

مكتبة الجيل الجديد

سلسلة العلوم المبسطة

- ٦ -

الذرة والقنبائل الذرية

للكاتب: الدكتور علي مصطفى مشرف

عميد كلية العلوم

جامعة الأزهر
مراةة التزوير عام : ٢ - ٣

رقم التزوير : ٤٤٤٤ / أحمد السامى

عدد الصفحات : ١٠٠

الرقم ١٠

أكتوبر ١٩٤٥

يطلب من سائر المكتبات في مصر والأقطار الشقيقة
ومن جماعة النشر العلمى ٢ عدل باشا القاهرة

فهرس

٩	مقدمة
١٢	مكبيد
١٦	الفصل الأول - ألفا - بيتا - جاما
٢٣	• الثاني - الأرقام الذرية وتركيب الذرة
٣٢	• الثالث - أسلحة جديدة
٤١	• الرابع - الطاقة الذرية
٥١	• الخامس - نشاط مصطنع
٥٨	• السادس - فلق النواه
٦٤	• السابع - ديو ٢٣٥
٧٢	• الثامن - التنفيذ العملي
٧٧	خاتمة

مكتبة الجيل الجديد

سلسلة كتب شهرية تصدرها

جماعة النشر العلمي

تزود الجيل الجديد بما ينفي له من غذاء علمي وثقافي خامس

الإدارة : بنسادي المعلمين

٢ شارع عدل باشا القاهرة

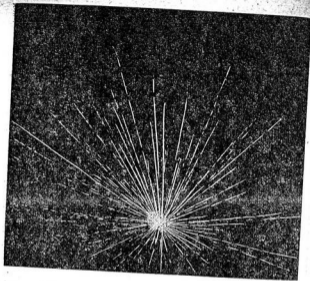
تليفون ٤٥٣٨٤

الاشتراك السنوي ٥٠٠٠٠

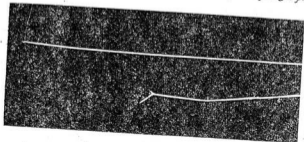
ترسل الاشتراكات والراسلات : بعنوان الادارة باسم

محرر المعلم

الذرة تنحطم !!



المصورة العليا يرى فيها القاري، ذرة البورانيوم وهي تنحطم فتنتثر جميعاً جسيمات ألفا
تتحرك في خطوط مستقيمة، والسفلى صورة مكبرة لحظتين من هذه الخطوط !!



وأول من نجح في تصوير الذرات تصويراً فوتوغرافياً هو شارلس ويلسون عام ١٨٩٦
وعاشان الصورتان متقولتان عنه .

تأسف جماعة الفئسّر العلمي لتأخر صدور
هذا الكتاب إلى الآن . وسامح الله في ذلك
وزارة التكوين فربى صامحة الجول والطول في
الورق .

وهنا لعلي نتم من أن مضرات الزين أنهمم
كثرة السؤال وطول الانتظار لهذا الكتاب . . .
سجودون فيه وفي قوة مارتة وغزارة مهنوباته ،
كافي سعة عرضة وطولورة أسلوبه .
سجودون في كل ذلك أعظم العوصه
وأهمزل الجزء .

١٠٣

الذرة والقنابل الذرية

سبع أسرار

مقدمة

في كتابي «مطالعات علمية» (١) الذي نشر بالقاهرة عام ١٩٤٣
أنشأت فصلا تحت عنوان «تركيب الذرة» قلت فيه، لعل بعض حضرات
القراء يشعر أنني إذ أتحدث إليهم عن الذرة، إنما أضيع عليهم الوقت في
الكلام عن صفات الأمور. فالذرة باعتراف الجميع شيء صغير وإنه في
في عرف الكثيرين شيء ضئيل وتافه، لا يستحق أن تصرف الوقت
والجهود في التحدث عنه. ولكني أنفي عن نفسي أية تهمة يمكن أن توجه
إلي من هذا النوع أذكر أن الذرة وإن كانت صغيرة الجسم والوزن، إلا
أنها عظيمة القوة شديدة القدرة فلو استطعنا أن نحصل على الطاقة الكامنة
في ذرات جرام واحد من المادة العادية لكانت مقدار هذه الطاقة لتحريك
قطار وزنه مئات الأطنان حول الكرة الأرضية بأسرها.

وفي ٦ أغسطس سنة ١٩٤٥ أعلن كل من رئيس جمهورية الولايات المتحدة
ورئيس الوزارة البريطانية أن القوة الجوية التابعة للجيش الأمريكي ألقت
قنبلة على قاعدة الجيش الياباني في هيروشيما وأن هذه القنبلة قنبلة ذرية تزيد
قوتها عن قوة عشرين ألف طن من أشد أنواع الديناميت فتكا. وقد كانت
القوة المدمرة لهذه القنبلة فظيعة بدرجة لا يمكن وصفها، وكان أثرها واسع
المدى، فقد قتل من كانوا خارج المنازل حرقا وقتل من كانوا داخلها بسبب
الضغوط والحرارة التي لا يمكن أن توصف شدتها. وفي يوم ٩ أغسطس

(١) انظر كتاب «مطالعات علمية طبعة بالقاهرة سنة ١٩٤٣ صفحة ٣٨.

سنة ١٩٤٥ جا. في بلاغ خاص أذاعه القائد العام للقوات الأمريكية الجوية في المحيط الهادى أن قنبلة ذرية ثانية ألقيت صباح ذلك اليوم على ناجازاكي الميتة اليابانى الكبير، وقد ورد في التقارير عن هذه القنبلة أنها عمت من الوجود ما يقرب من مئتين من مدينة ناجازاكي ودمرت جميع الاهداف الحربية في تلك المدينة. ولا شك في أن إلقاء هاتين القنبتين كان له أثر هام في تعجيل انتهاء الحرب فقد استسلمت اليابان يوم ١٥ أغسطس سنة ١٩٤٥ وأشار المبكادو في إعلان إستسلامه إلى القنابل الذرية على أنها سبب من أسباب الاستسلام.

وفي مقال آخر لى في نفس الكتاب المشار اليه آنفا تحت عنوان «علاقة المادة بالاشعاع»، قلت، ومنذ سنة ١٩٣٦ حدث تقدم كبير في استخدام النيوترونات لاحداث ما يسمى بالنشاط الاشعاعى الاصطناعى أو المكتسب. فقد وجد أن العناصر التي ليس لها نشاط اشعاعى ذاتى يمكن تحويلها إلى عناصر ذات نشاط إشعاعى مكتسب بتعريضها للنيوترونات المهركة. ولا بأس من الإشارة هنا إلى ما حدث أخيراً من التوصل إلى قسمة أو فلق ذرة اليورانيوم بتعريضها لنيوترونات بطيئة، فقد تمكن هاهن وإشتراسمان^(١) في برلين من الحصول على عنصر الباريوم ووزنه الذرى ١٣٧. من عنصر اليورانيوم،

وأذكر أنني التقيت بدولة النقرائى باشا في حفلة شاي أقامها المغفور له أحمد ماهر باشا بمدينة منزله عام ١٩٣٩ وكان معنا الدكتور فارس نمر باشا، فدار الحديث حول الأحداث الدولية التي سبقت قيام الحرب فقلت عندئذ إن العمل الذي قام به هاهن وإشتراسمان من فلق ذرة اليورانيوم

Hahn & Strassmann (١)

ربما كان أهم حدث في أخبار العالم، وأحسب أن كلامي حمل على أنه مغالاة في تقدير العلم والعلما. ولا شك في أن التوصل إلى صنع القنبلة الذرية قد مر الناس هرا عنيفا في أنحاء المعمورة وجعلهم يهتمون بأمر الذرة وتركيبها، ويفكرون بشأن العلوم الطبيعية والبحوث العلمية، ويتوقون إلى معرفة معنى النشاط الإشعاعى وغيره من الظواهر الذرية الأخرى التي أدى البحث فيها إلى صنع القنابل الذرية. ومقياس الناس في ذلك إنما هو مقياس القوة فالعلوم الطبيعية في نظرم قد صارت هامة لأنها تسيطر على قوى عظيمة. ومع أنني وكل عالم لا تفر هذا المقياس ولا تزن الأمور بهذا الميزان إلا أنني رأيت من واجبي أن أنتهز فرصة اهتمام الرأى العام بأمر الذرة وتركيبها لأقدم للجمهور المثقف من قراء العربية هذا السفر المتواضع متتبعا فيه ناحية التبسيط والبعث عن التعقيد الفنى. وكل ما أرجوه أن أيشر اهتمام الناس في مصر والشرق العربى بهذه الناحية الشائقة من نواحي البحوث الطبيعية وأن أعمل على إنتشار العقيدة العلمية بيننا، تلك العقيدة التي هي أساس كل تقدم إنجابى في عصرنا الحديث.

تمهيد

الجواهر الفرد أو الجزء المرى لا يتجزأ :

إن البحث في الذرة لم يكن الباعث عليه الرغبة في استخدام القوة الكامنة فيها ، أو الاستفادة من الطاقة المدخرة بين نواتيها ، وإنما نشأ البحث في الذرة وتركيبها كما نشأ البحث في مختلف فروع العلم عن رغبة في المعرفة نشأ عن أن العقل البشرى يميل بطبعه إلى دراسة الطبيعة وتفهم أسرارها ، يميل إلى دراسة الكون والتعرف على خفاياه وما استغلق من أمره . في الفلسفة الاغريقية القديمة نجد أن طاليس الذي عاش في ميليتوس حوالي سنة ٦٠٠ قبل الميلاد يتكلم عن ضرورة وجود وحدة أساسية أو جوهر أولى تألف منه المواد . كما نجد لوسيبوس وديوكريتوس ولوكريتيوس يتكلمون عن ذرات تتركب منها المواد المختلفة ويبحثون في اختلاف هذه الذرات وتشابها . وفي العصر العربي نجد الفلاسفة والمتكلمين يبحثون في منطقية الجواهر الفرد والجزء الذي لا يتجزأ . كل هذه الأبحاث قد نشأت عن رغبة الانسان في تفهم ما يحيط به من الظواهر الطبيعية وفي أن يدرك كنه هذه الظواهر إدراكا صحيحا .

وقد ظل البحث في الذرات ونحوها صراعا من فروع الفلسفة الكلامية لا يكاد يوصل بالتجربة العملية بسبب حتى النصف الأول من القرن التاسع عشر . ففي ذلك العصر تقدمت دراسة الكيمياء تقدما كبيرا وازداد البحث والتنقيب ، وأجهدت القرائح فقام العالم الإنجليزي

جون دالتون باحياء رأى الأقدمين في وجود الذرة ، ودل على صحة هذا الرأى بنتائج التجربة في التفاعلات الكيميائية ، ونشأت فكرة الجزيء . الذي هو عبارة عن جملة ذرات مجتمعة معا فوضع علم الكيمياء على أساس منطقي مقبول .

العناصر والمركبات - الذرات والجزيئات

وقد قسم دالتون^(١) وأتباعه المواد التي نعرفها جميعا إلى قسمين ، وهما العناصر والمركبات ، وجعلها تتألف من ذرات العناصر مجتمعة على هيئة جزيئات ، فالماء مثلا وهو أحد المركبات مؤلف من جزيئات الماء . وكل جزيء من جزيئات الماء مؤلف من ذرتين من ذرات عنصر الأيدروجين وذرة من ذرات عنصر الأوكسجين . والأوكسجين الذي هو أحد العناصر مؤلف كذلك من جزيئات إلا أن كل جزيء في هذه الحالة إنما يتألف من ذرتين متشابهتين من ذرات عنصر الأوكسجين . بهذه الطريقة يمكن دالتون وأتباعه من إرجاع جميع المواد التي كانت معروفة عندهم إلى نيف وسبعين عنصرا لكل واحد منها ذرة خاصة . أي أن العالم المادى بأسره قد أمكن تصوره على أنه مبنى من نيف وسبعين نوعا من أنواع الذرات .

وقد زاد هذا العدد حتى وصل في الوقت الحالى إلى ثلاثة وتسعين عنصرا ، وإلى أواخر القرن الماضى كانت هذه الآراء تعرف بالفرض الذرى أو بالنظرية الذرية على اعتبار أنها نظرية علمية تفرضها علينا الحقائق التي نعرفها عن التفاعلات الكيميائية وتتفق مع هذه

J. Dalton (١)

الحقائق ومن سوء الحظ أن كلمة أتوموس الاغريقية التي اشتق منها اسم الذرة في معظم اللغات الحديثة معناها الحرفي ما لا يقبل التجربة ، لذلك كان من الفكر الشائعة في الأذهان أن الذرة لا تقبل التجربة بعكس الجزيء الذي يقبل التجربة إلى ذرات .

نشأة البحث في تركيب الذرة :

وفي أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحالي حدث تطور عنيف في العلوم الطبيعية أدى إلى ثلاثة أمور جوهرية ، الأمر الأول أن الذرات قد أمكن تصويرها فوتوغرافيا واحدة واحدة ويجد القارى على صفحة ٧ صورة فوتوغرافية للذرات متحركة . وبذلك تحول الكلام عن الذرات من مجرد فرض أو نظرية عليية إلى حقيقة واقعة ، أى أن كل شك في وجود الذرة كوحدة مستقلة قد زال وصارت الذرة شيئا خاضعا للشاهدة المباشرة له وجود خارجي . والأمر الثاني أن الذرة التي كان يظن أنها غير قابلة للتجزئة قد ثبت أنها تنجز أقبعض الذرات يتفجر من تلقاء ذاته كذرات الراديوم واليورانيوم وغيرهما من العناصر ذات النشاط الاشعاعي والبعض الآخر يمكن تحطيمه أو تهشيمه بوسائل خاصة . ويرجع الفضل في هذا التقدم إلى بيكريل (١) وكوري (٢) ومدام كوري وأنياعهم في فرنسا وإلى تومسون (٣) ورتدرفورد (٤) وأنياعهم في إنجلترا . والأمر الثالث أن ذرات العنصر الواحد وهي التي كان يظن أنها متشابهة من جميع الوجوه قد ثبت أن بينها اختلافا في الوزن دون أن يكون ذلك

J. Becquerel (١)

J. & P. Curie (٢)

J. J. Thomson (٣)

E. Rutherford (٤)

أى أثر في خواصها الكيميائية أو في طبيعة الاشعاع الصادر عنها ويرجع الفضل في إثبات ذلك إلى صودي (١) وآستون (٢) وأنياعهما في إنجلترا . وبذلك تفتح أمام البشر عالم جديد هو عالم داخل الذرة ، ذلك العالم الذي ظل مغلقا مستعصيا إلى عهدنا الحالي ونشأ بحث بل نشأت مباحث عدة في تركيب الذرة هي التي سأحاول أن أصف نتائجها فيما يلي .

شيء . ولما لم يكن السبب في ذلك واضحا في أول الأمر فقد اكتفى العلماء بأن سمو الجزء الأول أشعة ألفا والجزء الثاني أشعة بيتا والثالث أشعة جاما تمييزا للواحد منها عن الآخر .

وقد أنشئت البحوث فيما بعد أن أشعة ألفا وأشعة بيتا ليست أشعة بالمعنى العادى لهذه الكلمة ، فهما ليستا من نوع أشعة التور بل إن كلاهما عبارة عن جسيمات صغيرة تحمل الكهرباء . فأشعة



الفا كما بيتا

ألفا تحمل كهرباء موجبة ولذلك فهي إذا انخرقت إلى ناحية البين (انظر شكل ١) فان أشعة بيتا التي تحمل كهرباء سالبة تنحرف إلى اليسار . أما أشعة جاما فليست جسيمات وبالتالي فهي ليست مكهربة وإنما هي أشعة بالمعنى العادى للكلمة تشبه أشعة التور وإنما تختلف عنها في قصر موجتها ، وهي في الواقع لا تختلف كثيرا عن أشعة إكس التي يعرفها (شكل ١) كل منا ونستخدمها في تصوير عظامنا وداخل أحياتنا . من أجل ذلك سميت الجسيمات المتحركة في أشعة ألفا جسيمات ألفا وسميت الأخرى جسيمات بيتا .

