الفصل الحادى عشر

العِلم يخدم العَلم

ربما كان العلماء أهم من استخدم واستغل الطاقة الذرية — فبعد أن تعرفوا على كيفية انطلاق الطاقة الهائلة من داخل الذرة ، بدأوا يبحثون عن سر هذه الطاقة وكيف تنشأ .

ووظيفة العلماء هى تفهم الطبيعة من باطن الأرض إلى آخر حدود هذا الكون ، ومن أصغر الخلايا إلى أكبرها . وقد أمد عصر الذرة أداة ثمينة بجانب الاكتشافات لكل من يتوق للمعرفة والبحث . وهذا يعتبر تعويضاً جزئياً للعلماء ، غير العمليين ، الذين كشفوا غوامض الطاقة الذرية فى مبدأ الأمر .

وقد استفاد العلماء فى كل الميادين ابتداءً من هندسة البناء إلى علم الحيوان. فهم يستعملون النظائر المشعة ككشافات ، كما يستعملون المعرفة الجديدة بالإشعاع الذرى التى زودتنا بها الطاقة الذرية لحل كل المشاكل القديمة . وهم يستعملون إشعاعات المفاعلات النووية ومحطات الذرة للالمام بتكوين المادة .

ولنبدأ بمركز الكرة الأرضية مثلاً . فهى كرة هائلة من الحديد السائل ، كما دلتنا على ذلك الدراسات التى أجريت على أعماق الآبار وتموجات الزلازل ودلائل أخرى . ولكن ما سبب ارتفاع الحرارة فى باطن الأرض حتى

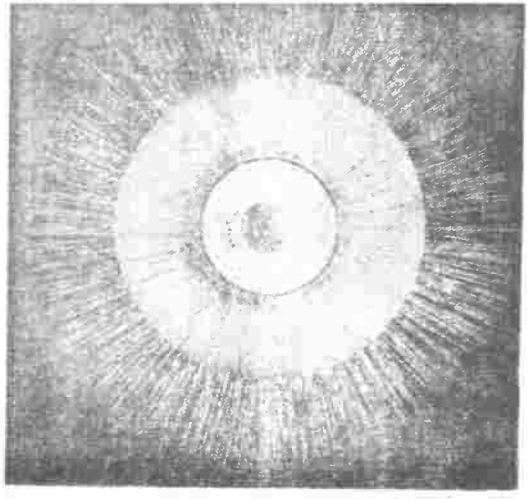
يظل الحديد سائلاً ؟ من الأرجح أن الأرض كانت ساخنة جداً عند بدء تكوينها ، وكان ذلك منذ خمس ملايين من السنين وهو وقت كاف جداً لتجميدها .

فهل من الممكن أن تولد العناصر المشعة للمواد الممتزجة بالحديد السائل فى باطن الأرض كل هذه الحرارة . إن علماء الجيولوجيا الطبيعية ليسوا متأكدين من ذلك ، وربما تساعدنا معلومات أخرى عن النشاط الإشعاعى معتمدة على برنامج الطاقة الذرية فى تفهم تلك المسألة .

وللنتقل إلى النجوم . ما الذى يجعلها تسطع دائماً وتبعث طاقة على الدوام ؟ وتعتمد الحياة فى الكرة الأرضية على مثل هذه الطاقة المنبعثة من نجم واحد — الشمس — وقد ظل هذا اللغز غامضاً حتى فسره «هانز بيث» أحد أقطاب مؤسسى العصر الذرى .

وقد بين « بيث » أن طاقة النجوم تستمد من الذرة ، وهى لا تشمل انقسام الذرات الثقيلة إلى أخرى خفيفة — وهو تفاعل الانقسام الذى يحدث فى فرن ذرى — إنما ما يحدث هو اندماج الذرات الخفيفة لتكوين أخرى ثقيلة . وهذا التفاعل الاندماجى يسبب نقصاً فى الوزن الذى يظهر على شكل طاقة . وفى الشمس تندمج قوى الذرات الأيدروجينية بمساعدة الكربون فى بعضها بعد تفاعلات متداخلة لتكون الهليوم .

ويجرى هذا التفاعل ببطء شديد فى الشمس ؛ إذ يحتاج تحويل جرام واحد (١/٣٠ من الأوقية) من الأيدروجين إلى هليوم ، إلى عدة ملايين من السنين . ثم إن حجم الشمس كبير جداً بما يفسر لنا الطاقة الهائلة التى تبعثها . ويوجد فى الشمس أيدروجين كاف لإمدادنا بالطاقة الشمسية لثلاثين بليون سنة أخرى .



