. وهذا في حد ذاته عمل علمي عظيم  
وذهب اربان الى موزلي واعطاه كتلة من الركاز امتزجت بها مقادير ضئيلة جداً من عدد  
مجهول من عناصر «الاتربة النادرة» وقال له قل لي ماهي العناصر التي في هذه الكتلة  
فلم يطل موزلي انتظار الاستاذ. بل تحول الى جهازه القريب ومضى في عملياته بالطرق  
التي وصفناها فوق ثم عمد الى دفتره وقام بضمة حسابات رياضية معقدة ثم التفت الى الحكم  
الفرنسي مينا سر الكتلة الصغيرة التي قضى في مزجها شهوراً — اذ قل له ان العناصر  
التي فيها تمثل الاعداد الذرية ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ وهي عناصر الاريوم والتوليوم  
والايريوم واللوتيسيوم

دهش اربان — ولكنه اراد ان يتنحن العالم الانكليزي بسؤال اصعب وأدق.  
فالتفت اليه وقال: هل تستطيع ان تبين لي المقادير النسبية في هذه الكتلة من العناصر المختلفة  
التي تتركب منها؟ وجه اليه هذا السؤال وهو يظن ان هنا حجر العزلة. ولكن موزلي اجاب  
بدقة تركت العالم الفرنسي مشدوهاً فقاد الى فرنسا يتنقياً بألمية هذا الفتى. فلما اتصل به  
نمي موزلي كتب الى السرارنت رذرفرد ذا كرا. زيارته له في اكسford قائلاً: اني عجزت  
واعجزت لما زرته في اكسford اذ وجدت شاباً حديث السن قادراً على ان يتم عملاً عظيماً  
كهذا. ان ناموس موزلي حقق في بضعة ايام نتائج بحني المتواصل مدى عشرين سنة»