وسيرد ذكر جسيمات ألفا كثيرا في هذا الكتاب ، ولذلك يحسن أن يتعرف القارى على خواص هذه الجسيمات . فالجسيم الواحد من جسيمات ألفا لا يزيد وزنه على سبعة أجزاء من مليون مليون مليون جزء من الجرام . والواقع أن وزن مليون مليون جسيم من جسيمات ألفا يساوى نحو ٦٠٦ أجزاء من مليون مليون جزء من الجرام . ووزن جسيم ألفا أربعة أمثال وزن ذرة الأيدروجين التي هي أخف الذرات جميعا .

الفصل الأول

ألفا - بيتا - جاما

ألف - باء في تركيب الذرة :

ألفا - بيتا - جاما أول حروف الهجاء في اللغة الاغريقية والحروف الاغريقية ليست غريبة علينا إذ أن الحروف العربية نفسها قد رتبت على نسق الحروف الاغريقية فقبل أجد هوز ... الخ . وإذن فإن ألفا - بيتا - جاما تقابل ألب - باء - جيم ولذلك فهي تصلح كمنقطة ابتداء لتعلم لغة الذرة . وقد دخلت هذه الحروف في لغة الذرة في أواخر القرن الماضى عندما اكتشف اليورانيوم والراديوم وغيرها من العناصر ذات النشاط الاشعاعى .

والذين رأوا الشريط السينمائى عن حياة مدام كورى يذكرون ذلك التوهج أو ذلك الاشعاع المثير في الظلام الذى ظهر لمدام كورى عندما نظرت لأول مرة إلى عنصر الراديوم . وقد استرعى أمر هذه الأشعة نظر العالم العالى فقام العلماء بحلونها ودرسوا خواصها وسميت الظاهرة بظاهرة النشاط الاشعاعى . فمن ذلك أنهم جعلوا هذه الأشعة تمر بمجال مغناطيسى فتحللت إلى ثلاثة أجزاء . انخرق أولها إلى جهة البين بفعل القوة المغناطيسية وانخرق ثانيا إلى جهة اليسار بفعل نفس القوة ومضى ثالثها في سبيله لا يولى

أما جسم بيتا فوزنه أقل من ذلك بكثير ويساوي نحو جزء من ١٨٠٠ جزء من وزن ذرة الأبدروجين . والكهرباء التي يحملها جسم ألفا ضعف كمية الكهرباء التي يحملها جسم بيتا من حيث المقدار وهي كما قدمنا مخالفة لها في النوع .

رسم الذرة وتناثر بعض أهمياتها

وقد ثبت أن ما نسميه النشاط الإشعاعي لليورانيوم والراديوم وأمثالها إنما هو تهم ذرات هذه المواد وتناثر أجزائها . فذرة اليورانيوم ليست باقية على حالها وليست الأمور في داخلها مستقرة كما هو الحال في ذرات العناصر العادية ، فهي ذرة مضطربة متفجرة يعوزها الاتزان والاستقرار ، وتلك هي الميزة التي تميزها وأمثالها عن غيرها من الذرات . وإذا فهم القارئ ذلك فإنه يفهم ببساطة أهمية دراسة الجسيمات التي تنبعث عن الذرة في أثناء تهمها وعظمتها . إذ أن هذه الجسيمات لا بد داخلية في تركيب الذرة فهي أجزاؤها أو أحشاؤها نذبنا بما استقر في باطنها . ونضرب لذلك مثلا . نفترض أن بناء تهم وتناثر بعض أجزائه وأنها وجدنا بين هذه الأجزاء المتناثرة أحجارا من نوع معين ، فإنه يحق لنا أن نحكم بأن هذه الأحجار داخلية في تركيب هذا البناء . وهكذا الحال في أمر الذرة .

جسيمات بيتا أو الالكترونات :

وتتناثر جسيمات بيتا التي تنبعث من ذرات العناصر ذات النشاط الإشعاعي بأنها جسيمات شائعة في جميع المواد منتشرة في العالم المادى

انتشاراً عظيماً . وقد سبق الكشف عنها الكشف عن اليورانيوم والراديوم فالأنايب الغازية من النوع المبيت في شكل ٢ إذا أمر فيها تيار كهربائي وكان ضغط الغاز قليلا صدر عن القطب



السالب فيها (وهو الذي يسمى بالمهبط) أشعة تعرف بأشعة المهبط ثبت أنها مؤلفة من جسيمات بيتا .

والحصول على جسيمات بيتا من المادة أمر يسيل نسبياً ، فتحن إذاً أحيثما سلكا معدنيا انبعثت منه هذه الجسيمات تحت تأثير قوة كهربائية جاذبة . بل إن مرور التيار الكهربائي في سلك من النحاس إنما هو عبارة عن حركة هذه الجسيمات بين ثنايا مادة . لجسيمات بيتا إذن جزء أساسي من أجزاء المادة وقد أطلق على هذه الجسيمات اسم أقصر وأسبل هو لاسم الالكترتون ، ومعنى هذا أن جسيمات بيتا إن هي إلا إلكترونات . والفرق الأساسي بين جسيمات بيتا المنبعثة عن الذرة وبين الإلكترونات المتحركة في أشعة المهبط إنما هو فرق في السرعة ، فسرعة الالكترونات في أشعة المهبط ربما وصلت إلى سرعة الضوء أو إلى نصفها ، ولكنها لا تزيد على ذلك ، أما الإلكترونات المنبعثة عن عنصر الراديوم فتصل سرعتها إلى ما لا يقل عن سرعة الضوء بأكثر من ١ ٪ .

أول قنبول فريدي

وما قبل عن الفرق بين سرعتين في حالة الالكترونات يقال في حالة جسيمات ألفا ، لجسيمات ألفا التي تستحدث صناعياً داخل الأنابيب الغازية

المفرغة، والتي تعرف بأشعة الفناء، ربما تصل سرعتها الى جزء من مائة جزء من سرعة الضوء. أما جسيمات ألفا الصادرة عن عنصر الراديوم فتصل سرعتها إلى عشرة أمثال هذا المقدار. ولما كان وزن جسيم ألفا بمبادل أربعة أمثال وزن ذرة الأيدروجين كما تقدم فإن اجتماع وزنه وسرعته معا يجعله قذيفة لها خطرهما إذا أطلقت على الذرات عاملة على تفتيتها. فهي بمثابة قنابل يمكن إطلاقها على ذرات العناصر فإذا اصطدمت بذرة اصطداماً عتيقاً هزتها وربما طردت بعض أجزائها خارجاً.

وأول من استخدم جسيمات ألفا كقنابل بطلقة على ذرات العناصر هو العالم الإنجليزي الورد رذرفورد أستاذ الطبيعيات بجامعة كامبردج. ونحن إذا وصفنا تجارب رذرفورد على أنها إطلاق لقنابل ذرية فانتنا لانقصد بالقنابل الذرية تلك القنابل التي ألقيت على هيروشيا وناجازاكي والتي سميت قنابل ذرية لأن طاقتها مستمدة من داخل الذرات. أما القنابل التي أطلقها رذرفورد داخل معمله فهي قنابل ذرية بمعنى أنها هي نفسها ذرات أو أجزاء من ذرات تنطلق على الذرات. ولما كانت كتلة القنبلة التي هي جسيم ألفا لا تزيد على سبعة أجزاء من مليون مليون مليون من الجرام كما قدمنا فإن أبحاث رذرفورد لم تسترع إلا انتباه العلماء الذين يقيسون الأمور بمقاييس المنطق والمعرفة وليس بمقاييس القوة الناشئة. ومع ذلك فإن قنابل رذرفورد الذرية المنتهية في الصغر والضآلة هي التي فتحت خزائن الطاقة الذرية لمن يريد أن يستخدمها في التخريب والتدمير.

التفتت الأولى لأبحاث رذرفورد - النواة

ولم يأت عام ١٩١١ لم يكن العلماء يعرفون إلا القليل عن طريقة اجتماع أجزاء الذرة في داخلها. فالذرة تحتوي على جسيمات مكمربة ولكن كيف تألف هذه الجسيمات؟ وهل تجتمع كلها في حيز صغير فتوزع فيه توزيعاً منتظماً؟ وإذا كان التوزيع غير منتظم فأى كفة هو؟ وقد أدت بحوث رذرفورد إلى نتيجة هامة لا تزال ترشد الباحثين إلى يومنا هذا. ألا وهي أن الذرة مؤلفة من نواة أصغر كثيراً من الذرة ذاتها تحيط بها إلكترونات تتحرك في فضاء يحيط بالنواة. فالذرة عبارة عن نواة تحيط بها إلكترونات. والالكترونات خارجية في تركيب الذرة أي أنها تشغل الجزء الخارجي فيها. أما النواة فهي المركز الذي تجتمع حوله الذرة. والنواة هي التي تتركز فيها مادة الذرة بحيث يكون وزن النواة مساوياً تقريباً لوزن الذرة بأكملها ولا يقل عنه إلا قليلاً. والسبب في ذلك أن الجزء الخارجي من الذرة وهو الالكترونات خفيف جداً، وقد سبق القول إن وزن الالكترونات لا يزيد عن جزء من ١٨٠٠ جزء من وزن أخف ذرة نقرها وهي ذرة الأيدروجين. فأبحاث رذرفورد هي التي أكدت للعلماء أن لكل ذرة نواة تحتوي على الجزء الأعظم من وزن الذرة. ويختلف عدد الالكترونات المحيطة بالنواة باختلاف الذرات: فذرة الأيدروجين لها نواة تحيط بها الكترون، وذرة الهيليوم لها نواة تحيط بها الكترونان، وذرة الحديد لها نواة تحيط بها ستة وعشرون الكتروناً وهكذا. ولا يزيد قطر النواة عن جزء من عشرة آلاف جزء من قطر الذرة نفسها. أما قطر الذرة فيتراوح بين جزء من مائة مليون

(١) تمييزاً له عن الأيدروجين التبل الذي سيأتي الكلام عنه فيما بعد.

جزء وجزء من عشرة ملايين جزء من الستيمتر .
وقد ثبت أن جسيمات ألفا إن هي إلا نوى عنصر الهليوم كما أطلق
اسم البروتون على نواة الأيدروجين الخفيف . واستخدمت البروتونات
في مهاجمة الذرات بنفس الطريقة التي استخدمت بها جسيمات ألفا . إلا
أنه لما كان وزنها يعادل ربع وزن جسيمات ألفا فإن مقدرتها على تجزئة
النواة تكون أقل تبعاً لذلك . ويعمل البروتون نصف ما يعمله جسيم ألفا
من الكهرباء الموجبة وهذا يساوى في المقدار وبخلاف في النوع ما يحمله
الالكترتون .

التعجيب الثانية لدرجات رذرفورد - تحويل العناصر:

عندما أطلق رذرفورد جسيمات ألفا على غاز الأزوت تحقق حلم
قديم للكيميائيين ، ألا وهو تحويل العناصر الواحد منها إلى الآخر .
والذي حدث هو أن جسيم ألفا دخل في تكوين نواة الأزوت وخرج
من النواة في الوقت ذاته بروتون . فتحولت النواة من نواة أزوت
إلى نواة أوكسجين . ومع أن تحول العناصر من عنصر إلى آخر كان معروفاً
في دائرة العناصر ذات النشاط الإشعاعي كالراديوم ، إلا أن هذه الظاهرة
كانت محدودة النطاق . أما تحويل عنصر مثل عنصر الأزوت إلى عنصر
آخر مثل عنصر الأوكسجين فلم يكن في طاقة البشر . والتجارب التي أجراها
رذرفورد لم تكن تجارب كيميائية ، فالتحويل إنما حدث لعدد قليل من
الذرات بحيث تعجز الوسائل الكيميائية عن امتحانه أو التعرف عليه ،
ومع ذلك فقد برهن رذرفورد وأتباعه على أن ذرة الأزوت قد تحولت
فعلاً إلى ذرة الأوكسجين . وبذلك بدأ عصر جديد في علم الطبيعة وعلم
الكيمياء على حد سواء .

الفصل الثاني

الأرقام الذرية وتركيب الذرة

ترتيب الذرات - مبراول مندليف:

من المعلوم أن العالم الروسي مندليف^(١) وضع في عام ١٨٦٩ جدولاً
للعناصر رتبها فيه وفق أوزانها الذرية ، فوضع الأيدروجين وهو أخف
العناصر أولاً يليه الهليوم ثم الليثيوم ثم البيريديوم ثم الكربون ثم
الأزوت ثم الأوكسجين وهكذا . ولم يضع مندليف العناصر في قائمة
رأسية بل إنه رتبها على صورة جدول شبيه بجدول الضرب له خانات
أفقية وأخرى رأسية وجعل عدد الخانات الأفقية ثمانية ، فإذا انتهى من
خانة أفقية رجع إلى أول الخانة التي تليها وبهذه الطريقة أنقسمت العناصر
إلى مجموعات أو أسر تقع كل أسرة في خانة رأسية واحدة . فمن ذلك أن
عنصر الفلور وعنصر الكلور وكذلك البروم واليود تقع كلها في خانة
رأسية واحدة . وكذلك يقع الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم
والسيزيوم في خانة أو أسرة أخرى .

وقد وجه مندليف النظر إلى أن أعضاء الأسرة الواحدة تشابه فيما بينها
في خواصها الكيميائية ومعنى هذا أن الخواص الكيميائية للعناصر تتكرر
تكراراً دورياً كل ثمانية عناصر . فالعنصر الثاني يشبه العنصر العاشر
والثامن عشر وهكذا ، والعنصر الثالث يشبه الحادي عشر والتاسع عشر

Mendeléeff (١)

وهكذا ، ولعل هذا يذكر بعض القراء بما يحدث في السلم الموسيقي الذي تنكرر خواصه كلما انتقلنا من قرار الى جواب ثم الى جواب الجواب وهكذا . ومع أن جداول مندليف الذرية لم تكن لها صفة الكمال فلا شك في أنها ساعدت على تقدم البحث ، حتى لقد أدت إلى اكتشاف بعض العناصر الجديدة لحلول أمانكتها في الجدول . وقد وضع مندليف أمام كل عنصر في الجدول الرقم الذي يدل على وزنه الذري متخذاً الأيدروجين مقايلاً للذرة . ثم وجد العلماء بعد ذلك أن الأنسب استخدام مقال آخر يساوي $\frac{1}{16}$ من وزن الأوكسيجين وهذه الوحدة الجديدة للقياس نقل عن سابقها بنحو ثمانية أجزاء في الألف جزء ، وتمتاز بأن الأوزان الذرية للعناصر تكون قريبة من الأعداد الصحيحة .

منطق الأرقام

وما يحكى أن الأستاذ مندليف عندما أتى بمجمعه عن جداوله الذرية أمام المجمع العلمي الروسي اعترض عليه أحد الحاضرين في شيء من السخيرة متسائلاً لماذا لم ترتب الأستاذ مندليف العناصر حسب الحروف الهجائية لأسمائها . ثم يبحث عن التشابه في خواصها على هذا الأساس . والواقع أن الإنسان ليجب من هذه المقدرة الهائلة التي تسلط بها الأرقام على الطبيعة . وترتيب العناصر من ١ إلى ٨ ثم من ٩ إلى ١٦ ثم من ١٧ إلى ٢٤ وهكذا مسألة عديدة مجتهد ، ومع ذلك فالتشابه بين عنصرين كالصوديوم والبوتاسيوم في خواصهما الكيميائية حقيقة واقعة في العالم المادى تظهر لنا بعيدة كل البعد عن حساب الأعداد والأرقام . ومنطق الأرقام في جداول مندليف منطق مقنع وهو في الوقت ذاته

منطق منتج يؤدي إلى تقدم العلم والمعرفة البشرية .