(صورة رقم ٢٧)

إن مهمة العالم تفهم الطبيعة ـ ابتداء من مركز الأرض إلى آخر حدود الكون . . . . من أصغر الخلايا .

وتعتبر الكواكب أكبر مانشاهده بينما أصغرها هى الذرات والجزيئات والبلورات التى تكونها . وكلها عرفت أسرارها بفضل الطرق الحديثة المستعملة فى العصر الذرى .

ويعتبر علماء الطبيعة التفاعل النووى أهم مصدر ثمين للنيوترونات . وفى المفاعل باب يسمح بخروج نيوترونات لاستعمالها فى الأبحاث .

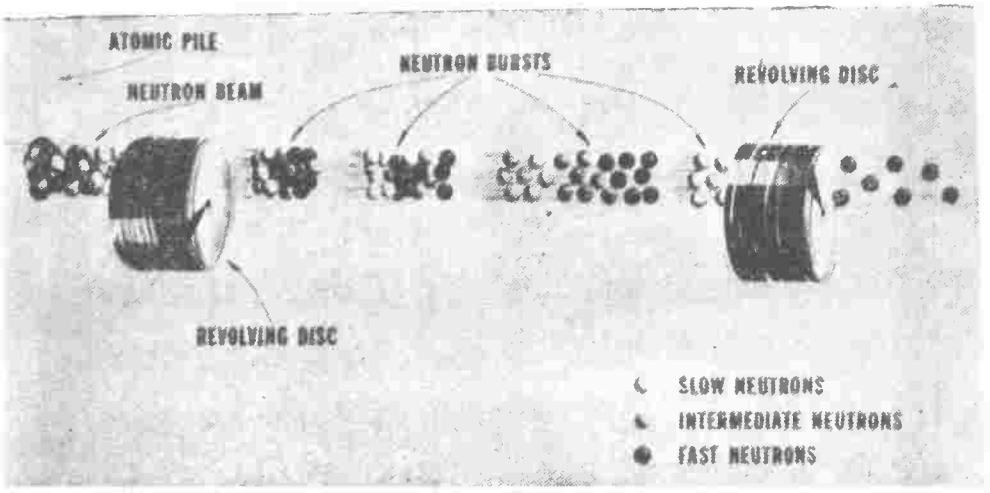
ويعتبر النيوترون أداة اختبار فعالة ، وهو جسيم ليس له شحنة كهربائية . ولذا ، فإن المجال الكهربى الموجود فى ذرة عادية أو جزىء لا يؤثر فيه . ويمر النيوترون بسهولة داخل الذرات حتى النواة إلا أنه يمغنط ، ولهذا فهو يتفاعل مع المجال المغناطيسى الموجود بداخل الذرة .

ويمكن التحكم فى تيار النيوترونات المنبعثة من فتحة المفاعل بوساطة جهاز « القاطع » فهو يفتح ويقفل طريقاً للنيوترونات ، ويتصل به كشاف يعمل عندما يفتح الطريق . وتسجل النيوترونات التى تسمع سرعتها بالمسير من القاطع إلى الكاشف فى الوقت الذى يكون فيه القاطع مفتوحاً وبهذه الطريقة نحصل على نيوترونات ذات سرعة معينة .

ويستخدم النيوترون المتدفق بانتظام لمعرفة تكوين المادة فتوضع عينة فى مجرى تدفقها وتقاس التغييرات التى تحدثها فى المجرى بوساطة كاشف وربما يقل تدفق النيوترون مبيناً أن بعضها قد امتص . أو قد تختلف سرعة واتجاه النيوترونات المنبعثة مبينة أنها تتصادم حول العينة .

وقد بينت هذه الدراسات أن الجسيمات داخل نواة الذرة مصفوفة بانتظام كالبنيان المرصوص . كما كشفت لنا عن الصفات المغناطيسية للبلورات وكيفية تحرك الذرات داخل البلورة .

وقد أصبحت الكشافات المشعة أداة قيمة فريدة للأبحاث فى العلوم



(صورة رقم ٢٨)

حينما يريد العلماء العمل بنيوترونات ذات سرعة خاصة ـ يتحتم عليهم أن يفصلوا هذه النيوترونات من خليط ذى سرعات مختلفة استخلص أصلا من فرن ذرى ـ وإحدى هذه الطرق هى عن طريق استخدام الجهاز القاطع Chopper .

