التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-'ILMI

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 57 يونيو 2007 ❖ جمادي الأولى 1428 هـ — JUNE 2007 No. 57

الاستخدامات السلمية للطاقة النووية

المفاعلات النووية

الطب النووي واستخداماته

الطاقة النووية... مبادئ أساسية

التقدم العلمي ❖ العدد 57 - يونيو 2007 ❖ جمادي الأولى 1428 هـ

AL-TAQADDUM AL-'ILMI JUNE 2007 No. 57

بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

جائزة الكويت لعام 2007

دعوة للترشيح

تمشياً مع أهداف **مؤسسة الكويت للتقدم العلمي** وتحقيقاً لأغراضها في دعم الإنتاج العلمي وتشجيع العلماء والباحثين، تقوم المؤسسة بتخصيص جوائز في مجالات العلوم والآداب والفنون والتراث، وذلك وفق برامجها السنوية. وتسجل المؤسسة من خلال هذه الجوائز اعترافها بالإنجازات الفكرية المتميزة التي تخدم التقدم العلمي وتفتح الطريق أمام الجهود المبذولة لرفع المستوى الحضاري في مختلف الميادين.

وموضوعات جائزة الكويت لعام 2007 هي في المجالات الخمسة التالية:

* **العلوم الأساسية:** علم المناعة Immunology
* **العلوم التطبيقية:** الصيدلة Pharmacology
* **العلوم الاقتصادية والاجتماعية:** الطاقة والتنمية في الوطن العربي Energy and Development in the Arab World
* **الفنون والآداب:** الأدب الأندلسي Andalosian Literature
* **التراث العلمي العربي الإسلامي:** البيطرة وعلم الحيوان في التراث العربي Veterinary and Zoology in Arab Heritage

تُخصص المؤسسة سنوياً لكل مجال من المجالات المذكورة جائزتين مقدار كل منهما 30 000 د.ك. (ثلاثون ألف دينار كويتي)، تمنح الأولى لواحد (أو أكثر) من أبناء دولة الكويت وتمنح الثانية لواحد (أو أكثر) من أبناء الدول العربية الأخرى. كما تقدم المؤسسة مع الجائزة النقدية ميدالية ذهبية ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية تبين مميزات الإنتاج بصورة مختصرة.

ويتم منح جائزة الكويت وفق الشروط الآتية:

- أن يكون الإنتاج مبتكراً وذا أهمية بالغة بالنسبة إلى الحقل المقدم فيه ومنشوراً خلال السنوات العشر الماضية.
- ألا يكون المرشح قد نال جائزة عن الإنتاج المقدم من أي جهة أخرى.
- تقبل المؤسسة طلبات المتقدمين وترشيحات الجامعات والهيئات العلمية، كما يحق للأفراد الحاصلين على هذه الجائزة ترشيح من يرونه مؤهلا لنيلها ولا تُقبل ترشيحات الهيئات السياسية.
- يتضمن الترشيح السجل العلمي للمرشح ونبذة مختصرة من حياته وإنتاجه ومبررات ترشيحه لنيل الجائزة.
- لا يعاد الإنتاج المقدم إلى مرسِله سواء فاز المرشح أو لم يفز.
- لا تقبل الاعتراضات على قرارات المؤسسة بشأن منح الجوائز.
- على الفائز أن يقدم محاضرة عن الإنتاج الذي نال عنه الجائزة.
- تقبل الترشيحات لغاية 2007/10/31 مشفوعة بأربع نسخ من الإنتاج المقدم.

ترسل الترشيحات والاستفسارات بشأن الجائزة إلى العنوان الآتي:

السيد مدير عام

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب: 25263 الصفاة 13113 ـ دولة الكويت

فاكس: 2403891 (965+) ـ هاتف: 2429780 (965+) ـ البريد الإلكتروني: prize@kfas.org.kw

جوائز معرض الكتاب العربي الثاني والثلاثين لعام 2007

المقدمة من

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ينظم **المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب** معرض الكويت للكتاب في دولة الكويت خلال النصف الثاني من شهر نوفمبر من كل عام. ويهدف المعرض إلى نشر المعرفة عن طريق تيسير تداول الكتاب.

ورغبة في تشجيع المؤلفين والمترجمين والناشرين في البلاد العربية، في مختلف فروع المعرفة، وإعطاء حركة التأليف والترجمة والنشر مزيداً من الدعم، فقد أقرت **مؤسسة الكويت للتقدم العلمي** بالاتفاق مع **المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب** تخصيص الجوائز الآتية:

- ❖ جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلَّف عن الكويت.
- ❖ جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلف في العلوم باللغة العربية.
- ❖ جائزة سنوية لأفضل كتاب مترجم إلى اللغة العربية في العلوم.
- ❖ جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلف في الفنون والآداب والإنسانيات باللغة العربية.
- ❖ جائزة سنوية لأفضل كتاب مترجم إلى اللغة العربية في الفنون والآداب والإنسانيات.
- ❖ جائزة سنوية لأفضل كتاب مؤلف للطفل العربي.

ويشترط في الكتاب المؤلف أو المترجم المرشح لنيل جائزة المعرض ما يلي:

- ❖ أن يكون متميزاً في مجال تخصصه.
- ❖ أن تكون لغته عربية فصحى.
- ❖ أن يستخدم في العلوم مصطلحات واضحة ودقيقة علمياً ولغوياً.
- ❖ أن يكون إخراجه جيداً.
- ❖ أن يكون منشوراً بطبعته الأولى في عام 2006.
- ❖ أن يكون معروضاً في معرض الكتاب العربي الثاني والثلاثين بالكويت.
- ❖ ألا يكون قد حصل على جائزة من أية جهة أخرى.

تمنح الجوائز بقرار من مجلس إدارة المؤسسة واستناداً إلى توصيات من اللجان المختصة التي يتم تشكيلها لهذا الغرض. ولا يجوز الاعتراض على النتائج المعلنة. ويجوز أن يشارك في الكتاب أكثر من شخص واحد، وفي هذه الحال تكون الجائزة مشتركة فيما بينهم. وتتضمن الجائزة مبلغاً قدره (5000 د.ك.) خمسة آلاف دينار كويتي ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية. وتقدم المؤسسة لناشر الكتاب الفائز بالجائزة مبلغاً قدره (2000 د.ك.) ألفا دينار كويتي.

وعلى المؤسسات المشاركة في معرض الكويت الثاني والثلاثين أن تبعث بنسختين من كل كتاب ترشحه لنيل الجائزة في موعد غايته 2007/10/3 م على العنوان الآتي:

السيد المدير العام لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص. ب. : 25263 الصفاة - 13113 دولة الكويت ـ هاتف : 2429780 (965+) ـ فاكس: 2403891

البريد الإلكتروني:prize@kfas.org.kw

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
KFAS

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العـدد 57، يونيو 2007 ❖ جمادى الأولى 1428 هـ
JUNE 2007 No. 57

رئيس التحرير
د. عادل سالم العبدالجادر

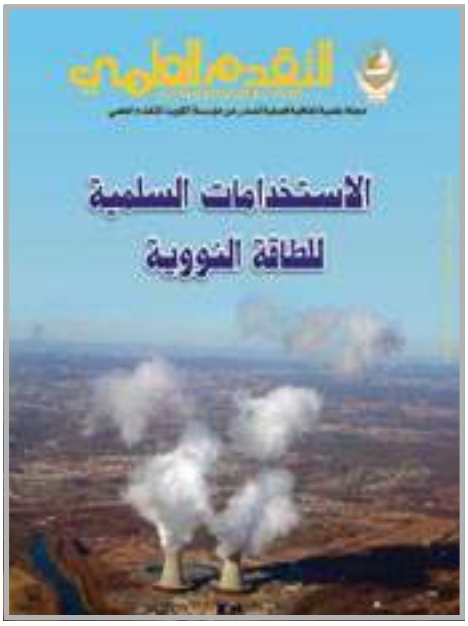
Editor-In-Chief
Dr. ADEL S. AL-ABDULJADER

سكرتير التحرير
د. طارق البكري

المتابعة والتوزيع
ثريا صبحي

الغلاف

الاستخدامات السلمية للطاقة النووية



موضوع الطاقة النووية واستخداماتها أخذ حيزاً رئيسياً من اهتمامات العالم في الفترة الأخيرة، لاسيما مع تزايد رغبة كثير من الدول في إنشاء مفاعلات نووية على أراضيها، بغية الاستفادة من قدرتها الهائلة على توليد الكهرباء، بتكاليف تشغيلية منافسة للطاقة التقليدية المعروفة... مجلة (التقدم العلمي) تعرض القضية وتتناول بعض جوانبها...