الأرقام الذرية وعمد الألكتروليتات الحارضية :

سبقت الإشارة إلى أن ذرة كل عنصر من العناصر مؤلفة من نواة تحيط بها عدد من الألكتروليتات . والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن هو ما هو عدد الألكتروليتات التي تحيط بالنواة في كل عنصر من العناصر ؟ والعلم مدين في الإجابة عن هذا السؤال لشاب إنجليزي قتل في الحرب الماضية ولم يبلغ من العمر اثنتين وعشرين سنة اسمه موزلى (١) . فقد وجد موزلى من أبحاثه في أشعة أكس الصادرة عن العناصر المختلفة أن عدد الألكتروليتات المحيطة بالنواة مساو دائماً للرقم الذري للعنصر ، وهي حقيقة تجمع بين البساطة المتناهية والقوة النافذة . ومعنى هذا أننا إذا رتبنا العناصر تبعاً لأوزان ذراتها من الأخف إلى الأثقل وهكذا ، ثم رتبناها ترتيباً متسلسلاً ، فإن الرقم المقابل لكل عنصر يساوى عدد الألكتروليتات المحيطة بنواة الذرة . وفيما يلي قائمة تحتوي على اثني عشر عنصراً الأولى في جدول العناصر وأمام كل عنصر الرقم الدال على ترتيبه في الجدول الذي هو نفسه الرقم الدال على عدد الألكتروليتات المحيطة بالنواة .

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
هيدروجين	هيليوم	ليثيوم	بيريلا	بورون	كربون	نيتروجين	أكسجين	فلورين	ناتريوم	مغنسيوم	ألومنيوم

ويسمى رقم العنصر في جدول العناصر «الرقم الذري» ، ويكون معنى قانون موزلى أن الرقم الذري يساوى عدد الألكتروليتات المحيطة بالنواة .

H. G. J. Moseley (١)

طبقات الالكترونات:

ولم تقف بحوث موزلى عند إثبات هذا القانون الهام بل إنه توصل إلى معرفة طريقة توزيع الإلكترونات حول النواة فوجد أنها تقع في طبقات مطبقة داخلية تحيط بها أخرى ثم أخرى وهكذا. واستخدمت الحروف اللاتينية M, L, K .. الخ .. للدلالة على هذه الطبقات ولا بأس من استخدام الحروف ك، ل، م، النخ .. في لغتنا لهذا الغرض. فننتكلم عن طبقة ك أو الطبقة الكافية للدلالة على طبقة الإلكترونات الداخلية التي هي أقربها للنواة، وطبقة ل أو الالامية التي تليها وهكذا. ومن ألد البحوث العلمية البحث في توزيع الإلكترونات بين الطبقات المختلفة وعلاقة ذلك بالإشعاع الصادر عن الذرة. وقد وجد أن لكل طبقة عددا ثابتا من الإلكترونات هو أكبر عدد يجوز أن يحمل في هذه الطبقة، فالطبقة الكافية لها إلكترونان اثنان والطبقة الالامية ثمانية والطبقة الميمية ١٨ والتونية ٣٢ ثم يتناقص العدد بعد ذلك إلى الطبقات الخارجية.

الرقم الذرى وخواص الزرة:

ويحدد الرقم الذرى للعنصر خواصه الكيميائية والإشعاعية تحديدا يكاد يكون تاما. فالعبرة في خواص العنصر ليست بوزنه الذرى ولكن برقه الذرى. هذه حقيقة كان لها أثر عظيم في تطور البحث وجهت العلماء توجهها منتجا في موضوع اختلاف ذرات العنصر الواحد. فقد كان المفروض حتى أوائل القرن الحالى أن ذرات العنصر الواحد كلها متشابهة من جميع الوجوه وخاصة متساوية في الوزن واعتبر الوزن الذرى للعنصر مساويا لوزن ذرته. وهو أمر بدبهي إذ لا معنى للكلام عن الوزن الذرى إذا لم نقصد به وزن الذرة.

وكان المفهوم أن الخواص الكيميائية للعنصر تتحدد بوزنه الذرى، فلما عرف أن الرقم الذرى هو الذى يحدد خواص العنصر نشأ البحث في تشابه ذرات العنصر الواحد واختلافها وهل يجوز أن تتفق ذرتان في الرقم الذرى مع اختلافها في الوزن. والرقم الذرى هو عدد الالكترونات المحيطة بالنواة أما وزن الذرة فهو ثقل النواة ذاتها التي تحتوي على جل مادة الذرة كما سبق الإشارة. وقد بدأ الشك يتطرق إلى الاعتقاد في تشابه ذرات العنصر الواحد من حيث الوزن ونشأ هذا الشك من الناحية التجريبية من دراسة العناصر ذات النشاط الإشعاعى.

كهرباء النواة:

وقبل البحث في موضوع النشاط الإشعاعى وعلاقته بوزن الذرة ورفها سشير إلى حقيقة بسيطة لا يدركها. أن يدركها إن لم يكن قد أدركها من تلقاء نفسه. فالذرة عبارة عن نواة يحيطها عدد من الإلكترونات يساوى الرقم الذرى للعنصر. وكل إلكترون من الإلكترونات يحمل كمية معينة من الكهرباء السالبة. وقد قام الباحثون في أوائل القرن الحالى بقياس هذه الكمية مقياسا مضبوطا وبرهنوا على أن جميع الإلكترونات تحمل نفس الكمية من الكهرباء. حتى لقد صارت هذه الكمية وحدة ثابتة من وحدات علم الطبيعة. ولعل أدق من قاسوا هذه الوحدة العالم الأمريكى ميليكان^(١) فوجد أنها تساوى ٤.٧٤ من عشرة الاف مليون جزء. من وحدات الكهرباء الاستاتيكية. فإذا اتخذنا هذه الكمية وحدة للقياس فإن الإلكترون الواحد يحمل وحدة منها، والإلكترونان يحملان

وحدتين وهكذا. وإذا فالإلكترونات المحيطة بالذرة تحمل عددا من هذه الوحدات الكهربائية يساوي عدد الإلكترونات. ولما كانت الذرة في مجموعها متعادلة من الناحية الكهربائية يجب أن تحمل الذرة عدداً من الوحدات الكهربائية الموجبة يساوي عدد الإلكترونات المحيطة بها وذلك لكي تتعادل الكهرباء الموجبة والكهرباء السالبة للذرة.

فتارة الذرة إذن تحمل كهرباء موجبة تزداد بازدياد الرقم الذري ومعنى هذا أن نواة الألدروجين تحمل وحدة من الكهرباء الموجبة ونواة الهيليوم تحمل وحدتين والليثيوم ثلاث وحدات وهكذا.

عود إلى النشاط الإشعاعي

وهنا نعود بالفقار إلى ظاهرة النشاط الإشعاعي وننظر في شيء من التفصيل إلى ما يحدث لذرة اليورانيوم أثناء تحوّلها. فاليورانيوم الذي يرمّله بالرقم ٩٢ عدده الذري ٩٢ وإذن نواته تحمل اثنين وتسعين وحدة من وحدات الكهرباء الموجبة. ويخرج من نواة (اليورانيوم ٩٢) جسيم ألفا فيتحوّل إلى ما يسمى (يورانيوم ٩٠) ولما كان من المعلوم أن جسيم ألفا يحمل وحدتين من الكهرباء الموجبة فإن نواة النواة تنقص لذلك بمقدار هاتين الوحدتين فيصير رقمه الذري ٩٠ بدلا من ٩٢ ثم يتحوّل (يورانيوم ٩٠) إلى (يورانيوم ٨٨) ويخرج جسيم بيتا من نواته ويتحوّل هذا الأخير إلى (يورانيوم ٨٨) ويخرج جسيم بيتا آخر. ولما كان كل جسيم من الجسيمين بيتا يحمل وحدة من الكهرباء السالبة، فإن عدد وحدات الكهرباء الموجبة التي تحملها النواة يعود إلى ما كان عليه أي يصير ٩٢ وحدة. وإذا فأمامنا ذرتان ذرة (يورانيوم ٩٢) وذرة (يورانيوم ٨٨) متساويتان في رقهما الذري وهو ٩٢ ومع ذلك

فإننا نعلم علم اليقين أن وزن ذرة (اليورانيوم ٩٢) أقل من وزن ذرة (اليورانيوم ٨٨) بمقدار أربع وحدات من وحدات الوزن الذي وذلك بسبب خروج جسيم ألفا الذي وزنه يساوي أربعة وحدات. فالذرتان (يورانيوم ٩٢) و (يورانيوم ٨٨) متساويتان في رقهما الذري ومختلفتان في وزنهما.

ولما كانت الخواص الكيميائية والإشعاعية للذرة لا تتوقف إلا على رقها الذري يجب أن نسلّم بأن (اليورانيوم ٩٢) و (اليورانيوم ٨٨) ذرتان لعنصر واحد:

المعروف فترات العنصر الواحد في الوزن - أصناف العنصر:

وقد دلت الأبحاث التي قام بها صودي وآستون وغيرهما على أن كل عنصر من العناصر له ذرات مختلفة في الوزن مع تساويها في الرقم الذري. فعنصر الأوكسجين مثلا له ذرة وزنها ١٦ وأخرى وزنها ١٧ وثالثة وزنها ١٨ والرقم الذري لكل واحدة من هذه الذرات المختلفة ٨ وتسمى المواد المنحرفة في خواصها الكيميائية والإشعاعية وفي الرقم الذري لذراتها مع اختلافها في الوزن الذري تسمى هذه المواد أصناف العنصر^(١). فعنصر الأوكسجين إذن له ثلاثة أصناف، وقد يصل عدد أصناف العنصر الواحد إلى عشرة كما هو الحال في عنصر القصدير. وتختلف النسب المتوفرة لأصناف العنصر الواحد فبعضها يوجد بنسب عالية والبعض بنسب ضئيلة. فعنصر السيليكون مثلا توجد له ثلاثة أصناف أوزانها الذرية ٢٨، ٢٩، ٣٠.

(١) Isotopes

على التوالي إلا أن نسبة وجود الصنف الأول في العنصر ٦،٨٩،٦٪ والثاني ٦،٢٪ والثالث ٤،٣٪.

ميراثه التراث أو مطابف الكتلة:

وإذا كانت أصناف العنصر الواحد لا تكاد تختلف في خواصها الكيميائية ولا الإشعاعية فكيف أمكن التوصل إلى معرفة ما بين ذراتها من اختلاف في الوزن؟ إن أصناف العنصر الواحد تكون مركبات متشابهة في خواصها الكيميائية ولذلك كان من الضروري استحداث طرق خاصة لفصلها وتقريبها. أما طريقة التحليل الطيفي على ما افلوت عليه من قدرة ونفاذ فإنها تعجز عن التفرة إلا فيما ندر. فذرة الليثيوم التي وزنها ٦ وذرة الليثيوم التي وزنها ٧ لها طيفان متشابهان من جميع الوجوه وإن شئت فقل إنه طيف واحد. واذن فلا يمكن الاعتماد على الخواص الكيميائية ولا على المطابف^(١) الضوئي في التمييز بين أصناف العنصر الواحد. وقد استخدم طومسون وآستون وصودي جهازا مستحدثا لقياس الذرة اطلقوا عليه اسم مطابف الكتلة^(٢). أمكن بواسطته قياس أوزان الذرات بدرجة عالية جدا من الدقة. والاساس الذي بنيت عليه طريقة هذا المطابف هي مرور الذرات المكهربة في مجال كهربائي مضاطبي فتسير الذرات في مسارات متحنبة يمكن حسابها بنائية الدقة بتطبيق قوانين علم الميكانيكا. ولما كانت هذه المسارات تختلف باختلاف أوزان الذرات فقد أمكن حساب وزن كل ذرة على حدة. وتعرف الأوزان الذرية التي

Spectroscope (١)

Mass Spectrograph (٢)

حصل عليها بهذه الطريقة بالأوزان الذرية الطبيعية تميزا لماعن الأوزان الذرية الكيميائية. وفيما عدا طريقة مطابف الكتلة قد استحدثت طرق أخرى طبيعية لمعرفة وزن الذرة منها طريقة الانتشار وطريقة القوة الطاردة المركزية وأهمها في المدة الأخيرة طريقة التحليل الكهربائي. وقد أدت هذه الطرق مجتمعة إلى معرفة أوزان الذرات المختلفة بدقة عظيمة كما أدت إلى اكتشاف بعض الجسيمات الجديدة مما سأتى الكلام عنه في الفصل الآتي

الفصل الثالث

أسلحة جديدة

الالكترونات والبروتونات كأساس لبناء المادة :

منذ نحو عشر سنوات أقيمت في المؤتمر السادس للجمع المصري للثقافة العلمية محاضرة عنوانها ، الجسيمات التي كشف عنها حديثا في علم الطبيعة ، وصفت فيه طرق الكشف عن هذه الجسيمات المستحدثة وذكرت علاقتها بتكوين الذرة . وقد كنت أشعر كما يشعر غيري من العلماء في ذلك الوقت أن الكشف عن هذه الجسيمات أمر له خطره في البحوث النظرية ، ثم أعدت نشر محاضرتي على صورة مقالة في كتابي « مطالعات عليية » ، الذي سبق الإشارة إليه ، وقد حققت الحوادث منذ ذلك الوقت ما كنا نترقبه من نتائج هامة للكشف عن هذه الجسيمات .

قال أوائل سنة ١٩٣٠ كان الإلكترون والبروتون هما الجسيمان الأساسيان في علم الطبيعيات الذرية أحدهما يحمل كهرباء سالبة والآخر موجبة . وكان الرأي متجها إلى اعتبار هذين الجوهريين أساسا لتكوين الذرة بحيث يتصور أن النواة مبنية من إلكترونات وبروتونات . فتواة الهيليوم مثلا التي هي جسم ألفا كان ينظر إليها على أنها مركبة من أربعة بروتونات واثنين من الإلكترونات . وكذلك الحال في نوى العناصر الأخرى . ومع أن هذا الرأي لا تزال له وجاهته إلا أنه مما لا شك فيه أن الكشف عن الجسيمات الجديدة قد نفي عنه كثيرا من بساطته .

النيوترون أو البروتون المتعادل

وأول هذه الجسيمات هو النيوترون وهو مساو للبروتون في وزنه إلا أنه غير مكهرب . ويرجع الكشف عنه إلى البحوث التي قام بها بوت ويبيكر (١) عام ١٩٣٠ ، وكانا يجريان تجارهما على أشعة ألفا الصادرة عن عنصر البولونيوم فيسلطانها على عناصر مختلفة لمعرفة نتائج اصطدامها . مع نوى ذرات هذه العناصر . وقد وجدنا أن بعض العناصر لا سيما الليثيوم والبرورون والفلور يصدر عنها في هذه الظروف أشعة تمر من خلال ستيمتيرين من النحاس ، وأن عنصر البريليوم على وجه خاص غني بمثل هذه الأشعة . ولما كانت هذه الأشعة عديدة الكهربية ، فقد افترض بوت ويبيكر ، بدون مناقشة ، أنها أشعة جاما أي أنها أشعة من نوع أشعة الضوء وليست جسيمات متحركة . وتابع جوليو وزوجه إيرين كوري جوليو (٢) هذه الأبحاث مستخدمين مصدرا أقوى من البولونيوم ، فوجدوا أن الأشعة المشار إليها تخترق عدة ستيمترات من الرصاص ، كما وجدنا أن هذه الأشعة تطرد البروتونات عن شمع البارافين ، إلا أن مدى هذه البروتونات لا يتفق مطلقا وافترض أن هذه الأشعة هي أشعة جاما . وفي ظرف يوم أو يومين من ظهور بحث جوليو وزوجه بين تشادوك (٣) أن كل الصعوبات القائمة في سبيل تفسير هذه الأشعة تتمشى إذا افترضنا أنها مؤلفة من جسيمات عديدة الكهربية سميت نيوترونات .