البحتة فمن بينها على سبيل المثال استعمال نظائر عديدة مختلفة لمعرفة كيف تستهلك أنسجة الجسم .

وكان العلماء البيولوجيون يعتقدون منذ أمد بعيد أن الطعام والهواء والماء الذى يستهلكه الناس يستعمل وقوداً لإمداد الطاقة اللازمة لنشاط الجسم ، ولكن يبدو أن جزءاً يسيراً فقط هو ما يحتاج إليه الجسم ليتحول إلى نسيج من أجل عملية البناء والهدم فى أجزاء الجسم .

وقد ثبت خطأ هذا الاعتقاد تماماً فقد وجدوا أن عملية الهدم فى الجسم سريعة جداً وأن حوالى ٩٨٪ من مواد الجسم تحل محلها مواد جديدة كل عام .

وبتتبع العناصر المختلفة بالنظائر المشعة وجد العلماء أن الجسم تجرى فيه بصفة مستمرة عمليات هدم وبناء من الجزيئات العضوية . وهذه التفاعلات تبعث الطاقة التى يحتاج إليها الجسم ليؤدى وظائفه على النحو الأكمل . وخلال أسبوع واثنين وجد الباحثون أن ذرات الصوديوم الجديدة تحل محل نصف الصوديوم الموجود أصلاً ، وتستهلك ذرات الأيدروجين والفسفور بنفس المعدل . ويتجدد كل الكربون الموجود فى الجسم تجدداً نصفيا خلال شهر أو شهرين حتى إذا اكتمل العام أصبح جسمك جديداً تماماً .

ومن أعجب الميادين التى تعمل فيها النظائر المشعة ميدان الحفائر . فالنظير كربون ١٤ يقوم مقام تقويم ذرى ، فهو يمكن علماء الآثار من معرفة عمر الحفريات المختلفة بكل دقة حتى لو وصل إلى ٥٠٠٠ أو ١٠٠٠٠ عام .

وقد جعلت الظروف الطبيعية الغريبة ذلك الأمر يمكننا . فالأشعة الكونية التى تغمر الأرض باستمرار يتكون معظمها من البروتونات التى

تدور فى الفضاء الخارجى بسرعة فائقة . وتندفع بروتونات الأشعة الكونية فى طبقات الجو العليا مصطدمة بذرات الهواء ، وتطرد من نواتها أنواعاً جديدة من الجسيمات . وتعتبر طبقات الجو العليا بالتالى محطماً ضخماً للذرة وتلعب بروتونات الأشعة الكونية دور قاذفات لمحطم الذرة .

ومن بين نتائج هذا الاصطدام النيوترونات ، فإذا اصطدم نيوترون تكون بتلك الطريقة ، بذرة نيتروجين فربما يصل إلى نواة النيتروجين ويحول النيتروجين إلى كربون ، ويكون النظير المشع ك ١٤ . وحيث أن النيتروجين يكون أربعة أخماس الهواء كما تولد الأشعة الكونية نيوترونات عديدة ، فإن كميات كبيرة من ك ١٤ تتكون بصفة مستمرة . وتجرى هذه العملية منذ أن خلق الله الأرض والجو

ويتحد كربون ١٤ الطليق بذرات الأكسجين بسرعة ليكون ثانى أكسيد الكربون (١/٥ الهواء أكسجين) . ويمتزج ثانى أكسيد الكربون المشع بثانى أكسيد الكربون العادى الموجود فى الجو . ويوجد ثانى أكسيد الكربون بنسبة صغيرة فى الهواء . وجزء ضئيل منه هو المشع ، ورغم ضآلته فمن السهل اقتفاء أثره .

ويأخذ النبات ثانى أكسيد الكربون من الجو ويستعمله فى التمثيل الكلورفيلى لصنع الغذاء ، وتصبح ذرات الكربون التى توجد فى ثانى أكسيد الكربون هى نفسها الذرات الموجودة فى أنسجتها .

وعلى ذلك ، يجب أن نتوقع أن نجد كل النباتات تحتوى على بعض الكربون المشع ، وهذا هو ما يحدث فعلاً . ويمكن معرفة ذلك فى أخشاب الأشجار وأوراق الأعشاب والفاكهة وفى كل شىء نام .

وتأكل الحيوانات النبات ، وقد تأكل حيوانات أخرى سبق أن أكلت نباتاً ، ولذا يجب أن نتوقع وجود كمية ثابتة من ك ١٤ فى الحيوانات والنبات وفى كل كائن حى ، وهذا ما يحدث فعلاً .