المراسلات باسم : **رئيس التحرير**
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Correspondence : **Editor-In-Chief**
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences
ص.ب : 25263- الرمز البريدي 13113. الصفاة-الكويت- فاكس : 2415520 (00965)- هاتف : 2415510 (00965)
P.O.Box: 25263 - P.C.13113 Safat - Kuwait - Fax: (00965) 2415520 - Tel.: (00965) 2415510
E-Mail: asm@kfas.org.kw

ما تتضمنه الموضوعات التي تنشر في المجلة يعبر عن وجهة نظر كتابها ولا يمثل بالضرورة وجهة نظر المجلة، ويتحمل كاتب المقال جميع الحقوق الفكرية المترتبة للغير.

الهيئة الاستشارية
لمجلة التقدم العلمي

رئيس الهيئة الاستشارية
أ.د. علي عبد الله الشملان

الأعضاء:
أ.د. عدنان الحموي
د. إبراهيم محمد الشريدة
د. جاسم محمد بشارة
د. ناجي محمد المطيري
م. سليمان عبد الله العوضي
د. عادل سالم العبدالجادر

■ **أخبار المؤسسة**

ـ ذهبيتان وفضية وبرونزية، إنجاز جديد يحققه المخترعون الكويتيون في معرض جنيف الدولي الـ 35 للاختراعات، الذي يعد الأكبر والأهم من نوعه في العالم.

4

ملف العدد

■ **الخليج يدخل عصر الطاقة النووية السلمية**
حمزة عليان
24

■ **الطاقة النووية... مبادئ أساسية**
د. مصطفى عباس معرفي
28

■ **النفايات النووية**
د. علي محمد الحمود
33

■ **الاستخدامات السلمية للطاقة النووية**
د. بسام المعصراني
38

■ **استخدامات الطاقة النووية في الطب النووي**
د. فواز إحسان أبو الهدى
46

■ **المفاعلات النووية**
م. محمد القطان
54

■ **صفحات مطوية من تاريخ الطاقة الذرية**
م. محمد عبد القادر الفقي
59

مقالات العدد

■ **الملتقى الخليجي الرابع للزلازل**
8

■ **مركز جمعة الماجد للثقافة والتراث صرح فكري كبير في دبي**
14

■ **ريادة العرب في علم التعمية واستخراج المعمى**
د. حسان الطيان
80

■ **هل كانت لغة واحدة أصل كل اللغات**
ترجمة محمد الدنيا
86

■ **علوم وتكنولوجيا.. آخر الابتكارات العلمية**
93

■ **حديقة المعرفة: الطاقة النووية**
102

■ **نافذة على العلوم**
د. علي خريبط
104

الزمان العلمي

يتذكر كثيرون من جيلي بدايات التلفزيون الملون الذي جاءنا من ألمانيا، ذلك الاختراع الذي غير حياتنا وأحلامنا أيضاً، فأحلامنا التي كنا نحلم بها كان بعضها بالأبيض والأسود، متأثراً ببرامج التلفزيون آنذاك. أما الآن، فالأحلام كلها ملونة بألوان الطبيعة. في بداية الثمانينيات جمعني لقاء في الكويت مع رجل الأعمال الشيخ صالح كامل حين كان يتحدث عن مستقبل الإعلام المرئي ويؤكد حتمية انتشار ثورة «الستلايت»، وأن موجات البثّ الأرضي ستكون ثانوية بعد «الفضائيات». وتحدث عن شراء أو استئجار موقعين: أحدهما في أستراليا والآخر في نيوزلندا، لبث برامج تلفزيونية عربية إلى مواقع مختلفة في العالم. كان حديثه بالنسبة إلي أقرب إلى الخيال، لكنه صار واقعاً عندما رأيت أطباق الاستقبال تنتشر سريعاً على سطوح المنازل. ولا أنسى «الفيديو» عندما كان بحجم حقيبة السفر في بداياته، فأصبح بحجم الكتاب، شأنه شأن الراديو والمسجل والحاسوب. ففي الستينيات كان الحاسوب بحجم الغرفة، ومدخلات هذا الحاسوب ومخرجاته يحتويها جهاز تضعه في جيبك. ولم أكن، قبل الثمانينيات، أتخيل أنني سأتحدث عبر الهاتف وأنا أمشي في السوق، أو أن يكون «الكلام بفلوس» أو أن تقوم شركات «بشراء الهواء». لقد أصبحت أحلامنا واقع أبنائنا، وصارت عجلة العلوم تدور ولا تتوقف، الأمر الذي يجعلنا نحسب بدقة تبعات ونتائج هذا التطور من جميع جوانبه، ونتعامل بشجاعة وحذر مع المخرجات العلمية الجديدة، التي تعامل كسلعة تباع وتشترى في سوق، فحين يكون إيقاع التقدم العلمي سريعاً تكون الحياة أسرع. ويحفل التاريخ العربي والإسلامي بإنجازات فذة للعلماء، فأبو بكر بن محمد بن زكريا الرازي وابن سينا وابن الهيثم ومحمد بن موسى الخوارزمي، كل هؤلاء وغيرهم كثير، اتهموا بالزندقة والإلحاد، أو على أقل تقدير اتهموا بالضلال والخروج عن الدين؛ لأنهم ببساطة غيروا نمط فكر مجتمع ما بتحقيق حلم ما. وأن يرفض المجتمع الجديد والتجديد، فذلك أمر طبيعي، ولكن أن يعدّ الإبداع بدعة! فهذا يجعل مصير الأمة يتجه نحو التخلف. في بداية القرن العشرين، حورب «الراديو» حتى كان اقتناؤه كفراً، ثم صار اليوم في كل بيت، ومثله التلفزيون ثم الستلايت. من أجل ذلك نشأ الحذر عند العالم والمفكر، وانتشر الخوف في المؤسسات العلمية والأكاديمية في الوطن العربي طلباً لدرب السلامة، فصار السبق لغيرنا. نعم، لكل ما سبق من الاختراعات التي ذكرناها مساوئ، إلا أنّ الوجه الآخر من العملة أكثر إشراقاً وأشد بريقاً. كذلك الطاقة النووية، فعلى الرغم من الكوارث التي سببتها، فإن استخداماتها السلمية واعدة في القضاء على بعض الأمراض، وتزويد الإنسان بما يحتاج إليه من طاقة. وفي هذا العدد نضع بين يديك عزيزي القارئ، ملفاً بعنوان «الاستخدامات السلمية للطاقة النووية» يتناول هذا الموضوع من جوانبه كافة، ويسلط الضوء على تاريخ هذه الطاقة وحاضرها ومستقبلها.

ميداليتان ذهبيتان وفضية وبرونزية عن خمسة اختراعات

إنجاز جديد للمخترعين الكويتيين في معرض جنيف

من جديد، أثبت أبناء الكويت جدارتهم بالتفوق، وقدرتهم على الإبداع والإنجاز، من خلال المراكز والميداليات التي حصلوا عليها في معرض جنيف الدولي الـ35 للاختراعات الذي أقيم في إبريل الماضي، محققين ذهبيتين وفضية وبرونزية عن خمسة اختراعات شاركوا فيها، في ذلك المعرض الذي يعد الأكبر والأهم من نوعه في العالم.

أ. د. علي الشملان في استقبال الفائزين لدى عودتهم إلى البلاد ويبدو رئيس مجلس إدارة النادي العلمي السيد إياد الخرافي

أ.د. الشملان: دعم لا محدود من حضرة صاحب السمو أمير البلاد للعلم والعلماء وتشجيع البحث بما يصب في مصلحة الكويت ودفع عملية التنمية فيها

أ . د .الشملان والسيد الخرافي رئيس مجلس إدارة النادي العلمي

وحظي الفائزون لدى وصولهم إلى الكويت باستقبال حافل من عدد من المعنيين والأهالي، تقدمهم المدير العام لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي الأستاذ الدكتور علي عبدالله الشملان ورئيس مجلس إدارة النادي العلمي إياد الخرافي ورئيس جمعية المهندسين الكويتية المهندس طلال القحطاني، إضافة إلى عدد من المسؤولين في المؤسسة والنادي العلمي والمكتب الكويتي لرعاية المخترعين.

وأشاد الأستاذ الدكتور الشملان في حفل استقبال المخترعين بالإنجاز الكبير الذي حققه المخترعون الكويتيون في أكبر معرض عالمي يقام سنوياً للمخترعين والمبدعين والمبتكرين من شتى أنحاء العالم.

وقال إن حضرة صاحب السمو أمير البلاد الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح، رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، يحرص على دعم العلم والعلماء وتشجيع البحث والعطاء العلمي بما يصب في مصلحة الكويت ودفع عملية التنمية فيها.