ومنذ ذلك الحين قد استحدثت النيوترونات بطرق مختلفة أخرى

(١) Bothe and Becker

(٢) Joliot et Irène Curie Joliot

(٣) Chadwick نشر بحثه في مجلة Nature في أوائل سنة ١٩٣٢

أصبحت بطريق استعمال بروتونات زرداد مرتعها بواسطة مجال كهربائي .
وقد وجد أن كتلة النيوترون تعادل كتلة البروتون وتقدر لها تشادوك
١٠٠٠٦٦ من كتلة البروتون .

البوزيترون أو الألكترون الموجب :

ويرجع الكشف عنه إلى بحوث أندرسن (٢) من يازينا بأمريكا
عام ١٩٣٢ . وكان يشتغل في "بحث عن الجسيمات التي تفصلها الأشعة
الكونية عن جزئيات الغازات . وكان أندرسن يستخدم بجلا معنطليسيا
يعادل نحو ١٥٠٠٠ جاريس ، لمعرفة مقدار طاقة الجسيمات . وقد عثر
أندرسن على جسيمات يمكن أن تخترق لوحا من الرصاص سمكه ٦ مليمترات
ومقارنة انحناء مسار الجسيم في ناحيتي اللوح يمكن معرفة اتجاه حركة
الجسيم ، وقد وجد أن الجسيم يعمل كهربيا . موجبة وأن كتلته أقل بكثير
من كتلة البروتون . وفي نفس الوقت كان بلاكيت وأوتشاليبي (٣)
يجريان مثل تجارب أندرسن بجهاز ممتاز عن جهاز أندرسن بأن التردد في
الغاز لا يحدث إلا عند مرور الأشعة الكونية . وقد أثبت هذان الأخيران
عام ١٩٣٣ أن الكهريا . موجبة وقد أمكن إحداث الألكترون
الموجب بطرق أخرى أهمها :

(١) أن الأشعة الصادرة عن عنصر البريليوم والناشئة عن وقوع أشعة
من عنصر البولونيوم عليه ، والتي تتألف من أشعة ألفا ونيوترونات
إذا وقعت على عنصر الرصاص صدر عن هذا العنصر إلكترونات
موجبة ، وقد وجد هذا كل من تشادوك وبلاكيت وأوتشاليبي وغيرهم .

C. D. Anderson (١)
Blackett and Occhialini (٢)

(ب) أن أشعة جاما الصادرة عن (التوريوم C) أو [الراسب الفعال
للتوريوم] إذا وقعت على الرصاص صدر عن هذا الأخير إلكترونات
موجبة . وقد اكتشف ذلك المذكورون وأندرسن .

البريليون أو الأيدروجين الثقيل :

كان الكشف عن هذا الجسم ناشئا عن الدقة الشديدة في قياس
الفروق الصغيرة وملاحظتها كما حدث في الكشف عن عنصر الأرجون
في الهواء الذي قام به لورد رابلي . فكشافة غاز الأيدروجين يمكن قياسها
بالطرق الكيميائية ويمكن مقارنتها بكشافة غاز الأوكسجين . كما أنه من
الممكن أيضا قياس هاتين الكشافتين ومقارنتهما بطريقة حركة البروتونات
في جهازولسن . وقد لاحظ بيرج ومندل (١) أن بين الطريقتين فرقا يعادل
نحو ١١٠٠٠٠٠ . ووجدنا أن هذا الفرق أكثر من الخطأ المحتمل وقوعه . وقد
فرضنا أن اللمة في هذا الفرق ربما كانت راجعة إلى وجود أيدروجين ذرته
أثقل من ذرة الأيدروجين العادي .

وقد حقق صحة هذا الزعم كل من بوري وبركودل وميرفي (٢) بطريقة
التحليل الطيفي بمشاهدة عظم خافت في طيف الأيدروجين . وقد وجد
بوري وواشيرين أن التحليل الكهربائي يزيد من نسبة الأيدروجين الثقيل
في الماء . وحصلنا على ماء ثقيل مركز بواسطة التحليل الكهربائي المتكرر .
وهذا ماسبقته الإشارة إليه عند الكلام عن طريقة التحليل الكهربائي في
فصل أصناف العناصر إذ أن الأيدروجين الثقيل يمكن اعتباره أحد أصناف
عنصر الأيدروجين . ويوجد نحو ستيتمتر مكعب واحد من الماء الثقيل

Birge and Mendel (١)
Urey, Birkwedde and Murphy (٢)

في كل ٦ لترايت من الماء العادي، وأول من حضر الماء الثقيل خالصا تقريبا هو *ن. ل. لويس* (١) من كاليفورنيا، وأرسل عينات منه لمامل أوروبا وأمريكا لدراسة خواصه.

وقد سمي الأيدروجين الثقيل باسم *ديليوجين* وتألف ذرته من ديبلون وإلكترون كما تتألف ذرة الأيدروجين الخفيف من بروتون وإلكترون.

والديبلون جسم يحمل من الكهرباء قدر ما يحمله البروتون ولكن كتلته تساوي ضعف كتلة البروتون.

جسيمات أخرى:

وقد عثر على جسم آخر يحمل كهرباء سالبة بقدر ما يحمل الإلكترون ولكن وزنه يساوي وزن الإلكترون نحو مائتي مرة. وقد سمي هذا الكائن الإلكترون الثقيل أو المزون. كما أن هناك أدلة على وجود جسم غير مكهرب يساوي وزنه وزن الإلكترون وقد أطلق على هذا الجسم اسم (التوتريون).

أخر الجسيمات الجديدة في البحث النري:

إن الجسيمات الجديدة وخصوصا النيوترون والديبلون هي بمثابة أسلحة جديدة لهاجة الذرة وتحطيمها والكشف عن أجزائها وطريقة تركيبها. فاللورد رذرفورد لم يكن لديه من التقابيل القوية لإجسيات ألفا يطلقها على ذرات العناصر. أما بعد سنة ١٩٣٣ فقد أضيفت قنبلتان أخريان هما النيوترون والديبلون. ويمتاز النيوترون بأنه غير مكهرب

ولذلك فإن مقدرة عظيمة على اختراق التواء والتغلغل فيها. فالنواة كما تقدم تحمل كهرباء موجبة فيحدث تناثر بينها وبين الجسيمات التي تحمل كهرباء موجبة مثل جسم ألفا. فتلقو النيوترون من الكهرباء. يجعله يتقدم نحو النواة ويصل إليها غير حائل بالمجال الكهربائي الذي يحيط به. وهو من أجل ذلك سلاح ماض له خطر.

والديبلون سلاح جديد آخر يمتاز بأن وزنه يعادل ضعف وزن البروتون فهو إذن أمضى وأشد فعلا. أما إذا قارناه بجسم ألفا فإن وزنه يعادل نصف جسم ألفا فهو أقل منه فعلا من هذه الناحية. ولكن الكهرباء التي يحملها نصف ما يحمل جسم ألفا، فأثره بالقوة الكهربائية للنواة يكون أضعف من تأثير جسيمات ألفا.

أصلح من نوع آخر:

من المعلوم أن مقدرة القذائف على الفتك والتدمير تتوقف على عاملين أساسيين أولهما وزن القذيفة والثاني سرعتها. فكلما زاد الوزن زاد الفتك وكذلك كلما زادت السرعة زاد الفتك أيضا. ولما كانت جسيمات ألفا وكذلك البروتونات والديبلونات تستخدم كقذائف في تحطيم النواة والفتك بالذرة، لذلك كان من المهم أن تزداد سرعة هذه القذائف إلى أكبر حد ممكن. وقد شغلت هذه المسألة أذهان الباحثين فقاموا باستحداث أجهزة مختلفة الغرض منها إيجاد جسيمات مكهربة ذات سرعات عالية لاستخدامها كقذائف تطلق على الذرة.

جهاز السيكلو ترون

وأهم الوسائل المستحدثة لإحداث جسيمات مكهربة ذات سرعات

عالية هو جهاز السيكلوترون الذى انشأه العالم الأمريكى لورنس (١) الأستاذ بجامعة كاليفورنيا وقد أجرى لورنس أبحاثه الأولى فى استعدادات هذا الجهاز بالاشتراك مع ليفينجستون (٢) عام ١٩٣٢ . وهذه المناسبة تذكر أن هذا هو نفس العام الذى دل فيه تشادوك على النيوترون وكشف فيه أندرسن عن البوزترون ، فهو عام مبارك فى تطور البحوث الذرية . وقد استخدم لورنس فى أبحاثه الأولى تيارا كهربائيا على التردد يصل إلى أربعة آلاف فولت ، وحصل على جسيمات متحركة بسرعات تقابل ١,٢ مليون فولت أى تساوى نحو سبعمائة مرة الضوء . مستخدما الديبلون كقذيفة ، وتخرج هذه القذائف من الجهاز من نافذة صغيرة . ويمكن رؤية القذائف فظفر على شكل شعاع متوهج أزرق اللون يتوقف طوله على كثافة الهواء الجوى . ويمكن معرفة سرعات الجسيمات المتحركة فى هذا الشعاع بصفة تقريبية بالنظر إلى مدى طوله فى الهواء . فكلما زادت السرعة زاد المدى .

وقد قام لورنس بنفسه ببناء سيكلوترونات مختلفة الحجم تتفاوت طاقة أشعتها من ٨٠ ألف فولت إلى ١٦ مليون فولت ، ويمتد شعاع هذه الأخيرة فى الهواء بعد خروجه من نافذة الجهاز إلى ما يقرب من مترين . ويقدر عدد السيكلوترونات للمعلوم وجودها فى العالم كله بنحو أربعين سيكلوترونا مختلفة الحجم . وقد جاءت الأخبار منذ نحو ستين بأنهم شرعوا فى إقامة سيكلوترون هائل فى مدينة بيركلي بالولايات المتحدة يصل الضغط الكهربائى فيه إلى ما يقرب من ثلاثمائة مليون فولت ، ويتفد شعاعه فى الهواء إلى مدى ٤٣ مترا . وأغلب الظن أن هذا الجهاز قد تم إعداده واستخدمه .

(١) M. S. Livingston

شرح الجهاز ومبدأه

وسأشرح للقارى الأساس الذى بنى عليه طريقة استخدام السيكلوترون والأجزاء الرئيسية للجهاز . فمن المعلوم أنه إذا تحرك جسيم مكهرب فى مجال مغناطيسى فإنه يتحرك فى دائرة . ويتوقف قطر الدائرة على سرعة الجسيم فكلما زادت السرعة كبرت الدائرة . فإذا بدأ جسيم فى الحركة ثم ازدادت سرعته فإن الدائرة التى يتحرك فيها يكبر قطرها وبذلك يتحرك الجسيم فى شكل لولبى .

وقد استخدم لورنس فى جهازه قطبين كهربائين كل منهما على شكل نصف دائرة بحيث ينتج من اجتماعهما دائرة كاملة . وتبدأ الجسيمات فى الحركة بالقرب من مركز الدائرة وتسير فى أول الأمر فى دوائر صغيرة قريبة من المركز بتأثير المجال المغناطيسى العمودى على مستوى الدائرة . هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فإن نصفي الدائرتين متصلان بجهاز كهربائى يجعل أحد التصفيين يختلف عن الثانى فى جهده الكهربائى ويجعل هذا الاختلاف يتغير تغيرا دوريا سريعا أو بمبادرة أخرى يتردد ترددا عاليا على نحو ما يقال فى علم الكهرباء .

والسر فى المسألة كلها ينحصر فى ضبط زمن هذا التغير أو هذا التردد بحيث يتفق تماما مع زمن دوران الجسيمات فى دوائرها . فإذا عبر جسيم القطر الفاصل بين نصفي الدائرتين ازدادت سرعته بفعل الفرق بين الجهدين الكهربائين ، فإذا أتم نصف دائرة من حركته وعاد يعبر القطر فى الاتجاه المضاد كان اتجاه الفرق بين الجهدين قد تغير بحيث تزداد سرعة الجسيم مرة أخرى . وهكذا كلما عبر الجسيم القطر الفاصل

ازدادت سرعته بفعل الجهد الكهربائي المتردد فتزداد سرعته مرتين في كل دورة كاملة . وينشأ عن ازدياد السرعة اتساع دائرة الحركة فيقترب الجسم تدريجياً من حافة الدائرة إلى أن يصل إلى النافذة الموجودة في حافة الجهاز ، فيخرج منها وقد اكتسب سرعة هائلة . وما يحدث للجسم الواحد يحدث لغيره من الجسيمات فتخرج جميعاً منطلقاً على صورة شعاع أذرق . وفي التجارب الأولى التي أجراها لورنس وليفنجستون دار كل جسيم ١٥٠ مرة في الجهاز قبل خروجه منه . ولما كانت سرعة الجسيم تكسب إضافتين أو ثلاثين ، في كل دورة فيكون عدد العلاوات ثمانية . وفي الأجهزة الكبيرة التي شيدت حديثاً يزداد عدد العلاوات عن ذلك كثيراً .

والميزة الكبرى في السيكلوترون أنها لا تحتاج إلى ضغط كهربائي عال . فالصعوبات العملية في إيجاد ضغط يساوي مائة الف فولت مثلاً عظيمة ، أما في جهاز لورنس فيمكن استخدام بضع عشرات الألوف من الفولت لإحداث جسيمات تقابل طاقتها عشرات الملايين من الفولت .

الفصل الرابع

الطاقة الذرية

الطاقة :

الطاقة لفظ يستعمله العلماء بمعن خاص يختلف عن معناه عند الأدباء . وإن كان بين المعنيين ارتباط ، والعلم من عاداته أن يتفهل على لغة الأدباء . في كل عصر وفي كل أمة فيقتبس منها ما يراه ملائماً لفرضه من الألفاظ والعبارات ، ثم هو يعدد إلى تحريفها عن موضعها فيكسبها معاني ومدلولات اصطلاحية أو تواضعية تحمل في لغة العلم والدعاء محل المعاني الأصلية ، وكذلك تنتشر الكلمات على أهلها وتحتاج إلى من يقدمها لأهيم في زبها الجديد .

فالطاقة في لغتنا العادية معناها الوسع أو المقدور ، فيقال ليس ذلك في طاقتي أي ليس في استطاعتني . وهي في الغالب تضاف إلى الانسان فيقال طاقة البشر وطاقة فلان من الناس .

أما في الإصطلاح العلمي فقد نشأت فكرة الطاقة مرتبطة بالحركة الميكانيكية للأجسام ، ثم تطورت وتغلقت في التفكير العلمي حتى صارت خاصة أساسية من خواص المادة وارتبطت بالدراسات الطبيعية في سائر نواحيها حتى صار لها من الشأن والأهمية ما للمادة أو أكثر .

تسوية فكرة الطاقة :

ويرجع التفكير في الطاقة إلى النصف الأول من القرن السابع عشر حين فكر الفيلسوف الفرنسي ديكارت^(١) فيما سماه مقدرة الجسم على الحركة ، فن المعلوم أننا إذا قذفنا جسماً (كحجر مثلا) في اتجاه رأسى إلى أعلا ، فإن مقدرة على الاستمرار في الحركة إلى أعلا تتوقف على سرعته ، فإذا زادت السرعة التي نقذفه بها زادت مقدرة على الارتفاع وإذا نقصت السرعة نقصت . وكان ديكارت يعتبر هذه المقدرة متناسبة مع مربع الجسم ، فإذا تضاعفت السرعة مثلا تضاعفت المقدرة ، ودلل على ذلك بما هو معلوم من أن زمن حركة الجسم إلى أعلا متناسب مع السرعة التي يقذف بها .

وفي النصف الثاني من القرن السابع عشر فكر العالم الألماني لايبنتز^(٢) في مقدرة الجسم على الحركة هذه ولكنه ارتأى فيها رأياً آخر . فن المعلوم أننا إذا قذفنا جسماً في اتجاه رأسى إلى أعلا فإن أقصى ارتفاع يصل إليه يتناسب لا مع السرعة ذاتها ولكن مع مربعها . فإذا تضاعفت السرعة ضرب الارتفاع في أربعة وإذا ضربت السرعة في ثلاثة ضرب الارتفاع في تسعة وهكذا . وقد اعتبر لايبنتز بناء على ذلك أن مقدرة الجسم على الحركة يجب أن تتناسب مع مربع السرعة وسمى هذه المقدرة على الحركة ، بالقوة الحية .