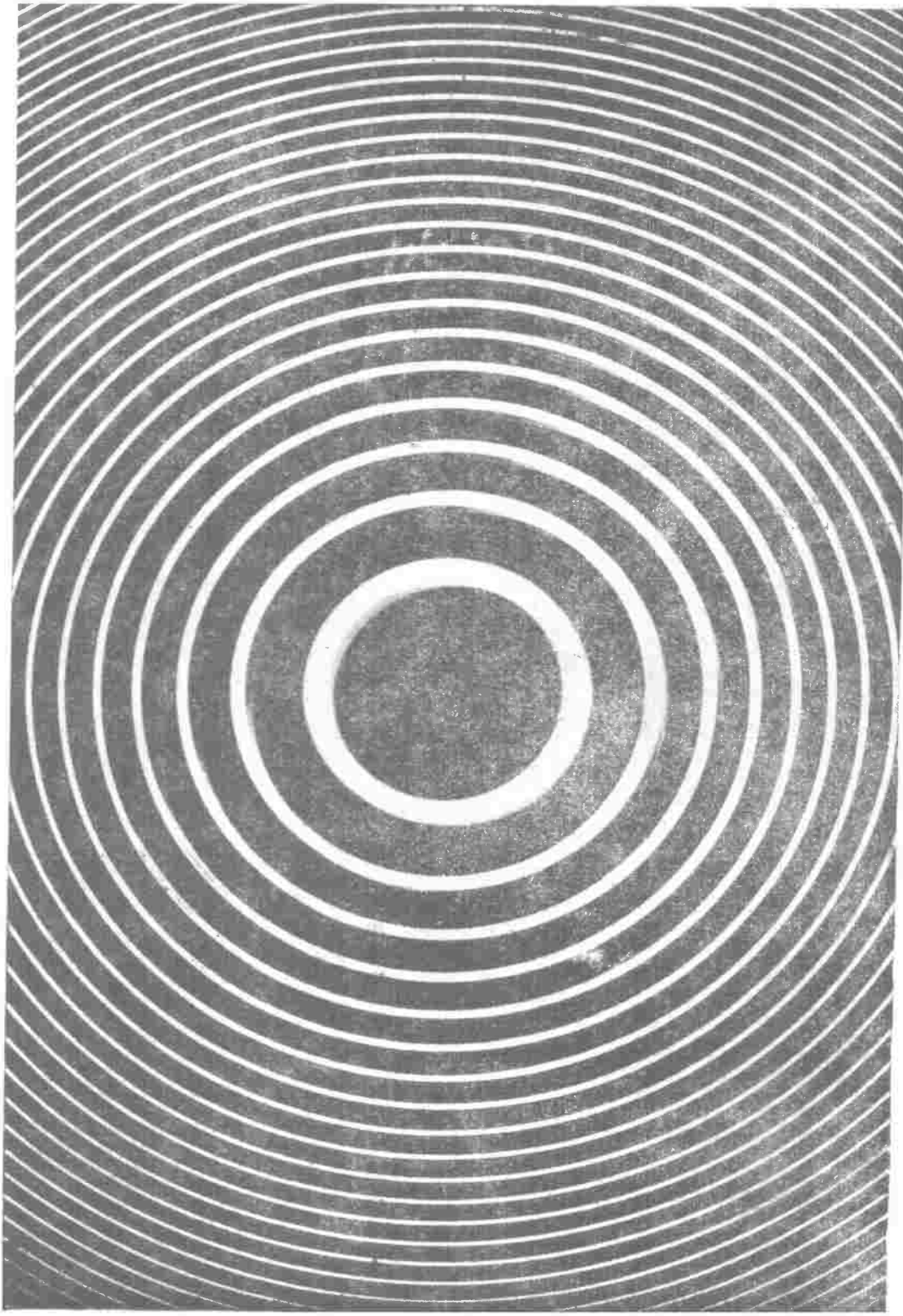
وعندما يموت النبات أو الحيوان يتوقف أخذ ك ١٤ جديد ، ولكن ك ١٤ كربون مشع ولذا يتحول إلى شىء آخر تدريجياً . ولكن هذا التحلل الإشعاعى ليس له صلة بعمليات الكائن الحى فى النبات أو الحيوان ، ولذا يستمر بمعدله المنتظم بعد موت الإنسان أو الحيوان .