فخر واعتزاز

وأعرب الدكتور الشملان عن الفخر والاعتزاز لمشاركة مخترعة كويتية في هذا المعرض، وتحقيقها ميدالية برونزية، بما يثبت تفوق المرأة الكويتية ونجاحها في خوض الجوانب العلمية

المخترع ظافر العصيمي

والتطبيقية أسوة بأخيها الرجل، ويثبت أيضاً نجاح الخطط التي تضعها الجهات الحكومية والمؤسسات المعنية في القطاع الخاص في دعم العلم ورعاية الإبداع وتشجيع البحث والعطاء العلمي لدى شرائح المجتمع كافة.

وقال إنه بمبادرة سامية من سمو أمير البلاد الراحل الشيخ جابر الأحمد الصباح، رحمه الله، رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي حينذاك، أنشأت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي المكتب الكويتي لرعاية المخترعين عام 1999 في مقر النادي العلمي الكويتي، وذلك انطلاقاً من مبدأ الاستفادة من الموهوبين والمخترعين الكويتيين على النحو الذي يسهم في تطوير وتنويع القاعدة الإنتاجية المحلية، وبناء قاعدة تقنيات وطنية تعتمد في الأساس على العقول الكويتية المبدعة.

خطوات كبيرة

وأضاف الدكتور الشملان إن مكتب رعاية المخترعين الكويتيين، بدعم كامل من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، خطا خطوات كبيرة في الفترة الماضية، وأثبت وجوده على الساحة العالمية، بحصول عدد

أ.د. الشملان: نفخر بمشاركة مخترعة كويتية في المعرض وتحقيقها ميدالية برونزية بما يثبت دور المرأة الكويتية وتفوقها ونجاحها في خوض الجوانب العلمية والتطبيقية أسوة بالرجل

المكتب الكويتي لرعاية المخترعين

بمبادرة سامية من سمو أمير البلاد الراحل الشيخ جابر الأحمد الصباح، رحمه الله، رئيس مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، أنشأت المؤسسة المكتب الكويتي لرعاية المخترعين عام ١٩٩٩، في مقر النادي العلمي الكويتي، وذلك انطلاقاً من مبدأ الاستفادة من الموهوبين والمخترعين الكويتيين على النحو الذي يسهم في تطوير وتنويع القاعدة الإنتاجية المحلية وبناء قاعدة تقنيات وطنية تعتمد في الأساس على العقول الكويتية.

أهداف المكتب

1 - تشجيع المخترعين على التطوير والابتكار وحماية ملكيتهم الفكرية.
2 - المساهمة في النهوض بالنشاط الصناعي والاقتصادي في الكويت.
3 - تشجيع استغلال براءات الاختراع صناعياً وتجارياً وما ينطوي عليه ذلك من مردود مالي وأدبي للدولة والمخترع.
4 - المساهمة في نشر الوعي الثقافي في مجال براءات الاختراع وحقوق الملكية الفكرية من خلال المؤتمرات والندوات والدورات التدريبية المحلية والخارجية التي يشارك فيها المكتب في هذا المجال إضافة إلى إعداد الأبحاث ونشر الكتيبات والمعلومات في مجال الملكية الفكرية.
5 - إبداء الرأي والمشورة للمخترعين وغيرهم في مجال براءات الاختراعات وحقوق الملكية الفكرية.

المخترعة وفاء مهدي الكاظمي

من المخترعين الكويتيين المنضمين إليه على جوائز عدة ستقدم فوائد جليلة للعالم أجمع.

وقال: إن تلك الإنجازات الكبيرة تأتي لتضاف إلى إنجازات دولة الكويت وتعزز الجهود التي تبذلها مؤسسة الكويت للتقدم العلمي والنادي العلمي الكويتي لاحتضان المبدعين والمخترعين من أبناء دولة الكويت، من خلال أنشطة اللجنة التنفيذية للمكتب الكويتي لرعاية المخترعين.

مخترعو الكويت لفتوا الأنظار

من جهته قال مدير إدارة الثقافة العلمية في مؤسسة الكويت للتقدم العلمي الدكتور جاسم بشارة إن المخترعين الكويتيين لفتوا الأنظار في معرض جنيف الدولي باختراعاتهم المتميزة وابتكاراتهم المتنوعة في مجالات عدة. وذكر الدكتور بشارة الذي رأس الوفد إلى المعرض أن معظم الوفود المشاركة في المعرض والزائرين لهذا التجمع العلمي الكبير حرصوا على زيارة جناح دولة الكويت والاطلاع على أعمال المخترعين، كما حرصت معظم الشركات على الاستفسار عن طبيعة الاختراعات وكيفية تطبيقها والاستفادة منها.

المخترع عبد الله العيدان

د. جاسم بشارة: المخترعون الكويتيون لفتوا الأنظار في معرض جنيف الدولي باختراعاتهم المتميزة وابتكاراتهم المتنوعة في مجالات عدة

المخترعون: نشكر الجهود التي تبذلها مؤسسة الكويت للتقدم العلمي لدعم البحث والعطاء الإبداعي في الدولة وتوفير الرعاية للعلماء

المخترع د.طارق البحري

إياد الخرافي: ندعو أصحاب المواهب الخلاقة والإبداعات العلمية إلى الانضمام للمكتب الكويتي لرعاية المخترعين

وقال بشارة إن مكتب رعاية المخترعين الكويتيين وبدعم كامل من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، خطا خطوات كبيرة في الفترة الماضية، وأثبت وجوده على الساحة العالمية، بحصول عدد من المخترعين الكويتيين المنضمين إليه على جوائز عدة.

من جهته أشاد رئيس مجلس إدارة النادي العلمي إياد الخرافي بمجهود المؤسسة في دعم وتشجيع المخترعين الكويتيين داعياً أصحاب المواهب الخلاقة والإبداعات العلمية إلى الانضمام إلى المكتب الكويتي لرعاية المخترعين لضمان نجاحهم وتفوقهم والحفاظ على حقوقهم الفكرية.

وأكد استمرار المكتب الكويتي لرعاية المخترعين في تقديم الدعم للمبدعين الكويتيين لتسجيل براءات اختراعاتهم في مكاتب تسجيل الاختراعات العالمية، وتسهيل مشاركتهم في المعارض العالمية للاختراعات من أجل إتاحة الفرصة لتقديم اختراعاتهم في المحافل الدولية.

إشادة بجهود المؤسسة

من جهتهم أشاد المخترعون الكويتيون وبالجهود التي تبذلها مؤسسة الكويت للتقدم العلمي لدعم البحث العلمي والعطاء الإبداعي في دولة الكويت، وتوفيرها الدعم المادي الكبير لتسجيل براءات الاختراع للمخترعين ومشاركتهم في المعرض والمنتديات الدولية.

وقالوا إنّ كثيراً من الزوار دهشوا لهذه الإنجازات التي قدمتها الكويت، تلك الدولة الصغيرة نسبياً، التي نهضت بعد كبوة الغزو المؤلمة، واستطاعت تجاوز محنتها وتقديم إبداعات متميزة إلى العالم في مجالات مختلفة.

وأكدوا أن الدعم الكبير من المؤسسة ساهم في مشاركاتهم العالمية وحفزهم إلى المزيد من العطاء، داعين إلى تحويل اختراعاتهم إلى مشاريع تنفيذية حتى يستفيد منها العالم أجمع.

ودعوا إلى تشجيع أصحاب الأفكار والإبداع وتهيئة البيئة المناسبة لهم لمزيد من العطاء والإنجاز، كما دعوا القطاع الخاص في دولة الكويت إلى تبني الاختراعات التي قدموها وتبني تصنيعها وإنتاجها وتسويقها إقليمياً وعالمياً.

الفائزون والجوائز

والمخترعون والفائزون هم ظافر جبرين العصيمي الذي حصل على ميدالية ذهبية في المعرض عن اختراعه جهاز مكافح النار، وهو أداة مساعدة لمهمة رجال الإطفاء في مكافحة الحرائق والسيطرة عليها وتوفير الحماية لرجال الإطفاء عند التعامل مع الحريق.

والمخترع الثاني هو عبدالله أحمد العيدان، الحاصل على ميدالية ذهبية في المعرض عن اختراعه نظام تكييف عالي الكفاءة من حيث التبريد واستهلاك الطاقة، وذلك عن طريق الاستغلال الأمثل للطاقة الحرارية عن طريق المبادل الحراري والتحكم في الطاقة الكهربائية المهدورة، إضافة إلى التحكم في جهاز التكييف وإدارته. كما تقدم العيدان إلى المعرض باختراع ثان هو جهاز مطور لأسلوب الاتصالات ليجعل منها أكثر سرعة وذلك من خلال أسلوب جديد لاستخدام الموجات الصوتية.

والمخترع الثالث هو الدكتور طارق عبدالجليل البحري من جامعة الكويت، الحاصل على ميدالية فضية عن اختراعه دواء مضاداً للفيروسات، إضافة إلى طريقة تحضيره واستخدامه للتحصين والعلاج من الأورام والبثور والأمراض التي تسببها بعض الفيروسات.