وفي أوائل القرن الثامن عشر نشر كتاب كان قد وضعه العالم الهولندي

Descartes (١)

Leibnitz (٢)

هايجنز^(٣) (١٦٢٩ - ١٦٩٥) وضمته بحوثاً أجراها على تصادم الأجسام المرنة . وقد ذكرها هييجنز في كتابه أن القوة الحية ، هذه تنتقل من جسم إلى آخر عند التصادم بحيث يكتسب أحد الجسمين منها ما يفقده الآخر ، فكأنما هذه القوة الحية سلمة تباع وتشترى بين الأجسام .

طاقة الحركة وطاقة الجهد :

وقد جاءت الأبحاث النظرية التي قام بها برنولي^(٢) ولاجرانج^(٣) معززة لفكرة القوة الحية ، موجبة النظر إلى أهميتها ، وأطلق عليها اسم جديد أقرب إلى التفكير العلى فسميت ، بطاقة الحركة ، أى الطاقة أو المقدرة الناشئة عن الحركة .

وتعرف طاقة الحركة بأنها نصف حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع سرعته . فالجهد الذي كتلته مائة جرام مثلا وسرعته عشرة سنتيمترات في الثانية يقال إن له طاقة حركة تساوى خمسة آلاف إرجا أى خمسة آلاف وحدة من وحدات الطاقة . ويسمى هذا النوع من الطاقة بطاقة الحركة تمييزاً له عن النوع الآخر الذي يعرف بطاقة الجهد أو طاقة الموضع . وطاقة الجهد تنسب إلى الجسم الساكن إذا كان موجوداً في موضع يسمح له ببذل الشغل ، فالجهد الموجود عند قمة جبل وإن كان ساكناً إلا أن ارتفاع مكانه من شأنه أن يسمح له ببذل الشغل في هبوطه إلى مستوى سطح الأرض .

وأظهر مثال على ذلك مياه الشلالات أو الخزانات كمنار أسوان ،

Huggens (١)

Bernoulli (٢)

Lagrange (٣)

فإن وجود هذه المياه في أماكن مرتفعة يجعل لها نوعاً من الطاقة أو المقدرة على العمل المفيد كإدارة الآلات الكهربائية. وتقاس طاقة الجهد لجسم معلوم بمحاصل ضرب القوة التي تؤثر فيه في المسافة التي يقطعها في هبوطه من موضعه الممتاز إلى الموضع الطبيعي أو العادي له.

فكل جسم متحرك إذن هو مورد للعمل المفيد يصح أن يستغله الإنسان في إدارة آلاته، وكذلك كل جسم يمكن أن يتحرك بسبب وجوده في مكان ممتاز هو أيضاً مورد للعمل المفيد، وكلا النوعين من الأجسام له طاقة. فالأول له طاقة حركة ناشئة عن حركته الفعلية، والثاني له طاقة جهد أو طاقة موضع ناشئة عن وضعه الممتاز وإمكان اكتسابه للحركة بالهبوط منه. وفي كلتا الحالتين ترتبط الطاقة بحركة الأجسام أو بإمكان حدوث هذه الحركة ولذا تعرف بالطاقة الميكانيكية. ونحن إذا تأملنا في الطبيعة التي تحيط بنا شاهدنا أمثلة عدة على وجود الطاقة الميكانيكية. فالرياح الجارية والرياح يمكن استخدامها في إدارة الطواحين والطلبان، ومياه التلال والخزانات، وورد غنى من موارد الطاقة. ولعل القراء يذكرون مشروع منخفض القطارة الذي لا يزال قيد البحث فالفكرة الأساسية فيه هي الاستفادة من هبوط مياه البحر من منسوبها العادي إلى منسوب منخفض القطارة بالصحرى الغربية. بل إن بعض العلماء قد فكر في الاستفادة من حركات مياه المد والجزر واستغلال طاقتها لمنفعة البشر.

الطاقة والعلوم الطبيعية:

وفي أوائل القرن التاسع عشر بدأت فكرة الطاقة تتغلغل في العلوم

الطبيعية وتعدى مجرد الفكرة الميكانيكية. ومن أهم الأبحاث التي ساعدت على ذلك ما قام به العالم العصى جيمس جول^(١) (١٨١٨ - ١٨٨٩) من التجارب التي فتحت باباً جديداً للشتغلين بالعلوم الطبيعية. فقد أثبت هذا العالم أن مقدار الحرارة التي تتولد من احتكاك الأجسام تتناسب ومقدار الطاقة الميكانيكية التي تبذل في هذا الاحتكاك، أي أن الطاقة الميكانيكية تتحول إلى طاقة حرارية، كما بين أيضاً أن الحرارة التي تتولد في سلك رفيع بمرور تيار كهربائي فيه ترتبط ومقدار الطاقة التي تبذل، ومعنى ذلك أن الحرارة التي تشعر بها أجسامنا إن هي إلا نوع من أنواع الطاقة. وقد أدت أبحاث جول إلى نشوء نوع جديد من فروع المعرفة يعرف بعلم الديناميكا الحرارية، فيه يبحث في حركات الجزيئات التي تتألف منها الأجسام وارتباط ذلك بحرارتها.

الطاقة والمارة:

ولم يأت آخر القرن التاسع عشر إلا وفكرة الطاقة قد اتصلت بجميع نواحي العلوم الطبيعية، فالكهربائية والمغناطيسية والصوت والضوء وسائر الأشعة غير المرئية صار ينظر إليها جميعاً كظواهر مختلفة من مظاهر الطاقة بحيث أمكن أن يقال إنه لا شيء في الوجود الطبيعي إلا المادة والطاقة.

وعما يساعد على تدعيم هذا الرأي ما وجد من أن الطاقة إذا تحولت من مظهر إلى مظهر آخر كأن تتحول من كهربائية إلى حرارة مثلاً فإن ذلك يحدث بنسبة ثابتة. فنشأ المبدأ القائل بعدم انعدام الطاقة أو بتحولها. فبما أن المادة لا تنعدم وإنما تتحول من مظهر إلى مظهر

(١) James Joule

آخر فكذلك الطاقة لا تفتى وإنما تنكيف بكميات مختلفة . فإذا تصادم جسمان ، مثلا ، كاحداث في تجارب هاجنيز المشار إليها فيما سبق ، فإن الطاقة الميكانيكية تنتقل من أحدهما إلى الآخر كما ذكر هاجنيز ، ولكن الحقيقة الكاملة أن جزءاً من الطاقة الميكانيكية يتحول إلى حرارة أو إلى صوت بحيث يبقى مبدأ بقاء الطاقة نافذاً .

وحدات الطاقة :

والطاقة كأي كمية أخرى تقاس بوحدة خاصة . فنلما ، الكالورى أو السعر هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء بمقدار درجة واحدة مئوية ، وإذن فهو وحدة من وحدات الطاقة الحرارية . والكيلوواط ساعة هو مقدار الطاقة التي يبذلها تيار كهربائى قدرته كيلوات في زمن قدره ساعة . ولما كانت أنواع الطاقة يمكن تحويلها الواحدة منها إلى الأخرى كما سبق وصفه فإن الطاقة الحرارية تتحول إلى طاقة كهربائية وبالعكس . ولذلك فلا داعى لاستعمال وحدات مختلفة لأنواع الطاقة المختلفة من حرارية وكهربائية . . . الخ ، بل يكفي استخدام وحدة مشتركة بينها جميعاً ، ولشئنا الكيلوواط ساعة مثلا وهو يعادل ما يقرب من ٣٠٠٠ ألف كالورى . والكيلووات ساعة هذا هو الوحدة التي تعاملنا على أساسه شركات النور ، وبمنه في القاهرة نحو قرشين ، فهو وحدة متداولة ومعروفة . ومن الوحدات التي تستخدم عادة في قياس الطاقة الذرية الفولت الألكترونى وهو يعادل ٣٣ ألف كالورى عن كل عدد من الجرامات يساوى الوزن الذرى للمادة .

الطاقة ومدرية الأمم :

إن مدينة الأمم المختلفة تقاس بمقدار الطاقة الميكانيكية التي تستخدمها هذه الأمم في صناعاتها وسائر مرافقها سواء أكانت هذه الطاقة مستمدة من الوقود أم من مساقط المياه أم من الرياح . . . الخ . فالاستهلاك الطاقة في الدول الأوروبية وأمريكا قد يزيد على ٣٠٠٠ كيلوواط ساعة للفرد الواحد في الأمة ، أى ٣٠٠٠ مليون كيلوواط ساعة عن كل مليون نسمة . وفي روسيا سنة ١٩٣٢ بلغ استهلاك الطاقة الكهربائية ١٣,٥ ألف مليون وزاد في سنة ١٩٣٧ إلى ٣٨ ألف مليون كيلوواط ساعة . وإذا أتم مشروع استنباط الكهرباء من سد أسوان فينتظر أن تبلغ كمية الطاقة المستخرجة منه سنوياً نحو ٣٠٠٠ مليون كيلوواط ساعة . والواقع أن ألف مليون كيلوواط ساعة واحدة مناسبة جداً لقياس الطاقة سواء أكننا نتكلم عن الاستهلاك السنوى للأمم المختلفة أم انتقل بنا البحث إلى الطاقة الذرية . ومن باب الاختصار سأسمى ألف مليون كيلوواط ساعة باسم وحدة الطاقة ، فإذا قلت وحدة الطاقة دون أى وصف آخر قصدت بها ألف مليون كيلوواط ساعة .

مصادر الطاقة :

وقد كان الوقود ولا يزال مصدراً أساسياً من مصادر الطاقة في حياة الأمم . فالفحم وزيت البترول مصدران هامان تدار بهما الآلات الميكانيكية . وقد زاد الاهتمام في العهد الأخير بمساقط المياه كمورد من موارد

الطاقة واتجه النظر أيضاً إلى حرارة الشمس وإلى قوى المد والجزر كما سبقت الإشارة . ولتلق نظرة على الوقود كصدر من مصادر الطاقة . إن احتراق مليون طن من الكربون التي ينشأ عنه ٩,٤ من وحدات الطاقة . من أين تأتي هذه الطاقة ؟ إن عملية الاحتراق عبارة عن تفاعل كيميائي فذرات الكربون تبق على ما هي عليه كذرات ، وكذلك ذرات الأوكسجين وكل ما منالك هو أن هذه الذرات يمد بطريقة تنظيمها على شكل جزيئات لتأني أوكسيد الكربون ، فالطاقة التي تحصل عليها إذن لا تأتي من داخل الذرة ولا تفس صميم المادة ، وإنما منشؤها ما بين الذرات المختلفة من قوى . هي إذن طاقة كيميائية أساسها التفاعل الخارجي بين الذرات . هي قوى سطحية إن شئت بالنسبة إلى الذرة لا تصل إلى النواة التي هي مركز الذرة وسوداء قلبها النابض . والبحوث التي وصفتها في الفصول السابقة من هذا الكتاب تبين كيف يمكن لعلماء الطبيعة أن يصلوا إلى النواة وأن يستخرجوا منها النيوترونات وجسيمات ألفا . قبل يستطيع الانسان أن يحصل على الطاقة من باطن النواة ؟ وهذه الطاقة التي يحصل عليها من صميم المادة ما منشؤها وهل تبق المادة مادة بعد تجريدها من صميم طاقتها ؟

الذرة كمصدر من مصادر الطاقة :

وأول من أعطى الناس جواباً مضبوطاً عن مقدار الطاقة الذرية هو العلامة البرت أينشتين (١) عام ١٩٠٥ . فقد حسب أن مقدار الطاقة المختزنة في بواطن ذرات كيلو جرام واحد من المادة يساوي ٢٥ وحدة

Albert Einstein (١٩٠٥)

من وحدات الطاقة ، أي ما يعادل كمية الحرارة المستمدة من احتراق ٢,٧ مليون طن من الكربون التي . ومن المهم أن يفهم القارئ أن هذه الطاقة المختزنة في بواطن الذرات ليست شيئاً يضاف إلى المادة بل إنما هي المادة ذاتها ، فالحصول على ٢٥ وحدة من وحدات الطاقة من كيلو جرام من المادة ليس معناه استخراج هذه الطاقة من داخل ذرات المادة مع بقاء الكيلوجرام كيلوجراماً ، بل إن معناه أعمق من هذا بكثير ألا وهو تحويل المادة إلى طاقة فالكيلوجرام من المادة يعادل ٢٥ وحدة من وحدات الطاقة ويساويها مساواة . وإذا أمكن الحصول على هذه الطاقة فيكون ذلك على حساب المادة ذاتها فتبقى وبشي أثرها من الوجود . ومعنى هذا أن المادة والطاقة قد صارا مظهرين لشيء واحد أو صورتين مختلفتين لنفس الشيء . أو معناه إن شئت أن المادة قد صارت في نظر العلماء صورة أخرى من صور الطاقة كالطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية فأضيف هذا النوع الجديد من الطاقة ألا وهو الطاقة المادية إلى الأنواع الأخرى .

تحويل المادة إلى طاقة :

ومن الأمثلة على تحول المادة إلى طاقة ما يحدث في الإشعاع الصادر عن الشمس ، فمن المعلوم أن الشمس تشع كميات هائلة من الطاقة في كل لحظة ، ولا يمكن تفسير هذه الطاقة على أنها ناشئة عن عملية احتراق ، إذ لو أن الشمس كانت مصنوعة من أجود نوع من أنواع الوقود غثتلقاً بغاز الأوكسجين بنسبة تسمح بالاحتراق التام لما زادت كمية الحرارة التي تنجم عن هذا الاحتراق على ما ينبعث من الشمس من الحرارة في مدة

١٥٠٠ سنة . أى أن عمر الشمس بناء على هذا الفرض لا يمكن أن يزيد على ١٥٠٠ سنة وهذا طيقاً ما لا يمكن القول به . ولو فرضنا أن الشمس تحتوى على حرارة عنقونة وأنها بدأت ذات درجة حرارة مرتفعة ثم بردت تدريجياً لكانت درجة حرارتها تنقص في وقتنا الحالي بمقدار ٣٠٥ درجة مئوية كل سنة . وعلى أثر ذلك فلا يمكن أن تستمر في إرسال حرارتها أكثر من بضع آلاف السنين بعدها تنخفض درجة حرارتها إلى ما يقرب من درجة الضفر المئوى . وكذلك يتجم عن ذلك الفرض أن الشمس كانت ترسل إلى الأرض من الحرارة من بضعه آلاف السنين أضعاف ما ترسله إلينا اليوم وإذن فهذا الفرض أيضاً لا يستقيم .

أما التفسير الصحيح فيما نعلم مصدر حرارة الشمس فهو تحويل جزء من مادتها إلى طاقة . وقد قدر أن ما يتعمد من مادة الشمس أو بمباراة أصبح ما يتحول من مادة ذراتها إلى طاقة إشعاعية يبلغ ٣٥ مليوناً من الأطنان في الدقيقة . وتبلغ درجة حرارة مركز الشمس نحو ٣ مليون درجة مئوية ، ولا شك في أن هذه الدرجة العالية من الحرارة بما يساعد على تحول المادة إلى طاقة .

وفي النشاط الإشعاعي لذرة اليورانيوم والراديوم والثوريوم وأمثالها تحول مادة الذرة إلى طاقة . فالجرام الواحد من الراديوم تبعث منه في السنة من الطاقة ما يعادل نحو ١,٤ كيلواط ساعة ، وبذلك يبلغ ما يفقده الكيلوجرام الواحد بسبب انبعاث هذه الطاقة نحو ٥٣ . من الملمجرام في السنة .