ويتحلل ك ١٤ ببطىء ويقدر العلماء أن نصف نشاطه يزول بعد ٥٠٠٠ عام ، وهذا يعنى أنه بعـــد مضى ٥٠٠٠ عام يكون قد استهلك نصف كمية ك ١٤ التى بدأنا بها ، وبعد ٥٠٠٠ عام أخرى سوف يبقى الربع فقط من الكمية الأساسية وهكذا .

ولنفرض أن لدينا قطعة من الخشب تحتوى على ١٠,٠٠٠ ذرة من ك ١٤ عند قطع الشجرة التى أخذت منها هذه القطعة ، ولا يمكنها أن تأخذ ك ١٤ جديداً لأنها ميتة ولكنها فقدت بانتظام ذرات ك ١٤ نظراً لتوقف نشاطها الإشعاعى . وعندما كان عمر هـــذه القطعة ٥٠٠٠ عام أصبحت تحتوى على ٥٠٠٠ ذرة فقط من ك ١٤ ، فإذا قيست بعداد جيجر فإنه يسجل

(صورة رقم ٢٩)

يحول العلماء الذهب إلى زئبق بداخل فرن ذرى وذلك للحصول على أشكال ضوئية كالشكل المبين ـ فإذا ما استخدم هذا الزئبق ـ وهو النظير غـــير المشع Hg 198 فى مصباح ضوئى يشبه أنبوبة النيون ـ نتج عنه حلقات متداخلة حادة جداً بحيث يمكن استعمالها كمعيار للقياسات الطولية وهى طريقة جديدة أفضل من طرق المعايرة السابقة ـ وقد تمكن الدكتور وليام ف . ميجرز Dr. William F. Meggers فى المكتب القومى للمعايرة of standards National Bureau باستخدام مثل هذه الحلقات إلى قياس أطوال فى دقة جزء إلى مائة مليون جزء .



نصف النشاط الإشعاعى لقطعة خشبية مأخوذة حديثاً ، وعندما يكون عمر القطعة ١٠,٠٠٠ عام تحتوى فقط على ٢٥٠٠ ذرة ك ١٤ مسجلة ربع النشاط الإشعاعى لقطعة خشب جديدة .

ويبحث علماء الحفائر عن كل ما يتعلق بأشياء كانت حية فى وقت من الأوقات ، كالعظام والقماش والجلد والخشب أو الرماد . وتحرق العينة المراد فحصها لتحويلها لكربون نقى ، ثم يوضع هذا الكربون الأثرى فى غرفة مدرعة بطوب مسلح (لمنع الأشعة الكونية) . ويقاس نشاطه الإشعاعى بعداد جيجر حساس ، ثم يقدر عمره بمقارنة نشاطه الإشعاعى بالنشاط الإشعاعى لكربون حديث « حى » .

ويعتبر التقويم الذرى الذى صنعه دكتور ويلارد ليبي بجامعة شيكاغو دقيقاً جداً ، فهو يقدر عمر الأشياء التى تصل إلى ٥٠٠٠ عام ولا يخطىء إلا بمعدل لا يتجاوز قرناً واحداً . ويقدر العلماء الكربون المشع كمادة لتقدير عمر الأشياء ، حيث ثبت أنها تتفق مع التقديرات السابقة المبينة على مقارنات ودراسات . ولكن الطريقة الحديثة لا يمكنها تقدير عمر أشياء مضى عليها أكثر من ٢٥٠٠٠ عام حيث أنها تخلو من أى أثر من ك ١٤ . وبطبيعة الحال لا يمكنها تقدير عمر أشياء كالخزف أو المجوهرات حيث تخلو من أى كربون « حى » .

ومن أهم ما قام به التقويم الذرى من أعمال ، إثبات عمر وثائق البحر الميت ، فهذه الأجزاء من الكتاب المقدس التى اكتشفت من مغارات كبيرة مهجورة بالأرض المقدسة أثارت جدلاً كبيراً بين الخبراء ، إذ قال بعضهم إنها قديمة جداً ويرجع عهدها إلى عهد المسيح ، بينما ادعى آخرون أنها مجرد نسخ كتبت منذ قرون العصور الوسطى . وقد ثبت من تحليل الكربون المشع للفائف التى كانت تحيط بالوثائق ما يقطع بأن عمرها حوالى ٢٠٠٠ عام ، أى أنها وثائق قيمة للغاية فى الترجمة الحديثة للكتاب المقدس .