وحصلت المخترعة وفاء مهدي الكاظمي على ميدالية برونزية لاختراعها مركّباً طبيعياً وهو نوع من الدهان لمعالجة الإصابة بالحروق، بعيداً عن العلاجات الكيميائية وذلك لتخفيف المعاناة عن المصابين بالحروق.

نظمه معهد الأبحاث العلمية بدعم من المؤسسة

الملتقى الخليجي الرابع للزلازل

نظم معهد الكويت للأبحاث العلمية بالتعاون مع مؤسسة الكويت للتقدم العلمي في مارس الماضي الملتقى الخليجي الرابع للزلازل بمشاركة باحثين ومختصين من داخل الكويت ودول الخليج العربي والعالم.

وقال المدير العام لمعهد الكويت للأبحاث العلمية بالوكالة الدكتور نادر العوضي في كلمته في الملتقى إن وقوع الزلازل في منطقتنا العربية يمثل تحدياً كبيراً وتهديداً مشتركاً، الأمر الذي يتطلب اتخاذ احتياطات وتدابير لازمة للوقاية منها والتقليل من أخطارها قدر المستطاع، لافتاً إلى أن معرفة فيزيائية الأرض والتربة السفلى وفهمها ضرورة أساسية وحيوية لبقاء الإنسان واستقراره واستمرار نشاطه، ولبقاء كل الكائنات الحية التي تعيش ضمن حلقة بيئية منتظمة.

وسعى الملتقى إلى تقييم مخاطر الزلازل على منطقة الخليج العربي، ومناقشة أهمية ربط شبكات الزلازل في دول مجلس التعاون بدول الجوار، حيث تحدث عدد من الباحثين والمختصين في هذا المجال، كما جرت ورش عملية على هامش الملتقى الذي استمر خمسة أيام وشارك فيه نخبة من الباحثين والعلماء من دول الخليج والمنطقة العربية وإيران وبعض الدول الأوروبية والولايات المتحدة.

وتمثلت أهداف الملتقى أيضاً في إتاحة الفرص للمختصين في علم الزلازل بدول مجلس التعاون الخليجي ودول الجوار ومتخذي القرار في المؤسسات المختلفة للقاء وتبادل الآراء وبلورة جميع الجهود المبذولة لإيجاد حلول علمية وعملية لتقييم مخاطر الزلازل، والوقوف على كل ما من شأنه الحد من مخاطرها، كما هدف الملتقى إلى الدفع باتجاه ربط شبكات رصد الزلازل بدول مجلس التعاون الخليجي وشبكات الزلازل بدول الجوار بعضها ببعض وإجراء المزيد من البحوث في هذا المجال وذلك لتجنيب المنطقة الخطر الزلزالي.

وأكد د. العوضي أنّ هذا الملتقى يمثل نشاطاً علمياً مهماً في طريق التعاون الإقليمي والدولي للحد من الآثار المدمّرة للزلازل، وتحقيق الاستفادة القصوى من التقانات العالمية في هذا المجال، وفي تحديث التقانات المستخدمة، كما أنه يشكل فرصة لتبادل نتائج البحوث المتعلقة بالزلازل ووسائل الحد من مخاطرها بين العلماء والباحثين في دول مجلس التعاون الخليجي ودول العالم المتقدمة، ما يساهم في إقرار مجموعة من التدابير الوطنية التي تساهم في الحد من مخاطر الزلازل.

برامج متطورة

وذكر الدكتور العوضي أنّ هناك مركزاً أسسه المعهد بهذا الصدد مزوّداً بأجهزة تحليل تضم برامج متطورة لإجراء الدراسات والبحوث التفصيلية في المجالات المختلفة لعلم الزلازل وتقليل مخاطرها. مضيفاً إن جهد المعهد لا يتوقف في مواجهة مخاطر الزلازل على ما يقوم به هذا المركز، بل إن اهتمامه يتجاوز ذلك إلى تقييم المخاطر الزلزالية على المنشآت بالكويت من حيث التبعات الهندسية المترتبة على ذلك، ومدى استجابة المنشآت الحالية ومقاومتها وتأثرها في حالة حدوث الزلازل، مع تقدير التكلفة المادية للخسائر المتوقعة، ويركز المعهد على وضع التوصيات التي تكفل حماية المنشآت وتقليل المخاطر الزلزالية.

وشدد على ضرورة الاستفادة من جهود البحث العلمي في الخطط التنموية في منطقتنا العربية، ولاسيما أن البحث العلمي أصبح المقوم

صور متفرقة لآثار من الزلازل في العالم

الأساسي والركيزة الأهم لأي تطور اقتصادي واجتماعي وتقني.

وبينّ أن دراسات المنظمات العالمية تؤكد أن منجزات البحث العلمي أصبحت تساهم بنسبة تتجاوز الـ75% في تطور الأمم وتقدمها.

وتطرق العوضي إلى دور معهد الأبحاث كأول مؤسسة للبحث العلمي التطبيقي في منطقة الخليج ومساهماته الجادة في مسيرة التنمية، حيث استطاع بناء قواعد معلومات وبيانات مهمة في قطاعات الصناعة والزراعة والاقتصاد والبيئة وموارد الغذاء.

سمات علمية

من جهته قال رئيس اللجنة العليا المنظمة مدير إدارة البيئة والتنمية الحضرية في المعهد د. ضاري العجمي إن الملتقى الخليجي اكتسب في دوراته الثلاث السابقة سمات علمية عديدة، وأصبح يملك من المصداقية ما دعا العديد من مراكز الأبحاث الزلزالية والجامعات العربية والعالمية إلى المسارعة للمشاركة في فعاليات الملتقى الرابع في دولة الكويت.

د. نادر العوضي: وقوع الزلازل في منطقتنا العربية يمثل تحدياً كبيراً وتهديداً مشتركاً

إدارة البيئة والتنمية الحضرية بالمعهد أنجزت منذ عام 1994 دراسات لإنشاء شبكة لرصد الزلازل على أرض دولة الكويت بدأت عملها الفعلي في مارس 1997

وذكر الدكتور العجمي أن الزلازل من الكوارث الطبيعية التي عاناها الإنسان منذ القدم نتيجة للدمار والخراب عند حدوثها.

وأضاف إنّ منطقة الخليج تتميز بحافات نشيطة زلزالياً، ممثلة في جبال طوروس وجبال زاغروس في الشمال والشمال الشرقي، كذلك في الغرب من جهة البحر الأحمر وخليج العقبة والبحر الميت، لذلك فقد قامت إدارة البيئة والتنمية الحضرية بالمعهد منذ عام 1994 بعمل الدراسات اللازمة لإنشاء شبكة لرصد الزلازل على أرض دولة الكويت، التي بدأت عملها الفعلي في مارس 1997، بعد توفير أحدث التقنيات العلمية في مجال رصد الزلازل.

وقال إن الملتقى يدعم التعاون وتبادل الخبرات والوقوف على كل ما هو جديد في مجال البحوث المتعلقة بالزلازل في دول مجلس التعاون الخليجي والدول العربية والأجنبية بما يتيح الفرص للمختصين والعلماء للالتقاء وتبادل الرأي والخروج بنتائج علمية وعملية.

وذكر أن الملتقى يسعى إلى ربط شبكات رصد الزلازل في دول مجلس التعاون

أ. د. علي الشملان المدير العام لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي ود. نادر العوضي وعدد من مسؤولي المؤسسة والمعهد وحشد من الخبراء

الخليجي بشبكات الزلازل في دول الجوار لتجنيب المنطقة المخاطر الزلزالية.

مؤتمر صحافي

وكان الدكتور العجمي أعلن في مؤتمر صحافي أنّ الملتقى يتيح الفرصة للمختصين بعلم الزلازل في دول مجلس التعاون الخليجي ودول الجوار ومتخذي القرار في المؤسسات المختلفة في الكويت للقاء وتبادل الآراء وبلورة جميع الجهود المبذولة لإيجاد الحلول العلمية والعملية لتقييم مخاطر الزلازل والوقوف على كل ما من شأنه الحد من مخاطرها.