الفصل الخامس

نشاط مصطنع

الرؤم واليفت :

في عام ١٩٣٤ أعلن جوليو وزوجه إيرين كورى جوليو أنهما قد تمكنا من إحداث ظاهرة النشاط الإشعاعي في عناصر غير عنصر الراديوم واليورانيوم وغيرهما من العناصر ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي . أو بمباراة أخرى لم تعد ظاهرة النشاط الإشعاعي محصورة في الدائرة التي رسمتها لها الطبيعة ، بل سار الإنسان يتحكم في العناصر العادية ويحولها إلى عناصر نشطة مشعة . ومدام إيرين كورى جوليو هي بنت مدام كورى مكتشفة الراديوم ، لجاء عملها مكمل لعمل أمها ، وقد منحت هي وزوجها جوليو جائزة نوبل على فتحهما هذا .

والنتيجة التي أجزاها هي أنهما أطلقا جسيمات ألفا على كل من عنصرى البورون والالومنيوم فتحولا إلى عنصرين مشعين تصدر عنهما البوزيترونات ، وبعد أن أوقف لإطلاق جسيمات ألفا استمر إشعاع البوزيترونات وتناقص تبعا لقانون أمبى على نحو ما يحدث في العناصر ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي ، ونشأ عن هذا النشاط المصطنع أن تحولت ذرة البورون إلى ذرة أزوت كما تحولت ذرة الألومنيوم إلى ذرة الفوسفور .

النشاط الإشعاعي المصطنع :

وقد نشأ عن هذا الفتح ميدان واسع من ميادين البحث العلى .
فاستحدث النشاط الإشعاعي في ذرات المواد بطرق مختلفة ، منها إطلاق
جسيمات ألفا عليها ، ومنها إطلاق الديليونات ومنها إطلاق النيوترونات .
وقد برهنت هذه التغذية الأخيرة على مقدرة تمايزة في هذا الميدان . ومن
الطريف حقا أن بعض الذرات ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي قد
استحدثت هذه الطرق المصطنعة ، فصنف الراديوم الذى يعرف باسم
(راديوم E) والذي هو عنصر نشط الإشعاع طبيعيا قد استحدث
صناعيا بإطلاق الديليونات على عنصر البروم . ولا يختلف هذا الراديوم
المستحدث صناعيا عن الراديوم الطبيعي في خواصه وصفاته . فالعدد الذرى
لكل منهما ٨٢ والوزن الذرى ٢١٠ وكلاهما يتحول إلى بولونيوم بمرور
أشعة بيتا منه وزمن التحول واحد في الحالين . وهذه القاعدة صحيحة على
وجه العموم ، فخواص العنصر النشط الإشعاع لا تختلف باختلاف طريقة
تحضيره .

النشاط الإشعاعي واستقرار النواة :

إن النواة جسم مؤلف من أجزاء ترتبط فيما بينها بقوى تعمل على تماسكها
وترابطها ، وهى جسم مكهرب تكسفته وتتخلله مجالات كهربائية قوية ، فلا بد
من نظام يجمع هذا الشئ ويؤلف منه وحدة مستقرة الأحوال لها صفة
البقاء والاستقرار . نظام النواة كسأى نظام آخر إما أن يكون مستقرا

فيكفل له البقاء ، أو يضطرب ويختل نوازته فيحدث التفكك والفساد
الذى ربما يؤدي إلى الدمار . وقد تبين أن استقرار النواة واستتباب النظام
فيها له شروط بعضها في غاية البساطة . فالنواة لها ثقل معين كما أنها تحمل
عددا معيناً أيضا من وحدات الكهرباء .

ومن الشروط البسيطة لاستقرار الأمور في النواة أن تكون النسبة
بين كهربائيتها ووزن مادتها محصورة في حدود معينة ، فهذه النسبة تكون
عادة أقل من ١ (إلا في حالة البروتون) كما أنها يجب أن تزيد عن قدر
معين لكل عنصر من العناصر ، فإذا خرجت عن هذه الحدود اختل التوازن
واضطربت الأمور في النواة فانبعثت منها إلكترونات أو بوزيترونات
أو جسيمات أخرى وتحولت إلى نواة جديدة . وهكذا تزول دولة الفساد
والاختلال والفضوى وتحمل محلها دولة النظام والاستقرار . وإذن
فالنشاط الإشعاعي يمكن اعتباره محاولة للوصول بالنواة المضطربة
إلى حالة الهدوء والاستقرار .

تحويلات النواة :

ومنذ سنة ١٩٣٤ تعددت البحوث في جميع أنحاء الأرض في التحولات
التي تحدث للنواة مع البروتونات والنيوترونات والديليونات
والالكترونات والبوزيترونات وجسيمات ألفا وأشعة جاما . وإذا تذكرنا
أن عدد العناصر المختلفة يزيد على التسعين عنصرا ، وأن العنصر الواحد له
أصناف متعددة لكل منها نواته خاصة به ، فإن عدد النوى المعروف للذرات
المختلفة يقرب من مائتي نواة ، كل منها يجوز أن يتفاعل مع بروتون أو

تيوترون أن... الخ. إذا تذكرنا كل ذلك فالنا نستطيع أن نفهم اتساع
الميدان الجديدة التي يصبغ أن يسمى ميدان النواة والذي هو نوع من
الكيمياء الجديدة يتفاعل فيها النوى كما تتفاعل المواد الكيميائية.

للتسلي:

جرت العادة على أن يسلي بعض القراء أنفسهم بحل بعض الألفاظ
كالكلمات المتقاطعة التي تنشر في الجرائد وغيرها من وسائل الترويح عن
الأذهان والنفوس، وفيما يلي سأدلل القارئ على وسيلة من هذه الوسائل
أرجو أن يجد فيها منعة ولذة. أما حضرات القراء الذين يضيفون ذرعا
بالرموز والمعادلات فهؤلاء لأقدم لهم أي اعتذار إذ ما عليهم إلا أن
يقفوا بنظرم ويركروا الرموز والمعادلات لمن هو أوسع منهم صدرا.
والتسلي التي أقدمها للقارئ والتي ستمكته من تتبع التحولات التي تتحولها
النواة وفهم التفاعلات بين النوى يمكن شرح قواعدها بالطريقة الآتية:
إن كل نواة تتميز بعددين أولها يدل على وزنها والثاني على مقدار
الكهرباء الذي تحمله. فتواة الألو مينيوم مثلا وزنها ٢٧ وعدد
وحدات كهربائها ١٣. وإذن يمكن أن تكتب على الصورة الرمزية
(٢٧ أ ل ١٣) حيث أ، رمز على الألو مينيوم. ونواة الهيليوم التي هي
تجسيم ألفا وزنها ٤ ووحدات كهربائها ٢ وإذن يمكن أن يرمز لها بالرمز
(٤ هي ٢) حيث ه هي رمز على الهيليوم، وتوجد نواة لأحد أصناف
السيليكون وزنها ٣٠ وكهربائها ١٤ فترمز لها بالرمز (٣٠ سي ١٤)
تحيث ه سي رمز على السيليكون. ونواة الأيدروجين التي هي البروتون
وزنها ١ وكهربائها ١، فترمز لها بالرمز (أبدا) حيث ه يد رمز على

الإيدروجين. والتسلي التي أقدمها للقارئ هي تفسير المعادلة الآتية:
(٢٧ أ ل ١٣) + (٤ هي ٢) = (٣٠ سي ١٤) + (أبدا)
فهذه المعادلة معناها أنه بإطلاق جسيمات ألفا على ذرات عنصر
الألو مينيوم تحصل على شيتين أحدهما نواة صنف السيليكون التي وزنها
٣٠. والثاني الآخر هو بروتون.

وعلى القارئ أن يتحقق من أمرين. أولهما أن مجموع الأوزان في
الطرف الأيمن من المعادلة يساوي مجموع الأوزان في الطرف الأيسر،
والثاني أن مجموع وحدات الكهرباء في الطرف الأيمن مساو أيضا
لمجموع وحدات الكهرباء في الطرف الأيسر. والتحقق من ذلك أمر
بسيط لأن

$$٢٧ = ١ + ٣٠ = ٤ + ٢٧$$

$$١٣ = ١ + ١٤ = ٢ + ١٣$$

والمسألة كما يرى القارئ لا تعدو عمليتين من عمليات الجمع البسيط.
وليست جميع المعادلات الدالة على تحولات النواة بسيطة إلى هذا الحد،
فقد يحدث أن يدخل [الكثرون في التفاعل وهذا كهربائه سالبة فحل
عملية الطرح بحل عملية الجمع، كما أن وزن الإلكترون ضئيل فيحسب في
المعادلة على أنه صفر. وقد يحدث أن يدخل نيوترون في العملية وهو
غير مكهرب فتحسب كهربائه على أنها صفر. وكذلك أشعة جاما فإن
كل من وزنها وكهربائها يكون صفرا. والمعادلة الآتية تدل على ما حدث
في التجربة التاريخية التي أجراها جوليو وزوجه عام ١٩٣٤ واستحدثنا
الغوسفور ذا النشاط الإشعاعي المصطنع

$$(٢٧ أ ل ١٣) + (٤ هي ٢) = (١٦ صفر) + (٣٠ فو ١٥)$$

وفي هذه المعادلة يدل الرمز Δ عن الثيوترون كما يدل الرمز α على الفوسفور أما النشاط الإشعاعي المصطلح للفوسفور وهو التثاق الجديد الذي أشرنا إليه فإنه يمثل في المعادلة الآتية:

$$({}^{30}\text{P}) = ({}^{30}\text{Si}) + (\alpha)$$

حيث α يرمز على اليوترون، وإني أتذكر القاري أن يسلي نفسه بالتحقق من تساوي الوزن والكهرباء في كل معادلة من هاتين المعادلتين. والمعادلة الأخيرة تدل على عملية نشاط إشعاعي، فذرة الفوسفور التي وزنها ٣٠ وكرباتها ١٥ ذرة غير مستقرة ولذلك تنبعث منها يوترونات وتتحول إلى ذرة سيلكون. فذرة الفوسفور التي وزنها ٣٠ مثال على ما ذكرناه فيما تقدم من أنه إذا وصلت نسبة الكبرياء إلى الوزن إلى حد معين فتتبدل توازن النواة وانبعث منها جسيمات كهربية.

دراسة تفاعلات النواة وثيوترونها:

إن تعدد التفاعلات المختلفة بين النوى والجسيمات الذرية واتساع دائرتها قد أدى إلى تيوبها. فالتفاعلات المتشابهة قد جمعت ورتبت واعتبرت نوعاً من أنواع التفاعلات، وهكذا نشأت دراسة جديدة في علم كيمياء النواة. وسأذكر بعض الأبواب المختلفة التي تقسم فيها هذه التفاعلات أو على الأصح ما عرفت منها إلى الآن. فهناك نحو ثمانية عشر باباً من أبواب هذه التفاعلات. رتبته حسب نوع الجسيمات التي تدخل في النواة ونوع الجسيمات التي تخرج منها، فمثلاً إذا أطلق جسيم ألفا على نواة عنصر من العناصر فدخل الجسيم في النواة واستقر فيها وخرج من

النواة برتوتون اعتبر هذا نوعاً خاصاً من أنواع التفاعل أياً كانت النواة التي يتأثر به. وإذا أطلق جسيم ألفا فخرج نيوترون كان هذا نوعاً آخر، وفي بعض الأحوال يخرج أكثر من جسيم واحد من النواة فيدخل فيها جسيم ألفا ويخرج منها نيوترونان مثلاً. وهذه عمليات على جانب عظيم من التعقيد ولذلك اكتفى بالإشارة إليها دون زيادة في التفصيل.

وكل الأبحاث التي حدثت في تحولات النواة لعامة سنة ١٩٣٩ إنما كانت من هذا النوع من أنواع الانفصال.

أما ما قام به هاهن واشراميان فشيء آخر غير انفصال قطعة صغيرة من كتلة النواة. هذا الشيء هو فلق النواة تلقاً أو قسمة الكتلة إلى جزئين متقاربين في الوزن، فكأنما ضربنا بالفأس في مركز النواة فانفصلت فلقين.

أبحاث فيرمي^(١) والعنصر رقم ٩٣:

وتتصل أبحاث هاهن واشراميان بحوث فيرمي عن العنصر رقم ٩٣، فإلى سنة ١٩٣٤ كان عدد العناصر المعروفة ٩٢ عنصراً. وفي تلك السنة نشر فيرمي بحثاً في مجلة (Nature) الإنجليزية دلل فيه على وجود عنصر جديد يقع بعد عنصر اليورانيوم، وكان اليورانيوم آخر عنصر في جدول العناصر ورقمه الذري ٩٢. والطريقة التي استخدمها فيرمي هي إطلاق النيوترونات على عنصر اليورانيوم نفسه وامتحان نتائج هذا التحول. وقد كان فيرمي وأعدائه قد دللوا من قبل على أن إطلاق النيوترونات على النواة من شأنه أن يفقدتها توازنها فتنبعث منها إلكترونات وذلك برداد رقمها الذري. فإطلاق النيوترونات على آخر عنصر في الجدول من شأنه إذن أن يخل توازن النواة وتنبعث منها إلكترونات فيزيد رقمها الذري عن ٩٢، أو بعبارة أخرى تحول إلى عنصر جديد رقمه الذري ٩٣ أو أكثر. يضاف إلى قائمة العناصر المعروفة.

E. Fermi (١)

الفصل السادس

فلق النواة:

ربيع سنة ١٩٣٩:

يتقل بنا البحث الآن إلى مرحلة جديدة من مراحل تطور البحوث الذرية، وهي المرحلة التي بدأت بطريقة مباشرة إلى صناعة القنابل الفتاكة التي أقيمت على اليابان. وقد أشرت في مقدمة هذا الكتاب إلى أبحاث هاهن واشراميان التي أجريها في ربيع عام ١٩٣٩ ودرويت الرأى الذي صرح به في تلك السنة من أن هذه الأبحاث تعتبر أهم حدث في أخبار العالم والفيزياء، أن يتساءل ما هي الأهمية الخاصة لهذه البحوث وهل تعدو أن تكون إحدى البحوث العديدة في تحولات النواة، وهي البحوث التي أشرت إليها في الفصل السابق، وذكرت أنها أجريت في جميع أنحاء المعمورة؟

الجواب على ذلك أن العمل الذي قام به هاهن واشراميان ليس كثيره من تحولات النواة، فالتحولات التي كانت معروفة إلى هذا العهد كانت تقسماً للنواة، ولكنه تقسيم جزئي لا يفقد النواة إلا كمياً بسيطاً من وزنها فيخرج جسيم ألفا أو بروتون أو نيوترون أو ديبلون منها. فكأنما أنبنا على كتلة من الخشب فضربناها بفأس في أحد أطرافها فانفصلت قطعة صغيرة منها، أما الكتلة ذاتها فظلت سليمة في مجموعها.

وقد استلقت عمل فيرى نظر كثير من الباحثين وقامت مناقشة بينهم حول إثبات وجود العنصر رقم ٩٣ ، وأجريت تجارب عديدة لامتحان المسألة والتحقق من صحتها ، وكان في مقدمة هؤلاء الباحثين هامن واشتراسمان إذ نجحا في عام ١٩٣٨ في إثبات وجود العنصر رقم ٩٣ بالطريقة التي استحدثها فيرى .

صناعة العناصر :

واستحداث عنصر جديد يضاف إلى قائمة العناصر أمر له خطره ، وخاصة إذا كان هذا العنصر مصنوعاً في المعمل . والواقع أن هذا الحدث له مغزى بعيد ، فالنظرة التقليدية إلى العناصر أنها أشياء موجودة في الطبيعة وأن مهمة العلم أن يحصيها وأن يكشف عن مجهول منها . وقد كان اكتشاف عنصر جديد في الأرض أو السماء يعتبر عملاً من الأعمال العلمية العظيمة ويرفع من قدر صاحبه بين مصاف الباحثين . وما نحن نرى أن الموقف قد تغير فالعنصر رقم ٩٣ لم يبحث عنه باحث بين المواد التادرة ليعثر عليه بل إنه صنع صنفاً كالمواد التي يتشيد طبقاً للاوصاف الموضوعية ، ومع أننا لا نزال يبعدين كل البعد عن تعميم هذا العمل في مدى واسع إلا أننا ولاشك نشعر بأهمية هذه القدرة الجديدة المكتسبة .

