

تعرفوا على أوكلو: المفاعل النووي الطبيعي الوحيد المعروف على وجه الأرض والذي يبلغ من العمر ملياري عام

بقلم لورا غيل



عينتان من صخور أوكلو
حصل عليهما متحف التاريخ
الطبيعي في فيينا كتبرُّع.

(الصورة من: لودوفيك فيريير/
متحف التاريخ الطبيعي)

في وقت سابق لانشطارات نووي اصطناعي، أي أنّ بعض نظائر اليورانيوم-٢٣٥ أُرغمت على الانقسام خلال تفاعل نووي متسلسل. ويمكن لهذا أن يفسّر سبب كون النسبة أقل من المعتاد.

ولكن بعد إجراء تحليلات تكميلية، تأكّد بيرّان وأقرانه من أنّ خام اليورانيوم طبيعي تماماً. والأمر الأكثر إثارة للحيرة أنهم اكتشفوا بصمة لنواتج انشطارية في خام اليورانيوم. ومن ثمّ توصلوا إلى استنتاج مفاده أنّ خام اليورانيوم طبيعي وفي الوقت نفسه مرّ بانشطارات نووي. ولم يكن هناك سوى تفسير واحد ممكن — كانت الصخرة دليلاً على انشطارات نووي طبيعي وقع قبل ما يزيد على ملياري سنة.

وقال لودوفيك فيريير أمين مجموعة الأحجار في متحف التاريخ الطبيعي في فيينا، حيث سيُعرض للجمهور جزء من هذه الصخرة المثيرة للتفكير في عام ٢٠١٩: «بعد إجراء مزيد من الدراسات، بما في ذلك فحوصات موقعية، اكتشفوا أنّ خام اليورانيوم قد مرّ بانشطارات نووي من تلقاء نفسه. فلم يكن هناك أي تفسير آخر».

ولكي تكون هذه الظاهرة قد حدثت بصورة طبيعية، فلا ريب في أنّ مستودعات اليورانيوم التي جاء منها هذا الخام والواقعة في غرب أفريقيا الاستوائية كانت تحتوي على كتلة حرجة من اليورانيوم-٢٣٥ ليبدأ التفاعل. وبالفعل، كان هذا هو الحال في ذلك الوقت.

الفيزيائي فرنسيس بيرّان في محطة لمعالجة
جلس الوقود النووي في جنوب فرنسا، محدثاً نفسه: «لا يمكن أن يكون هذا ممكناً». كان ذلك عام ١٩٧٢. من ناحية، كانت هناك قطعة داكنة من خام اليورانيوم الطبيعي المشع، استُخرجت من منجم في أفريقيا. ومن ناحية أخرى، كانت هناك بيانات علمية مقبولة بشأن النسبة الثابتة لليورانيوم المشع في خام اليورانيوم.

واتضح من فحص هذه القطعة من خام اليورانيوم العالي الجودة المستخرجة من منجم في غابون أنّها تحتوي على نسبة أقل من اليورانيوم-٢٣٥ — أي من النوع الانشطاري. كانت النسبة أقل بمقدار ضئيل لكنه كاف لجعل الباحثين يتوقفون قليلاً ويفكّرون في الأمر.

وكانت ردّة الفعل الأولى والمنطقية من جانب الفيزيائيين على هذه النسبة غير المألوفة من اليورانيوم-٢٣٥ أنّ هذا اليورانيوم ليس طبيعياً. فكلّ اليورانيوم الطبيعي في وقتنا الحاضر يحتوي على نسبة قدرها ٠,٧٢٠٪ من اليورانيوم-٢٣٥. وهذه النسبة ثابتة سواء كان اليورانيوم مستخرجاً من القشرة الأرضية أو من صخور القمر أو صخور النيازك. بيت أنّ تلك القطعة الصخرية من أوكلو كانت تحتوي فقط على نسبة قدرها ٠,٧١٧٪.

فماذا كان معنى ذلك؟ في البداية، كان كل ما استطاع الفيزيائيون التفكير فيه هو أنّ خام اليورانيوم تعرّض

”نريد أن يكون الناس على دراية
بالنشاط الإشعاعي الطبيعي،
لكي يدركوا أنّ النشاط الإشعاعي
موجود حولنا في كل مكان، وأنّه
طبيعي، وأنّه لا يشكّل خطراً
عند المستويات المنخفضة.“

— لودوفيك فيريير، أمين مجموعة الصخور،
متحف التاريخ الطبيعي،
فيينا، النمسا



وهناك عامل مساهم ثان لم يكن هناك بد من توافره حتى يحدث تفاعل نووي متسلسل ويستمر، ألا وهو وجود مهدئ. وفي هذه الحالة كان المهدئ هو الماء. فمن دون وجود الماء للتقليل من سرعة النيوترونات، لم يكن من الممكن أن يحدث انشطار نووي محكوم. وببساطة لم تكن الذرات لتتنقسم.