ولفت إلى أن منطقة الجزيرة العربية تعرف تكتونياً بـ(الصفيحة العربية) وتتميز بحافات نشيطة زلزالياً ممثلة في جبال طوروس وجبال زاغروس في الشمال والشمال الشرقي، ونطاق اندساسها تحت إقليم المكران من ناحية الشرق ونطاق فوالق أوبين من الجنوب الشرقي، ونطاق تمدد وانفتاح قاع البحر الأحمر وخليج عدن من الجنوب إلى الجنوب الغربي ونطاق الصدوع التحويلية الممتدة إلى خليج

د. ضاري العجمي: منطقة الخليج تحوي حافات نشيطة زلزالياً ممثلة في جبال طوروس وجبال زاغروس في الشمال والشمال الشرقي وكذلك في الغرب من جهة البحر الأحمر وخليج عدن

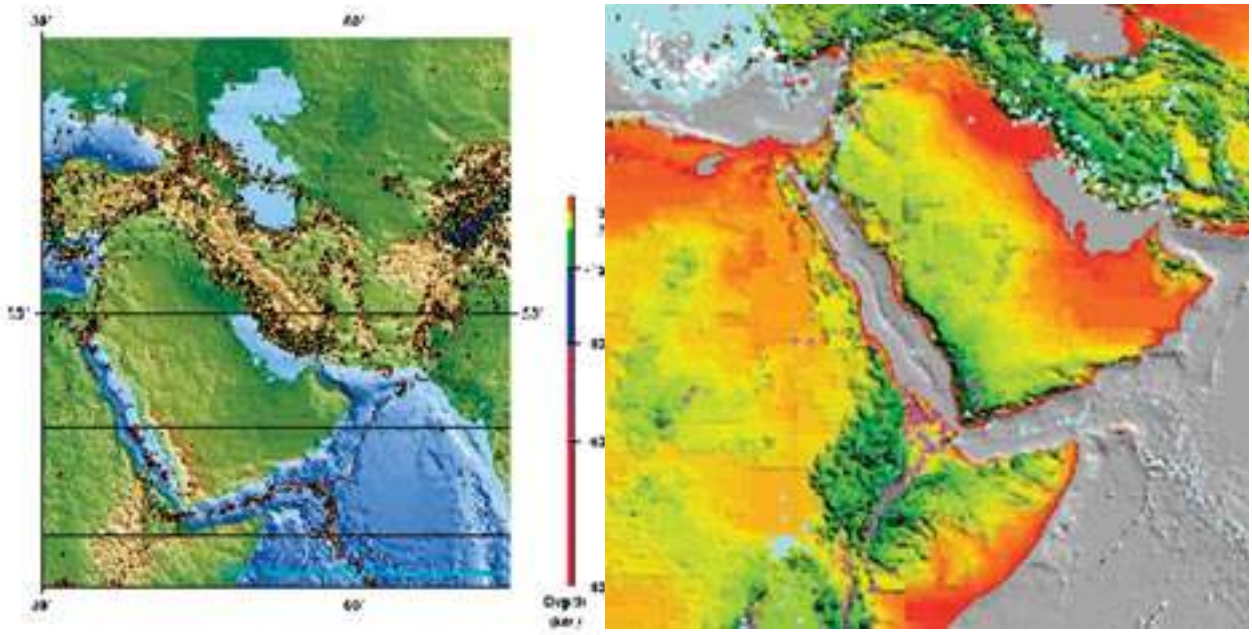
العقبة والبحر الميت في شمال غرب الصفيحة العربية.

وأضاف إن هذا النشاط الزلزال حول الصفيحة العربية يأتي نتيجة للحركات التكتونية بين الصفيحة العربية والصفيحة الآسيو أوروبية والصفيحة الأفريقية وكذلك الصفيحة الهندية.

وأوضح العجمي أنّ الملتقى تضمن برنامجاً علمياً متكاملاً، حيث عرضت فيه 30 ورقة علمية لنخبة من العلماء العرب والأجانب المتخصصين في الزلازل، كما تضمن 3 ورش عمل حول موضوعات عدة منها: استخدام برنامج الساك في تحليل الزلازل، مقياس معامل التضخيم السيزمي للتربة وقياس تحركات القشرة الأرضية بواسطة جهاز تحديد المواقع على الكرة الأرضية GPS.

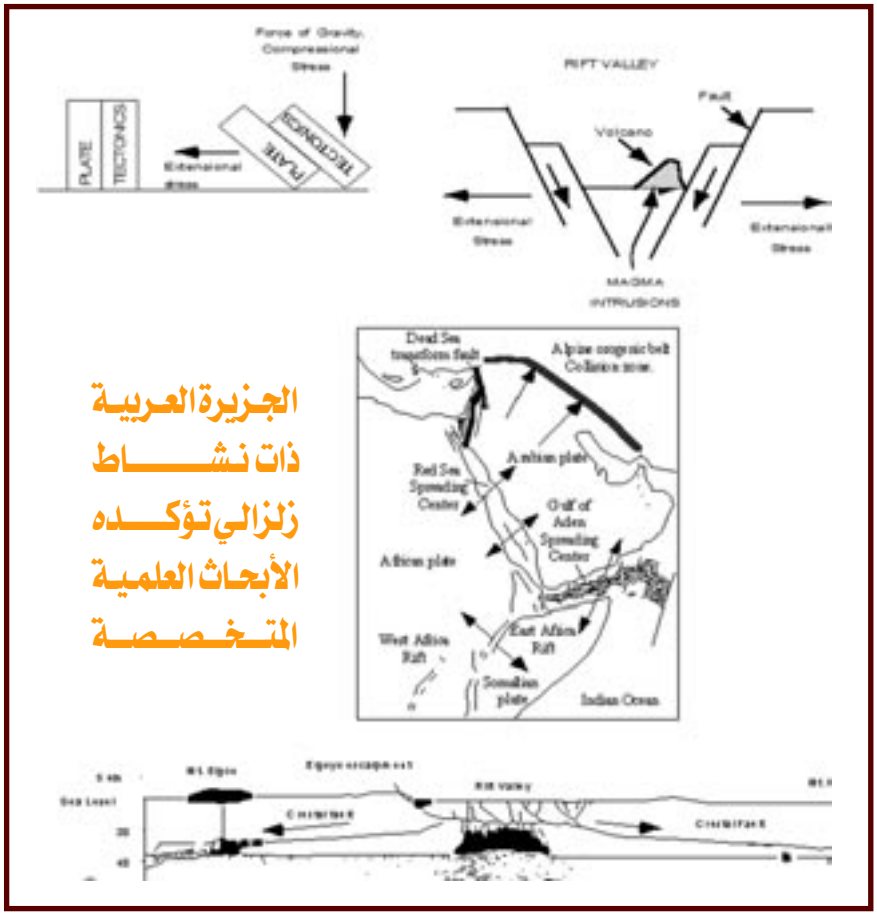
البيان الختامي

وفي ختام الملتقى أصدر المشاركون بياناً دعوا فيه إلى إنشاء لجنة من دول مجلس التعاون الخليجي لمتابعة القرارات التي تتخذ خلال الملتقيات مؤكدين ضرورة التعاون بين شبكات الرصد في لدول الخليجية.



تظهر العلامات أمكنة الزلازل وتحركاتها

جانب من الحضور



وأكد المشاركون في الملتقى أن منطقة الجزيرة العربية ذات نشاط زلزالي، داعين إلى التعاون الخليجي مع دول الجوار لإجراء بحوث ودراسات مشتركة متعلقة بالزلازل والحد من مخاطرها وبالأخص إنشاء خريطة لمخاطر الزلازال.

وأشارت توصيات الملتقى إلى ضرورة تبادل التقارير الشهرية والسنوية لبيانات الزلازل المسجلة في دول مجلس التعاون، إضافة إلى تبادل السجل الزلزالي ذي قوة خمس درجات فأكثر بين دول مجلس التعاون الخليجي عند حدوثه وعلى الفور. واتفق المشاركون على الاهتمام بوضع مواصفات هندسية للمباني المقاومة للزلازل وتطبيقها، والاهتمام بعلم هندسة الزلازل، وإدخاله في الملتقيات المقبلة كأحد المحاور الرئيسية.

وأكدوا ضرورة استمرار تلك الملتقيات وعقدها كل عامين في إحدى الدول الخليجية، إلى جانب عقد اتفاقيات تعاون وتبادل للخبرات والمعلومات بين مراصد الزلازل بدول مجلس التعاون الخليجي.

مجلة العلوم

تَصدر «***مجلة العلوم***» شهريا منذ عام 1986 عن «**مؤسسة الكويت للتقدم العلمي**»، وهي في ثلثي محتوياتها ترجمة عربية لمجلة «***ساينتفيك أمريكان***» التي تُعَدُّ من أهم المجلات العلمية المعاصرة والتي تصدر بثماني عشرة لغة.

نقرأ في العدد 4 (2007) من مجلة العلوم ما يلي:

ما هو الكوكب؟ What Is a Planet?

<S. سوتر>

للكوكب تعريف رسميٌّ جديد مثير للجدل، وهو يَستبْعِدُ بلوتو من حظيرةِ الكواكب. ومع أنّ لهذا التعريف عيوبَه، لكنه يستند عموما إلى مبادئَ علميّة أساسيّة.