ما هو أهم :

وقد توصل هامن واشتراسمان الى ماهو أهم من إثبات وجود العنصر رقم ٩٣ الذي استحدثه فيرى إذ أوجدا الأمل لأول مرة في إطلاق طاقة

الذرة من عقابها . فإطلاق النيوترونات البطيئة على ذرة اليورانيوم لا ينشأ عنه فلق هذه الذرة بحسب ، بل تنشأ عنه طاقة قدرها هندرسون (١) عام ١٩٣٩ بمقدار ١٧٥ مليون فولت إلكتروني ، وقدرها كار(٢) عام ١٩٤٠ بمقدار ١٥٩ مليون فولت إلكتروني .

ماذا يحدث لفلقني النواة :

إذا اعتبرنا أن الوزن الذري لليورانيوم هو نحو ٢٣٩ في المتوسط فقد وجد أن وزن إحدى الفلقتين هو ٩٦ والأخرى ١٤٣ في المتوسط . وأقول في المتوسط لأن اليورانيوم مؤلف من أصناف موجودة بنسب متفاوتة . وسيأتي الكلام فيما بعد عن أهمية أحد هذه الأصناف في صناعة القنابل الذرية - أقول إذا اعتبرنا ذلك فإن كلا من الفلقتين تكون غير متوازنة ، ولذلك يظهر لها النشاط الإشعاعي فتنبعث منها جسيمات . وقد قام باحثون عديدون بالبحث عن هذه الجسيمات فوجدوا أنها نيوترونات قدر لعددتها نحو ثلاثة نيوترونات عن كل ذرة من ذرات اليورانيوم الأصلية . ومعنى هذا أننا نطلق النيوترونات على ذرة اليورانيوم وتحول إلى فلقتين ثم لا تلبث كل من هاتين الفلقتين أن تبعث ببيوترونات جديدة .

(١) Henderson
(٢) Kanner

مفتاح الطاقة الذرية :

وما أن وصل العلم إلى هذه النقطة حتى تجلت أهمية الموضوع من ناحية الحصول على الطاقة الذرية بمقياس واسع ، فانقسام عدد محدود من الذرات وانطلاق الطاقة منها قد يكون له أهميته من الناحيتين العلمية والفلسفية . أما من الناحية العمرانية والصناعية فإذا ما تفيدنا طاقة بضعة ذرات ، بل ماذا تجدى طاقة مليون مليون من الذرات ؟

إن الجرام الواحد من اليورانيوم يحتوي على آلاف الملايين الملايين من الذرات !! أما إذا كان انقسام ذرة يتبمه انقسام جارتها ثم جارة جارتها بطريقة متسلسلة وحتمية فإن ذلك يكون المفتاح الذهبي لذلك الكنتزالهائل من الطاقة المختزنة بين ثنايا المادة ، فانبعاث النيوترونات من فلقى ذرة اليورانيوم يكون أمراً منتهى الخطورة إذا أصابت هذه النيوترونات ذرة أخرى من ذرات اليورانيوم ففلقتها وأطلقت طاقتها من عقابها ثم انبعث عن الفلقتين الجديدين نيوترونات جديدة وهكذا .

وهذا شرط آخر يجب أن يتحقق لتحيق الغرض المنشود ألا وهو أن هذه العمليات المتسلسلة يجب أن تنطلق في ملايين ملايين ملايين ملايين الذرات بسرعة تكفل إتمامها في لحظة قصيرة !

التفاعلات المتسلسلة :

ويطلق على هذا النوع من التفاعلات اسم التفاعلات المتسلسلة، وهي تتجارية عن سلسلة من التفاعلات تلي الواحدة منها الأخرى بحيث يكفي

أن يحدث التفاعل الأول لحدوث جميع التفاعلات الأخرى الواحدة منها تلو الأخرى . ويشبه هذا النوع من التفاعلات ما يحدث عندما توضع أحجار الدومينو ، غلى نضد، كل حجر منها في وضع رأسى وتكون الأحجار متقاربة وفي تسط مستقيم ، فإننا إذا دفننا الحجر القائم في أول الصف بحيث ينقلب على الحجر المجاور له انقلب هذا على الذى يليه وهكذا، فتقع الحجارة كلها على التضد في زمن وجيز .

ومن التفاعلات المتسلسلة عمالية الاحتراق، إذ من المعلوم أنه يكفى إشعال عود من الثقاب لكي تنتشر النار . ونحن إذا فكرنا ملياً في عملية الاحتراق على أنها تفاعل بين ذرات مادة الوقود وذرات الأوكسجين فهنا السبب في أن معظم النار من مستصفر الشرر . فإذة الوقود ولتكن الكربون مثلاً تتحد مع الأوكسجين في درجة حرارة معينة تسمى درجة حرارة الإشعال . وعود من الثقاب كفيلى يرفع درجة حرارة الملايين من الجزئيات إلى درجة حرارة الإشعال .

ولما كانت عمالية الاحتراق هى نفسها مصدر للحرارة فإن احتراق الجزئيات الأولى من المادة يرفع درجة حرارة الجزئيات التي تليها فتصل إلى درجة حرارة الإشعال ، فتحترق ، فتنبعث منها حرارة ، فتزفع حرارة الجزئيات المجاورة إلى درجة الإشعال ، فتحترق ، وهكذا إلى أن تلتهم النيران ما حو لها . فالتفاعلات المتسلسلة تفاعلات لها خطر ها . من أجل ذلك كان لجبر انبعاث النيوترونات من فلقى نواة اليورانيوم مغزى خاص عند الذين يعلمون .

ويوجد اليورانيت عتلقا في هذه المناجم بمعدن يورانيوم متأكدة وذات ألوان زاهية استلقت النظر منها الأوتونيت وهو أصفر فاقع اللون وكذلك الكوريت (نسبة إلى مدام كوري) ويضرب لونه إلى الحمرة أو الصفرة الفاتحة. ومن المسلم به جيولوجيا أن هذه المناجم تتصل نشأتها بمناجم النحاس الكبيرة في كاتانجا بالسكنغو البلجيكية وأنها تكونت معها في وقت جيولوجي واحد من محاليل بجمانية^(١) متصاعدة تحمل مواد منصهرة من مواد القشرة الأرضية. وقبل سنة ١٩٣٨ كانت خامات اليورانيوم التي يحصل عليها من السكنغو البلجيكية ترسل إلى أولان^٢ في بلجيكا لتحليلها وتنقيتها وتحتوي هذه الخامات على نحو ٠.٤٪ من أوكسيد اليورانيوم كما تحتوي أيضا على عنصر الراديوم. وقد كانت بلجيكا تحتكر عنصر اليورانيوم تقريبا إلى سنة ١٩٣٠ عندما اكتشفت مناجم جديدة في منطقة بحيرة الدب الأكبر في الجزء الشمالي الغربي من كندا وتقع هذه المناجم داخل الدائرة القطبية الشمالية. وقد كان الكشف عن هذه المناجم عملا من الأعمال العظيمة في تاريخ التعدين يرجع الفضل فيه إلى علماء الجيولوجيا والمهندسين في كندا، وبالكشف عنها انخفضت من الراديوم بمقدار ٦٣٪. وتوجد الرواسب المعدنية في مناجم بحيرة الدب الأكبر بين صخور متحولة وراسية عند مناطق اتصالها بأحجار الجرانيت المتدخلة فيها. ويوجد مع البنتس بلنذ فضة خالصة كما يوجد أيضا أرسينور النيكل والكوبالت الذي تكون من محاليل معدنية حارة تدفقت في العصور الجيولوجية الماضية

(١) magmatic

الفصل السابع

٢٣٥ < يو >

عنصر اليورانيوم - معادن واستخراجها :

أهم المعادن التي يستخرج منها عنصر اليورانيوم هو معدن اليورانيت. ويوجد من هذا المعدن نوع يعرف باسم بيتش بلنذ^(١) ومعنى كلمة Pitch الفار أو (الزفت) وذلك لأن لون هذا النوع من المعدن أسود لامع يشبه القار. واليورانيات معدن معقد التركيب الكيميائي يحتوي على يورانات اليورانيل والريصاص كما يحتوي عادة على الثوريوم والزيركونيوم وكذلك اللانثانوم والأستروبيوم، ويوجد بين ثناياه غازات الأزوت والهليوم والأرجون بنسب متفاوتة تصل إلى ٢.٦٪. وربما يحتوي المعدن على عناصر أخرى. ويوجد اليورانيت أو البنتس بلنذ في أحجار البيجمانيت والجرانيت وفي بعض العروق التي تحتوي على معادن القصدير والنحاس والريصاص والفضة، حيث ترسب هذا المعدن في العصور الجيولوجية الماضية من محاليل قلوية. ومن أهم المناجم التي يستخرج منها اليورانيوم مناجم تشيفتوكولوبوي في السكنغو البلجيكية بالقرب من مناجم النحاس في كامبوف.

(١) pitchblende

بين الصخور النارية . وتحتوى الخامات على نسبة عالية من اليورانيوم ، وترتكز هذه الخامات ثم ترسل بالطائرات إلى أقرب محطة سكة حديدية ومن هناك ترسل إلى (بورت هوب) في أونتاريو من أعمال كندا لتثقيتها واستخلاص اليورانيوم والراديوم منها . وقبل استغلال مناجم الكنتغو البلجيكية عام ١٩٣٣ كان معظم اليورانيوم والراديوم في العالم يستخرجان من معدن الكارنوتيت في مناجم منطقة كولرادو ، و ، أونا ، بالولايات المتحدة . والكارنوتيت معدن أصفر اللون ويحتوى على عنصر الثاماديوم ويوجد على شكل كتل مسحوقة في الصخور الرملية اليوراسية . ولا تزال كميات كبيرة من اليورانيوم تستخرج من معدن الكارنوتيت من هذه المناجم ، أما كمية الراديوم المستخرج منها فقد تضاعفت كثيراً .

ومن أشهر مناجم اليورانيوم مناجم ، يواخيستال (١) في تشيكوسلوفاكيا ولا تزال هذه المناجم تنتج كميات صغيرة من معادن اليورانيوم والراديوم مستخرجة من عروق صخرية تحتوى على الكوبالت والنيكل والفضة . فعدن البتش بلند الذى استخدمته مدام كورى وزوجها في تجارهما المشهورة عام ١٨٩٨ واستخرجت منه عنصر الراديوم لأول مرة ، هذا المعدن كان مستخرجاً من مناجم ، يواخيستال ، وقد استخرجت كميات صغيرة من اليورانيوم والراديوم من مناجم القصدير في كورنول ، في إنجلترا ، كما أن البرتغال تنتج كميات صغيرة من البتش بلند والأوتونيت .

(١) Joachimstal

إنتاج العالم منه اليورانيوم :

كانت خامات الكارنوتيت المستخرجة من الولايات المتحدة هي المصدر الرئيسى لليورانيوم قبل سنة ١٩٣٣ ثم اكتشفت مناجم الكنتغو البلجيكية الغنية بمعدن اليورانيوم فأزداد إنتاجها حتى فاق إنتاج الولايات المتحدة ، فلما اكتشفت مناجم بحيرة الدب الأكبر في كندا صارت كندا أول الدول المنتجة لليورانيوم في العالم . وفي عام ١٩٣٨ أنتجت كندا ٣٦٠ ألف كيلو جراماً من أملاح اليورانيوم ، كما أنتجت أيضاً ٧٥ جراماً من الراديوم . وفي نفس السنة أنتجت الولايات المتحدة نحو ٢٤ ألف كيلو جراماً من اليورانيوم ومعها نحو ٨ جرامات من الراديوم . أما إنتاج الكنتغو البلجيكية من اليورانيوم فلم تنشر عنه أرقام إحصائية ولكنه يقدر إلى أول الحرب بنحو ثلث إنتاج كندا .

هل يومه الأورانيوم في مصر ؟

إن العمل الذى قام به علماء الجيولوجيا والمهندسون في كندا والذى أدى إلى العثور على مناجم بحيرة الدب الأكبر الغنية بعنصر اليورانيوم ، إن هذا المهمل الأكبر حافظ لنا على البحث عن هذا العنصر في صحارنا المصرية بعد أن صارت له هذه الأهمية الكبرى في حياة الأمم . وقد سميت الإشارة إلى أن اليورانيوم أو البتش بلند يوجد في صخور الجرانيت وفي بعض العروق المعدنية التى تحمل القصدير والتحاس والرصاص وأنه تكون في العصور الجيولوجية من محاليل مجتمعة . ومن

الثابت أن القصدير والنحاس والرصاص موجود في الصحراء المصرية كما أن من الثابت أيضا أن طريقة تكون معادن بعضها حدثت بالقرب من الصخور الجرانيتية الجماعية . فغامات القصدير مثلا التي عثر عليها في عام ١٩٣٤ في منطقة جبل موليخ قد تكونت في الغالب من حجر الجرانيت بفعل غازات وأبخرة بطريقة مشابهة لتكوين اليورانيات . ولإتي أبدى هذه الآراء بكل تحفظ نازكا الرأي الأخير لعلنا الجيولوجيين ومهندسينا . وإذا كانت خامات اليورانيوم تنقل بالطائرات في كندا فليس هناك ما يمنع من استخدام نفس الطريقة في مصر إذا عثر على هذا العنصر الحيوي في مناطق منمزالة أو صعبة المواصلات .

أصناف اليورانيوم :

سبقت الإشارة إلى أن العنصر الواحد قد تكون له أصناف متعددة تتفاوت في أوزان ذراتها مع اتحادها في عددها الذري أى في عدد وحدات الكهرباء التي تحملها النواة . والعدد الذري اليورانيوم هو ٩٢ وإذن فذرة اليورانيوم تحمل ٩٢ وحدة من وحدات الكهرباء الموجبة ويحيط بها ٩٢ إلكترونات ، ولكن ما وزنها ؟

إن وزنها إلى حد ما نعلم إما أن يكون ٢٣٤ أو ٢٣٥ أو ٢٣٨ وهذه إذن هي أوزان أصناف اليورانيوم الثلاثة المعروفة . ويمكن الرمز على هذه الأصناف بالرموز ، يو ٢٣٥ ، يو ٢٣٨ ، على الترتيب ويكون معنى ، يو ٢٣٤ ، صنف اليورانيوم الذي وزن ذرته

٢٣٤ ومعنى ، يو ٢٣٥ ، صنف اليورانيوم الذي وزن ذرته ٢٣٥ ومعنى ، يو ٢٣٨ ، صنف اليورانيوم الذي وزن ذرته ٢٣٨ . ونتيج هذه الأصناف بالنسب المبينة فيما يأتي :

- يو ٢٣٤ بنسبة ٠,٠٦ ٪
- يو ٢٣٥ ، ٧١ ،
- يو ٢٣٨ ، ٢٨ ، ٩٩ ،

ومن ذلك يتضح أن الصنف الأخير يتغلب على الصنفين الآخرين تغلبا كبيرا وأن الصنف ، يو ٢٣٥ ، يوجد بنسبة سبعة في الألف تقريبا . فكل كيلو جرام من اليورانيوم يحتوي على ٧,١ جرام من ، يو ٢٣٥ ،

أصناف اليورانيوم وتحويلات النواة :

سبق القول بأن نواة اليورانيوم إذا أطلقت عليها نيوترونات انضطقت فلتقتين ، والسؤال الذي يحظر بالبال هو ما الذي يحدث لكل صنف من أصناف اليورانيوم ؟ وهل تتأثر كلها بدرجة واحدة ؟ ثم إن النيوترونات التي استخدمها هاهن واشتراسيان كانت نيوترونات بطيئة أو نيوترونات حرارية كما تسمى ، فاهو تأثير هذه النيوترونات وسرعتها في عملية الانقسام ؟ لقد كانت سنة ١٩٤٠ هي السنة الفاصلة في الإجابة عن هذا السؤال إذ نشرت أبحاث لكل من نير (١) وبوت (٢)

A. O. Nier (١)
T. T. Bwoth (٢)

وكنجندون (١) وغيرهم في أمريكا ذلك كلها على أن الصنف « يو ٢٣٥ » هو الذي تتفلق ذراته بفعل النيوترونات البطيئة. فقد فصل هؤلاء الباحثون أصناف اليورانيوم بوساطة مطياف الكتلة وشاهدوا أثر النيوترونات في كل منها على حدة. فالصنف « يو ٢٣٥ »، إذن هو المادة السحرية التي يمكن أن تحل بها سلسلة من التحولات بفعل النيوترونات البطيئة فتفتح لنا خزائن الطاقة في باطن المادة. وقد وجد الباحثون أن الصنف « يو ٢٣٤ » لا يكاد يتأثر بالنيوترونات كما وجدوا أن الصنف « يو ٢٣٨ » وهو الصنف المتغلب في المنصر يتأثر بفعل النيوترونات السريعة.