وقال بيتر وودز، وهو قائد فريق مسؤول عن إنتاج اليورانيوم في الوكالة: «كما هو الحال داخل مفاعلات الماء الخفيف التي صنعها البشر، إذا لم تجد التفاعلات الانشطارية ما يهدئها عن طريق إبطاء النيوترونات، فإنها تتوقف بكل بساطة. وقد قام الماء بدور المهدئ في حالة صخور أوكلو، حيث امتص النيوترونات ليصير التفاعل المتسلسل محكوماً».

ومما ساعد على ذلك أيضاً السياق الجيولوجي المحدد في المنطقة التي تقع الآن في غابون. وكانت التراكبات الكيميائية لليورانيوم إجمالاً (بما في ذلك اليورانيوم-٢٣٥) عالية بما فيه الكفاية، وكانت فرادى المستودعات سميكة وكبيرة بما فيه الكفاية. وأخيراً، فقد تمكنت صخور أوكلو من البقاء رغم مرور الزمن. ويظن الخبراء أن العالم يمكن أن يكون قد شهد وجود مفاعلات طبيعية أخرى مماثلة، ولكن لا بد من أن العمليات الجيولوجية قد دمّرتها أو أنها قد تآكلت أو تعرّضت للاستخفاف — أو أنها ببساطة لم يُعثر عليها بعد.

وقال وودز: «إن ما يجعل الأمر مبهراً للغاية هو اجتماع هذه الظروف من حيث الوقت والطبيعة الجيولوجية والمياه حتى يكون هذا ممكناً من الأصل. ثم إنه ظلّ محفوظاً حتى اليوم. وهكذا نجح المحققون في حلّ اللغز».

عينة من الصخور في مدينة مقر الوكالة

تُحزّن العينات من صخور أوكلو، والتي استُخرج بعضها أثناء عمليات الحفر، في المقر الرئيسي لشركة أورانو الفرنسية العاملة في مجال القوى النووية والطاقة البديلة. وفي أوائل عام ٢٠١٨، تلقى متحف التاريخ الطبيعي في فيينا تبرعاً بعينتين مشطورتين إلى نصفين مأخوذتين من قلب مثقب اسطواني. وأمكن تقديم هذا التبرع بفضل مساهمة مالية من شركة أورانو ومن المفوضية الفرنسية للطاقة الذرية والطاقت البديلة، بدعم من البعثة الفرنسية الدائمة لدى الأمم المتحدة والمنظمات الدولية في فيينا. وقدّم علماء الوكالة يد العون عند تسليم العينتين إلى فيينا عن طريق رصد مستويات النشاط الإشعاعي وتيسير مناولة الصخور بأمان.

وينبعث من العينتين إشعاع مقداره نحو ٤٠ ميكرو سيفرت في الساعة على مسافة ٥ سنتيمترات، وهو مستوى قريب من مستوى جرعة الإشعاع الكوني التي يتلقاها

مسافر على متن رحلة جوية من فيينا إلى نيويورك لمدة ٨ ساعات. وقد اعتاد المتحف، الذي يستقبل ٧٥٠.٠٠٠ زائر سنوياً، على التعامل مع العينات المشعة إذ إنه يعرض بالفعل عدداً من الصخور والمعادن ذات النشاط الإشعاعي الضئيل.

وقال فيريير: «نريد أن يكون الناس على دراية بالنشاط الإشعاعي الطبيعي، لكي يدركوا أن النشاط الإشعاعي موجود حولنا في كل مكان، وأنه طبيعي، وأنه لا يشكل خطراً عند المستويات المنخفضة. فالنشاط الإشعاعي موجود في الأرضيات والجدران في منازلنا، وفي الطعام الذي نتناوله، وفي الهواء الذي نستنشقه، بل وفي أجسادنا ذاتها. فهل يمكن شرح هذا الأمر بطريقة أفضل من عرض عينة حقيقية من الصخور المأخوذة من أوكلو، حيث حدث الانشطار النووي بصورة طبيعية قبل مليارات السنين؟»

وسوف يشتمل المعرض الدائم على مجموعة مختلفة من مصادر النشاط الإشعاعي الأساسي. ولعلّ عرض خريطة تبين توزع النشاط الإشعاعي في العالم أو جهاز للكشف عن الإشعاع أو عدّاد غايغر أو غرفة سحابية يتيح للزائرين أن يروا بأعينهم التعرّض للإشعاع الطبيعي.

وقال فيريير: «إن الصخور مثل الكتب، يمكن النظر إلى الغلاف والحصول على بعض المعلومات الأولية، بيد أن القصة الكاملة لا تُعرف إلا بفتح الكتاب».

لودوفيك فيريير، أمين مجموعة الصخور، يحمل في يديه مفاعل أوكلو في متحف التاريخ الطبيعي في فيينا. واعتباراً من عام ٢٠١٩، ستعرض في المتحف بصورة دائمة عينة من صخور أوكلو.

(الصورة من: لورا غيل/
الوكالة الدولية للطاقة الذرية)