الفقر وأمراضه Sick of Poverty

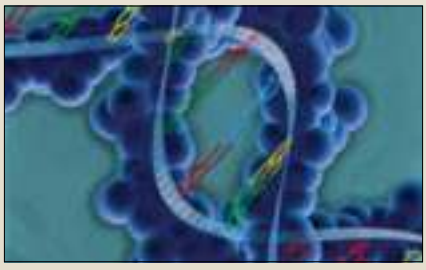
<R. ساپولسكي>

تُؤكد بعض الدراسات الحديثة أن الكرب الناجم عن الفقر يعرض الإنسان لأمراض خطيرة.

هل يعمل التطور لصالح السرطان؟ Evolved for Cancer?

<C. زيمر>

يأمل بعض العلماء اكتشافَ أدلة جديدة تساعد على مكافحة السرطان، وذلك من خلال دراسة التاريخ التطوري للاضطراب السرطاني في أنواعنا الحية.



إحياء حواسيب الدنا Bringing DNA Computers to Life

<E. شاپيرو> ـ <Y. بنسون>

باستغلال القدرة الحاسوبية الطبيعية الكامنة في الجزيئات البيولوجية، صنع الباحثون آلات صغيرة جدا يمكنها التخاطب مع الخلايا الحية مباشرة.

حياة رقمية
A Digital Life

<G. بلّ> ـ <J. كفِّل>

يمكن لمنظومات جديدة أن تتيح للناس تسجيل كل شيء يتصل بحياتهم وتخزين جميع هذه البيانات في أرشيف رقمي شخصي.

حل فعّال
An Efficient Solution

<K.E. جوشيم>

إن ترشيد استخدام الطاقة في الأبنية والسيرورات الصناعية، هو الحل الأسرع والأرخص للحدّ من انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري.

الميثان والنباتات وتغير المناخ
Methane, Plants and Climate Change

<F. كيلر> ـ <Th. روكمان>

إن الاكتشاف الحديث المدهش بأن النباتات الحية تنتج غازا من غازات الدفيئة (الغازات المسببة للاحتباس الحراري) يطرح أسئلة حول مواجهة الاحترار العالمي.

التلفزة الرقمية ... أخيرا؟
Digital TV at Last?

<M. أنتونوف>

يستعد البث التلفازي التماثلي للتوقف في غضون سنتين، إلا أن إرث هذا البث قد يمكننا من قول كل شيء عن الانتقال إلى البث الرقمي عدا كونه سلسا.

يشرف على إصدار المجلة **هيئة استشارية** مؤلفة من :

أ.د. **علي عبدالله الشملان** ، رئيس الهيئة
أ.د. **عبدالله سليمان الفهيد** ، نائب رئيس الهيئة
أ.د. **عدنان الحموي** ، عضو الهيئة ـ رئيس التحرير

مراسلات التحرير توجه إلى : **رئيس تحرير مجلة العلوم**
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
ص.ب : 20856، الصفاة، الكويت 13069
هاتف : 2428186 (965+)، فاكس : 2403895 (965+)
العنوان الإلكتروني: oloom@kfas.org.kw

الاشتراكات

	بالدينار الكويتي	أو بالدولار الأمريكي
* للطلبة والعاملين في سلك التدريس و/ أو البحث العلمي	12	45
* للأفراد	16	56
* للمؤسسات	32	112

وتحول قيمة الاشتراك بشيك مسحوب على أحد البنوك في **دولة الكويت**.

مركز جمعة الماجد للثقافة والتراث

صرح حضاري وعلمي كبير

في عاصمة المال والاقتصاد، ومركز السياحة والتجارة في الخليج العربي، يقف مركز جمعة الماجد للثقافة والتراث في دبي، صرحاً شامخاً، ومعلماً ثقافياً متميزاً، يحمل مشاعل الفكر النير، ويمزج بين التراث العريق والأصالة المتميزة.. وخلف هذا الصرح الشامخ يقف رائد من رواد الثقافة والاقتصاد، أراد أن ترتبط دبي بالثقافة والتراث، كما ارتبط اسمها بالمال والاقتصاد، إنه الشيخ جمعة الماجد، صاحب الأيادي البيضاء في ميدان البحث والفكر والتراث.

مركز جمعة الماجد للثقافة والتراث هيئة علمية ثقافية وقفية ذات نفع عام، تأسس رسمياً عام 1991. ومنذ أن وضعت اللبنات الأولى لهذا الصرح الثقافي كانت نصب عينيه أهداف سامية يعمل جاهداً على تحقيقها وأبرزها: نشر الثقافة في المجتمع، وخدمة الباحثين، وتشجيعهم على البحث والمحافظة على التراث العربي الإسلامي والعمل على نشره.

ومن أجل تحقيق أهدافه سلك المركز سبلاً كفيلة بتحقيقها، فعمد إلى اقتناء أوعية الفكر الإنساني بأشكالها المتنوعة ومعالجتها وتنظيمها وحفظها وإتاحتها للباحثين، وعقد الندوات والمحاضرات والمؤتمرات والدورات التدريبية، وسعى جاهداً لبناء علاقات التعاون الثقافي وتعزيزها، وتبادل الخبرات مع المنظمات والهيئات المحلية والإقليمية والدولية.

الشيخ جمعة الماجد

ويقوم المركز بعمله مرتكزاً على منظومة من القيم الإنسانية المتمثلة في بناء العقل الإنساني، ونشر المعرفة، مؤطرة بالتواصل والخدمة والعطاء.

أقسام المركز

وتتوزع هيكلة المركز إلى ثمانية أقسام هي:

1 - قسم المخطوطات:

يعد قسم المخطوطات أهم أقسام المركز، ويقتني من آثار السلف المخطوطة، التي يربو عددها على مئة ألف عنوان من المخطوطات الأصلية والمصورة، إضافة إلى عدد لا بأس به من الوثائق الأصلية التي يزيد عددها على (2600) وثيقة. هدف القسم فهرسة جميع هذه المخطوطات وتيسير سبل وصول الباحثين إليها.

وتنهض بأعماله شعب ثلاث هي:

أ - شعبة التزويد وإرشاد الباحثين:

مهمة هذه الشعبة تزويد القسم بكل جديد ونافع من المخطوطات الأصلية والمصورة، سواء أكان ذلك من خلال التبادل أم الشراء، أم التعاون الثقافي بين المركز والمؤسسات المعنية بالتراث في دول العالم، وتقديم المشورة العلمية اللازمة للباحثين، والرد على استفساراتهم المباشرة والخطية، داخل الدولة وخارجها فيما يتعلق بالمخطوطات.

ب - شعبة فهرسة المخطوطات وتصنيفها:

أنيط بهذه الشعبة فهرسة الأوعية المخطوطة، من خلال منهج فهرسة، نُظمت مفرداته بإحكام وشفافية. وقد أدخلت كل المعلومات المسجلة على البطاقة، على قاعدة البيانات التي نُظمت بكل دقة وعناية متضمنة كل المعلومات التي يحتاج إليها الباحث.

ج - شعبة الحفظ والتخزين والتصوير:

ينصبّ اهتمام هذه الشعبة على حفظ مقتنيات المركز من المخطوطات بأنواعها ويجري في هذا الفرع تصوير جميع الأوعية الثقافية المحفوظة في القسم من مخطوطات ووثائق ومصورات ورقية، وقد

الشيخ جمعة الماجد مع صاحب السمو أمير البلاد الشيخ صباح الأحمد الصباح

تّم إنجاز العدد الأكبر من خلال تصوير المقتنيات على أقراص مدمجة.

2 - قسم التراث الوطني:

يهتم قسم التراث الوطني بكل ما له علاقة بمنطقة الخليج العربي من حيث الظروف السياسية في المنطقة، منذ وجود الاستعمار الأوروبي وحتى قيام اتحاد الإمارات ونشوء التقدم والازدهار بعد اكتشاف النفط خاصة. وقد نظمت المقتنيات الخاصّة ضمن أرشيفات حسب نوع كل مادة، وقسّمت على النحو التالي:

أ - أرشيف الوثائق:

يحتوي هذا الأرشيف على مجموعة كبيرة ومهمة من:

- الوثائق البريطانية: تحتوي على تقارير عن علاقات بريطانيا بالخليج العربي، وتعنى بالأوضاع السياسية والعسكرية كالحدود بين دول الخليج العربي والنزاعات بين القبائل.

- الوثائق الأمريكية: وهي مصورة على مصغرات فيلمية توضح مدى اهتمام أمريكا بالاطلاع على ما يتعلق بالعالم العربي والشرق الأوسط، إضافة إلي الوثائق العثمانية والروسية والفارسية والإيطالية والبرتغالية.

مبنى مركز جمعة الماجد

ب - أرشيف الكتب:

يضم القسم مجموعة كبيرة من الكتب العربية والأجنبية التي تتناول دولة الإمارات ومنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية من جميع النواحي.