فلق النواة بطرق أخرى :

وقد نجح بعض الباحثين في فلق النواة بطرق أخرى غير إطلاق النيوترونات عليها منهم جانت (٢) الذي استخدم ديلونات وكذلك فيرمي، الذي استخدم جسيمات ألفا إلا أنه حتى عام ١٩٤٣ لم تكن هذه الأبحاث قد نشأ عنها احتمال إطلاق الطاقة من عقالها.

سرعة النيوترونات وبقاؤها :

ومن الصعوبات التي قامت في سبيل الحصول على الطاقة الذرية بإطلاق النيوترونات على اليورانيوم أن النيوترونات الصادرة عن فلق النواة هي نيوترونات سريعة وليست نيوترونات بطيئة أو حرارية كالتي استخدمها

K. H. Kingdon (١)

D. H. I. Gost (٢)

هاهن واشراسمان في تجاربهما. وقد اقترح أدلر (١) إضافة عنصر الكاديوم إلى اليورانيوم لانتقاص سرعة النيوترونات وتقريبها من السرعات الحرارية.

فصل الصنف « يو ٢٣٥ » :

لما كان الصنف « يو ٢٣٥ » هو العامل الأساسي في عملية استخراج الطاقة الذرية لذلك كان من المهم تركيز هذا الصنف أو إذا أمكن تحضيره بصورة نقية وهو موجود كما سبق القول بنسبة ٧,١ في الألف في اليورانيوم المادي وعملية فصله أو عزله تكثفها صعوبات جمة وخاصة بسبب ارتفاع الوزن الذري لليورانيوم وبذلك لا يكون الفرق النسبي في الوزن بين « يو ٢٣٥ » و « يو ٢٣٨ » إلا نحو ١,٣ ٪.

Adler (١)

الفصل الثامن التنفيذ العملي

تقرير لجنة السير جورج طومسون :

ورد في الأخبار على لسان رئيس وزراء إنجلترا أنه في صيف سنة ١٩٤١ استطاعت لجنة السير جورج طومسون^(١) أن تذكر في تقريرها أنها ترى نعمة فرصة معقولة لإنتاج القنبلة الجديدة قبل نهاية الحرب وورد أيضاً أن القرار استقر في عام ١٩٤٢ على إنشاء مصانع الإنتاج على مدى واسع في أمريكا وأن حكومة كندا كانت تقوم بإمداد المصانع بالمواد الخام التي لم يكن للشروع غنى عنها. ومع أن تقرير السير جورج طومسون لم تنشر تفاصيله إلا أن من السهل أن نتكهن بخلاصة ما بيّن عليه هذا التقرير. بخلاصة الموقف في سنة ١٩٤١ عند ما قدمت لجنة السير جورج طومسون تقريرها كانت ما يأتي :

أولاً : ثبت له أن أحد أصناف اليورانيوم وهو الصنف D يو ٢٣٥ ، إذا أطلقت على ذراته نيوترونات بطيئة انبثقت منها طاقة تقدر بنحو ١٦٠ أو ١٧٠ ميون فولت إلكترون في.

ثانياً : ثبت أن انبعاث هذه الطاقة يصحبه انبعاث نيوترونات جديدة مما يبيت على الأمل في تسلسل التفاعلات أي في الحصول على الطاقة بمدي واسع .

(١) sir G.P. Thomson وهو نجل السير (J.) Thomson الذي سبقت الإشارة إليه

ثالثاً : سرعة النيوترونات الجديدة أكثر مما يجب وهناك اقتراحات عملية من شأنها أن تخفض سرعة النيوترونات إلى الحد المطلوب .

رابعاً : يستخرج اليورانيوم من منطقة بحيرة الذهب الأكبر في كندا حيث تعتبر مناجم هذه المنطقة أغنى مناجم العالم المعروفة بهذه المادة .

خامساً : الصنف D يو ٢٣٥ ، وهو الصنف الفعال في استخراج الطاقة موجود في اليورانيوم بنسبة ٧,١ في الألف وعملية عزله أو تخصيره بصورة نقية عملية شاقة وخطيرة وكثيرة التكاليف ولكنها ممكنة .

سادساً : ربما يؤدي البحث إلى استخراج الطاقة الذرية باستخدام جسيمات أخرى غير النيوترونات مثل جسيمات ألفا والديبلونات . وتوجد وسائل أهمها جهاز السيكلوترون لاستحداث هذه الجسيمات بسرعات عظيمة .

مادة القنابل الذرية :

وقد أعلن من محطة راديو لندن أن المادة التي استخدمت لفلان في صنع القنابل الذرية هي الصنف D يو ٢٣٥ ، لليورانيوم ويجوز لنا أن نستنتج من ذلك أن جزءاً أساسياً من المصانع التي شيدها يقصد به إلى تحضير هذا الصنف من اليورانيوم وهو موجود كما تقدم بنسبة ٧,١ في الألف . والذي يتصوره الإنسان هو أن اليورانيوم المستخرج من بحيرة الذهب الأكبر في كندا ينقل بالطائرات إلى هذه المصانع الجديدة حيث يستحضر منه الصنف D يو ٢٣٥ .

أما عن طريقة تحضير هذا الصنف وفضله عن الصنف المتغلب D يو ٢٣٨ ، فقد سبقت الإشارة إلى استخدام جهاز مطياف الكتلة لهذا

الغرض، كما سبقت الإشارة أيضاً إلى إمكان استخدام بعض الطرق
لاخرى كطريقة الانتشار وطريقة التحليل الكهربائي المتكرر، ولا بد
أن تكون إحدى هذه الطرق ولعلها طريقة مطايف الكتلة هي التي
تستخدم فعلاً في تحضير، يو ٢٣٥، في المعامل الأمريكية.

طاقات القنبلة ووزنها :

سبقت الإشارة إلى أن هندرسون قدر للطاقات الناشئة عن فلق ذرة
اليورانيوم ١٧٥ مليون فولت إلكترون في وأن كاز قدر لها ١٥٩ مليون
فولت إلكترون وقد أجريت تجارب أخرى لتقدير هذه الطاقة فجماعت
كلها قريبة من ذلك . وإذا حسبنا الطاقة على أساس ١٦٠ مليون فولت
إلكترون كرقم تقريبي فإن ذلك يعادل ما يقرب من ٢٠ ألف كيلواط
ساعة عن كل جرام من مادة اليورانيوم . ولما كان الطن من المواد المتفجرة
كالدynamite وما إلىه تقدر طاقته بنحو ١٠ آلاف كيلواط ساعة فإن
طاقة الجرام الواحد من مادة هذه القنابل الجديدة تعادل طاقة نحو ٢ طن
من المتفجرات الكيميائية . وقد ورد في الأخبار أن تلك القنبلة الذرية التي
القيت على هيروشيما يزيد على تلك ٢٠ ألف طن من الدynamite . وهذا
الرقم يمكننا من تقدير وزن اليورانيوم في القنبلة الذرية، فهذا الوزن
يساوي إذن نحو عشرة كيلو جرامات أي نحو ٢٢ رطلاً .

طاقات القنبلة منسوبة الى طاقاتها :

أشرت فيما تقدم إلى أن الطاقة المختزنة في بواطن ذرات جرام واحد
من المادة تعادل نحو ٢٥ مليون كيلواط ساعة، ولما كانت طاقة القنبلة

الذرية تعادل نحو ٢٠ ألف كيلواط ساعة كما تقدم فإن الطاقة التي
استخلصت من ثنابا المادة في القنابل التي أقيمت على اليابان لا تزيد على
جزء من ألف جزء من الطاقة المختزنة في المادة، فالخزانة إذن لاتزال عامرة
بالطاقة، والقنابل التي دُرع العالم فتكها ليست إلا شيئاً صغيراً بالنسبة
إلى الطاقة الذرية .

وهذه المناسبة أذكر أن نفس النسبة وهي واحد في الألف أو
 $\frac{1}{1000}$ قد وردت في الأخبار التفغرافية وهذا مما يعزز ظني بأن أساس
عمل القنابل الذرية هو فعل النيوترونات بنواة اليورانيوم .

مسألة سرعة النيوترونات :

أما مسألة سرعة النيوترونات وتخفيفها إلى الحد المطلوب فإن حلها
لا يزال سراً من الأسرار . هل أضيف الكازيمير إلى اليورانيوم كما
اقترح أدلر، أم هل كشف عن طريقة أخرى ؟ إن شيئاً واحداً حقق
وهو أن المسألة قد حلت وأغلب الظن أن حل هذه المسألة سيؤدي إلى
تطورات جديدة في علم الطاقة الذرية . فإن أثرها لا يقف عند حد صنع
القنابل بل يتعداها إلى الدائرة الاقتصادية والعمرائية إذ يمكننا من تقييد
الطاقة واستخدامها في المحركات الميكانيكية .

التطبيق الاقتصادي :

وإذا كانت الطاقة الذرية قد طلعت على الناس في شكل قنبلة مدمرة
فإن هذا لا يجب أن ينسبنا النواحي الاقتصادية والعمرائية التي يمكن أن
تستخدم فيها هذه الطاقة . فقد أصبح في مقدورنا أن نستخرج من كيلوجرام

واحد من المادة ما يعادل بحصول ٢٠٠٠ طن من أجود أنواع الوقود
وإذا كنا قد حصلنا على هذه الطاقة على شكل انفجار هائل فائما يرجع
ذلك إلى أننا أردنا أن نحصل عليها على هذه الصورة . فيذلت الجهود
ووجهت نحو هذا الغرض .

أما وقد حل السلام وظهرت الحاجة الملحة إلى التدمير بدلا من التدمير
فأنتي لأشك في أن الجهود ستوجه إلى استخدام الطاقة الذرية كأداة محركة
في الآلات الميكانيكية . كما أنتي لأشك أيضا في أن التطورات الهندسية
ستكون مملوءة بالمفاجآت . فتجربة واحدة من نوع تجربة هاهن واشتراسهان
قد تقلب الموقف رأساً على عقب .

ومن بعش بر ١١

خاتمة

وبعد ، فأين نحن من هذا كله ؟ لظالمنا ناديت ونادى غيري بأن العناية
بأمر العلم قد صارت ضرورة من ضرورات الحياة في كل أمة ، فهل يصل
دوى القنابل الذرية إلى آذاننا فيزيل ماها من وقز وهل يصل بريقها إلى
أعيننا فيزيل ماعليها من غشاوة ؟ أم على قلوب أنفألها ؟

وهل يظن ساستنا حقاً أنهم يستطيعون أن يصلوا إلى شي . ونحن عذراء
من العلم وأسلمته ؟ لقد أخبرنا رئيس الولايات المتحدة أنهم أنفقوا ألى
مليون دولار في الأبحاث العلمية التي تفيد الحرب معتمدين على معونة العلماء .
فكم مليوناً لم يك ألقاً خصصنا في ميزانيتنا للبحوث العلمية ؟

إن خير وسيلة لانقاذ العدوان أن تكون قادراً على رده بمثله وينطبق
ذلك على الأسلحة العلمية أكثر من انطباقه على أي شي . آخر . فالإيطاليون
قد استخدموا الغازات السامة ضد الأحياش لأن الأحياش لم يكونوا
يملكون استخدامهما ضدهم ولم يتجاسر الألمان في استخدام الغازات السامة
ضد الانجليز لأن الانجليز يستطيعون أن يكيلوا لهم الصاع بمثله . فالمقدرة
العلمية والفنية قد صارتا كل شي . ولو أن الألمان توصلوا إلى صنع القنبلة
الذرية قبل الحلفاء لتغيرت نتيجة الحرب .

ولتدع الحديث عن الحرب جانباً . ليست أماننا مشكلات السلم ؟
 لقد ذكرت في كتابي هذا أن الطاقة الميكانيكية مقياس لحضارة الأمة
 وأن كل فرد من أفراد أوروبا وأمريكا تسخر له ألفاً واحدة من وحدات
 الطاقة الميكانيكية فكأنها الجيول المطهمة زوج وتقدم في خدمته . فكيف
 وحدة من وحدات الطاقة الميكانيكية تسخر للفرد في مصر ياترى ١٤

إنها لاتمد بالألوف ولا بالمئات بل ولا بالعشرات . وإذا أتم مشروع
 الكهرباء من خزان أسوان فإن ما يخص الفرد منه لا يعدو ١٢ وحدة من
 وحدات الطاقة ، ولا إخواننا تملك الآن عشر هذا المقدار . فن أين يأتي
 الغذاء والكساء والدواء لهذه الملايين من البطون الجامعة والأجسام العارية
 العلية ١٤

أم إنها ألقاظ تنشدق بها ونقول بألسنتنا ما ليس في قلوبنا ١٤

وهذه التروة المعدنية المبهمة في صحارينا متى ننظر إليها ونعني بتحصيلها ١٤
 أم يصدق علينا قول الشاعر :

كالعيس في البيداء يقتلها الظما والماء فوق ظهورها محمول

وإن رقة حياتنا المادية تهون إلى جانب تجرنا المعنوي . فالملءاء الذين
 قاموا بتسخير الطاقة الذرية لخدمة بلادهم إنما فعلوا ذلك ببايعت من الإيمان ،
 الإيمان بحق وطنهم عليهم وحق هذا الوطن أن يبني وأن يحتفظ بمثله
 الروحية والاجتماعية . ونحن قوم لوطننا حق قديم علينا لعله أقدم الحقوق
 جميعاً ولنا ثقافة تليدة بحق لنا أن نفتخر بها . أفلم بأن لها أن تفخر هي بنا ؟

وهذه الطاقة الذرية الهائلة المروعة ما ذا يكون نصيبنا منها ١٤

لقد ذكرت في الفصل السابع من هذا الكتاب على احتيال وجود
 اليورانيوم في الصحارى المصرية فاذا نحن فاعلون ١٤

لعل كثرة التفقات وغيرها من الأعدار الواهية تستحي من التماس
 — إن لم تستح من الله — وقد صار الكيلوجرام الواحد يعدل إلى
 طن من الوقود .

إن الشعب المصري والحكومة المصرية والبرلمان المصري يجب أن
 يضعوا هذه الآلة في المرتبة الأولى من مراتب حياتهم ودرعاتهم قبل هم
 فاعلون ١٤

أرجو . . وأرجو ألا يطول بي الرجاء ١١

جماعة الذئب العلي

نصدر :

مكتبة الجيل الجديد

وقريبا نصدر :

مكتبة الأميرة

عدا مؤلفات ثقافية وجامعية شتى

وهي ندعو حضرات المؤلفين الراغبين في نشر مؤلفاتهم

الاتصال بالإدارة بعنوان

شارع عدلى باشا بالقاهرة

تليفون ٤٥٣٨٤