ج - أرشيف سلسلة مقالات عن دولة الإمارات:

هذه السلسلة مجموعة مختارة بدقة وعناية من المقالات والدراسات والأبحاث لعدد من الكتاب والمؤرخين تم نشرها في كتب ومجلات علمية.

وللأرشيف عدة معارض منها:

- معرض الخرائط التاريخية:

يقتني القسم مجموعة كبيرة منها، تتعلق بدول العالم كافة، وتحتل الخرائط الخاصة بالإمارات ومنطقة

الخليج المساحة الأكبر، وتتنوع ما بين قديمة وحديثة.

- **معرض الإمارات في ذاكرة الزمن:**

يجسد بالصور الفوتوغرافية القديمة دولة الإمارات العربية المتحدة حيث الحياة الاجتماعية والبحرية، ومراحل قيام الاتحاد، وغيرها من الصور النادرة.

- **معرض شخصيات رائدة:**

يعرض فيه صور ومراسلات لرجال أماجد في دولة الإمارات كانت لهم أدوار رائدة في تحقيق العدل ونشر العلم والوعي. ولأجل الانسيابية في العمل، ومن أجل السير في قنوات متعددة في وقت واحد، وزّعت المهمات على الشعب التالية:

■ **شعبة الترجمة:**

ترجمة الكتب والوثائق الأجنبية الخاصة بمنطقة الخليج العربي، وكمرحلة أولى بدأت هذه الشعبة بترجمة المراجع الروسية من كتب ووثائق ودراسات وفهارس مخطوطات.

■ **شعبة إدخال البيانات وخدمة الباحثين:**

تختص بإدخال المقالات في الحاسوب ضمن نظام خاص، كذلك إدخال الخرائط، والصور الفوتوغرافية ليتسنى للباحثين سهولة الاطلاع عليها والاستفادة منها في بحوثهم ودراساتهم.

■ **شعبة الفهرسة والتصنيف:**

تعد شعبة الفهرسة والتصنيف المختبر الذي تعالج فيه مقتنيات المكتبة (المطبوعة وغير المطبوعة) بأسلوب منظم، يهدف إلى تنظيم أوعية المعرفة الموجودة فيها بأسلوب يسهل استخدامها والرجوع إليها، ويمكن من الوصول إلى المعلومات المطلوبة بكل دقة وبطريقة سهلة وسريعة.

الشيخ جمعة الماجد أثناء زيارته لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي

وتستخدم الشعبة مجموعة من المواصفات الفنية، والمعايير الدولية لتحقيق هذه الغاية، تندرج في:

- قواعد الفهرسة الأنجلو - أمريكية (AACR2) الخاصة بالفهرسة الوصفية.
- المكنز العربي الموسع الخاص بالتحليل الموضوعي لمحتويات أوعية المعرفة، مع إمكان اقتراح المواصفات الجديدة غير المتوافرة في المكنز عند الضرورة، حسب احتياجات العمل.
- خطة تصنيف ديوي العشري.
- قوائم أو ملفات استناد محلية، تمَّ إنشاؤها بقصد التقنين والتوحيد.

وتم العمل من خلال قاعدة بيانات متكاملة في نظام محلي طور باستخدام برنامج (أوراكل) لميكنة جميع أعمال المكتبة وخدماتها، بما في ذلك الفهرسة والتصنيف. وقد صممت قاعدة الفهرسة بحيث تتضمن أهم الحقول الببليوغرافية المتعارف عليها فنيًّاً.

من أبرز أهدافه نشر الثقافة وخدمة الباحثين وتشجيعهم والعمل على نشر التراث العربي الإسلامي

3 – قسم المعالجة الفنية:

وهو القسم الذي يقوم بالإجراءات الفنية كافة في المكتبة، بدءاً من الحصول على المواد المكتبية وتوفيرها مروراً بتنظيمها، ومعالجتها فهرسةً وتصنيفاً، وتكعيبها وتجهيزها بما يلزم من لاصقات، وانتهاء بتسليمها للمستودعات أو قسم خدمات المستفيدين لتوضع على الرفوف جاهزة للاستخدام.

4 – قسم التزويد:

يقع على عاتق قسم التزويد مسؤولية بناء مقتنيات المكتبة وتنميتها، بأشكال الأوعية والمواد المكتبية كافة، كالكتب، والدوريات، والرسائل، والأطروحات الجامعية، والوسائط المتعددة، والبيانات المقروءة آليا... إلخ، بما يخدم فلسفة المركز وأهدافه.

ويعتمد القسم على الأساليب والطرق المعروفة في تنمية مقتنيات المكتبة كالشراء، والإهداء، والتبادل، وما يصدره المركز من مطبوعات، وذلك من خلال أدوات اختيار مناسبة تتمثل في:

أ – متابعة أحدث الإصدارات المحلية، والعربية، والعالمية، وما يصب في خانة التراث الوطني، والتراث الإسلامي.

ب – الاطلاع على أدلة الناشرين، وقوائم الكتب الأكثر مبيعاً.

ت – ما يعرض على المكتبة من أوعية.

ث – ما يعرض في المعارض المحليّة والعربية.

5 – قسم خدمات المستفيدين:

ويتألف هذا القسم من ثلاث شعب:

أ – شعبة الاطلاع الداخلي وخدمة المستفيدين:

يمكن إجمال خدمات المعلومات التي تقدمها المكتبة فيما يأتي: خدمة الاطلاع والتصفح، خدمات الاستنساخ، والبحث في الإنترنت.

مجموعة من إصدارات المركز

ينقسم المركز إلى ثمانية أقسام مختلفة لكل منها مهام متنوعة لتحقيق الأهداف

وتقدم المكتبة خدماتها للباحثين عن طريق الحضور الشخصي أو بالبريد والفاكس والهاتف، ومن خلال موقعها على شبكة الإنترنت، لمن ليس بمقدورهم زيارة المكتبة.

ب – شعبة الوسائط المتعددة

أفردت المكتبة قسماً خاصاً للمواد المعرفية من غير الكتب، وشمل المواد البصرية والسمعية والأقراص المدمجة والمصغرات الفيلمية والمجسمات وغيرها.

ويشتمل القسم على مجموعة متوازنة من هذه المواد، تمت معالجتها فنياً، كما أدخلت بياناتها ضمن قاعدة معلومات المكتبة، مع مراعاة خاصيّة هذه المواد عند حفظها، كما خصصت المكتبة مكاناً يمكن للمستفيدين الاطلاع فيه على هذه المواد.

ج – شعبة مستودعات الكتب:

تتألف من:

– مستودع الكتب الرئيسي:

ويضم مكتبة ضخمة متنامية تزيد حالياً على نصف مليون وحدة. تتناول مختلف المعارف الإنسانية وعلى رأسها علوم الدين الإسلامي واللغة العربية والتاريخ، وهي باللغة العربية والإنكليزية والفرنسية والفارسية.

– مكتبة الدوريات:

وتشتمل على مجموعة متوازنة من الدوريات العربية الأصيلة، وبعض الدوريات اللاتينية والفارسية، يزيد عدد العناوين فيها على ثلاثة آلاف عنوان، أما الأعداد فتزيد على نصف مليون عدد.

– المكتبات الخاصة:

وهي مكتبات العلماء وأهم ما يثري مكتبة المركز، وقد تجاوز عددها ستين مكتبة خاصة. وقد ألزم مركز جمعة الماجد للثقافة والتراث نفسه بالمحافظة على كل مكتبة من هذه المكتبات كما كانت عند صاحبها، اعترافاً بفضل ذلك العالم، وتعهدها المركز بالعناية والصيانة والترميم والفهرسة؛ لتكون متاحة للباحثين والدارسين كافة.

الشيخ جمعة الماجد ووزير الإعلام الكويتي السابق د. أنس الرشيد يضعان حجر الأساس للمكتبة الوطنية في الكويت

6 - قسم الحفظ والمعالجة والترميم:

تأسس القسم عام 1992، وهو من الأقسام المهمة، إذ يقع على عاتقه صيانة المقتنيات الورقية ومعالجتها داخل المركز وخارجه، كما يقوم بتنظيم المعارض والدورات التخصصية. وهو يشتمل على الشعب الآتية:

أ - شعبة ترميم المخطوطات:
تقوم بتعقيم المخطوطات، وبعمليات المعالجة الكيميائية اللازمة، وترميم جميع أنواع الإصابات والتلفيات بطريقة فنيّة، ومن ثم تجليدها بما يتناسب وتاريخ نسخها، إضافة إلى صناعة علب الحفظ.

ب - شعبة ترميم المطبوعات:
تختص بمعالجة المطبوعات كيميائياً، كتعقيمها والتخلص من الحموضة الزائدة والتكسر والضعف والألوان القاتمة، ومن ثم ترميمها وتدعيمها بطرق آلية حديثة.

ج - شعبة التجليد الحديث:
تقوم بتجليد المطبوعات بطريقة فنية حديثة، باستخدام الجلود الطبيعية والصناعية، وإصلاح أغلفة الكتب القديمة، وصناعة علب الحفظ.

د - شعبة استخراج الألياف السيللوزية النقية: تأسست عام 1999 وتختص باستخراج الألياف السيللوزية من الخامات الطبيعية، واستخدامها في عمليات الترميم اليدوية والآلية.

7 - قسم الدراسات والنشر والشؤون الثقافية:

يُعدّ قسم الدراسات من الأقسام المتخصصة التي تسعى إلى تفعيل دور المركز علمياً وثقافياً. ويسعى القسم لتحقيق أهدافه من خلال الشعب الآتية:

أ - الدراسات والمجلة والنشر:
تتولى هذه الشعبة إصدار «مجلة آفاق الثقافة والتراث» وهي مجلة فصلية علمية، تهتم بالقضايا الفكرية والثقافية المعاصرة والقضايا التراثية العلمية، صدر العدد الأول منها بداية عام 1992.

وتتخذ هذه الشعبة من البحوث العلمية محوراً لها، ضمن خطة سنوية تحدد الإطار العام لهذه البحوث وعددها.

ويؤخذ في الحسبان أن تكون هذه البحوث إما عربية أصيلة أو مترجمة من لغات أخرى. وتجنح كل البحوث، عربية كانت أو مترجمة، إلى الجدية في الطرح والموضوعية في التناول، وتخضع كل البحوث مهما كانت طبيعتها والجهة الصادرة عنها إلى التحكيم العلمي.

ب - النشاط الثقافي والتوثيق (بنك معلومات):

مكتبة ضخمة متكاملة وأنشطة وندوات متنوعة تستكمل دور المركز الثقافي

تقوم الشعبة بالإشراف على إصدار «نشرة أخبار المركز» وهي نشرة تعريفية تعنى بأخبار المركز، تصدر كلّ شهرين، كما تقوم هذه الشعبة بتصميم الكتيبات الإرشادية والتعريفية بالمركز ورسالته. وفيها ينسق التعاون العلمي والثقافي بين المركز والجهات أو الأشخاص من داخل الدولة وخارجها. وتهتم هذه الشعبة أيضاً بمتابعة الأنشطة الثقافية والإشراف عليها، ومتابعة نشاطات المركز العلمية والثقافية وذلك بتنظيم المشاركة في المؤتمرات والندوات والمحاضرات، وإعداد حلقات البحث، والحضور الدائم على الساحة الثقافية داخل الدولة وخارجها بشكل فاعل.

ج - وحدة العلاقات الثقافية الخارجية والاتفاقيات:
تعنى هذه الوحدة بتطوير العلاقات وتنميتها مع المؤسسات والمراكز الثقافية والجامعات والمكتبات العامة والخاصة، وكذا الشخصيات العلمية في المجال الثقافي والعلمي وتبادل الخبرات والكتب والدوريات والتعاون في تصوير المخطوطات وترميمها والحفاظ عليها. وتتولى هذه الوحدة التحضير لعقد الاتفاقيات الثقافية وترتيبها مع الجهات المعنية وترتيب اللقاءات والاجتماعات المصاحبة لها، كما تُعنى بمتابعة تنفيذ هذه الاتفاقيات وفق الجدول الزمني المحدد لها.

8 - قسم الشؤون المالية والإدارية:

يهدف قسم الشؤون المالية والإدارية إلى وضع وتنفيذ سياسات وأنظمة العمل الإدارية والمالية بهدف مساعدة أقسام المركز المتنوعة على أداء مهامها وتحقيق أهدافها.

مجلة آفاق الثقافة والتراث التي يصدرها المركز

ولأجل ذلك وزعت مهام القسم على خمس شعب رئيسية هي:

أ - الشؤون المالية:

تعمل هذه الشعبة على تسجيل العمليات المحاسبية، واستخراج القوائم المالية، وإعداد الحسابات الختامية الناشئة عنها، وذلك لبيان الموقف المالي للمركز.

ونظراً لطبيعة عمل المركز ذات الصفة الخيرية (غير ربحية) يتركز عمل هذه الشعبة في تسجيل المصروفات والموجودات الثابتة في المركز ومراقبتها.

ب - الشؤون الإدارية:

تعدّ هذه الشعبة من الشعب الأساسية في القسم وفي المركز، وذلك لقيامها بمهنة الإسناد لأقسام المركز، من خلال تلبية احتياجاتهم من الموظفين والمواد المتنوعة الضرورية لإنجاح عملهم.

ج - العلاقات العامة:

تهدف هذه الشعبة إلى تحسين صورة المركز الحضارية وإبرازها للجمهور الخارجي واستقبال الزوار.

د - الصادر والوارد:

تهدف هذه الشعبة إلى تنظيم المراسلات الصادرة والواردة إلى المركز وتسهيل انسيابيتها سواء المراسلات الورقية أو من خلال البريد الإلكتروني.

هـ - الإعلام:

تتولى هذه الشعبة مسؤولية التعريف برسالة المركز ودوره ونشاطاته، واستثمار كل وسائل الإعلام المتاحة سواء كانت المسموعة أو المرئية أو المقروءة ومتابعة كل ما يُنشر عن المركز في وسائل الإعلام.

الشيخ جمعة الماجد في سطور

ولد الشيخ جمعة الماجد سنة 1359هـ - 1930م في منطقة الشندغة وهي من أعمال مدينة دبي وهنا نشأ مع عائلته حيث كان يصطحبه والده منذ الصغر معه إلى رحلات الغوص في فصل الصيف وكانت رحلات شاقة تعلم منها الصبر والمثابرة على العمل.

تعلم القراءة والكتابة وشيئاً من علوم الدين والقرآن الكريم واللغة العربية لدى الكتاب على يد المطوع وكان منذ صغره يشعر بقيمة الكتاب حيث لم يكن متوافرا بسهولة في تلك الأيام.

وفي عام 1983 وبسبب الظروف الاقتصادية والاجتماعية التي حالت دون قبول أبناء الوافدين من الدول العربية والإسلامية في المدارس الرسمية أنشأ المدارس الأهلية الخيرية لتعليم الفقراء من الطلاب الوافدين مجانا.

وفي عام 1987 أنشأ كلية الدراسات الإسلامية والعربية التي يدرس بها الآن ما يقارب 3700 طالب منهم 2500 من الإناث و1200 من الذكور.

ويوجد بها قسم للدراسات العليا في العلوم الإسلامية واللغة العربية حيث يمنح المنتسبين إليه شهادة الماجستير والدكتورا في الفقه وأصوله واللغة العربية.

وفي عام 1991 شعر بحاجة الطلاب والباحثين إلى الكتب والمراجع وأكثرهم من الفقراء كما أن طلاب الدراسات العليا يضطرون إلى السفر من بلد إلى بلد ليحصلوا على بغيتهم من صور المخطوطات ولكنهم يرجعون غالبا بخفي حنين وذلك نظرا للصعوبات التي تعترضهم في نشأة مكتبة عامة وتطورت المكتبة فيما بعد لتصبح مركزا ثقافيا يقدم الخدمات لطلاب العلم بيسر وسهولة.

وفي عام 1990 قام بتأسيس جمعية بيت الخير مع نخبة من زملائه الخيرين بغرض تقديم المساعدات المالية والعينية للمحتاجين من الفقراء.

ومن مناصبه:

- عضو مؤسس لغرفة تجارة وصناعة دبي.
- نائب رئيس مجلس إدارة البنك المركزي لدولة الإمارات العربية المتحدة.
- رئيس مجلس الشؤون الاقتصادية لإمارة دبي.
- مؤسس مجموعة شركات جمعة الماجد ورئيس مجلس إدارتها.
- مؤسس ورئيس مجلس أمناء كلية الدراسات الإسلامية والعربية دبي.
- مؤسس المدارس الأهلية الخيرية في دبي.
- مؤسس ورئيس جمعية بيت الخير في دبي.
- عضو المجلس الأعلى لجامعة الإمارات العربية المتحدة.
- عضو مؤسس لمؤسسة الفكر العربي - بيروت - لبنان.

جوائز وشهادات:

وتقديرا للجهود والأنشطة التي قام بها الشيخ جمعة الماجد فقد منح العديد من الجوائز المحلية والدولية منها:

- كرمته وزارة العدل الكويتية لاستضافة الأسر الكويتية في العام 1990 ولدورها في تأسيس لجنة الإخاء الإماراتية - الكويتية 1990.
- جائزة سلطان بن علي العويس شخصية العام الثقافية لدولة الإمارات العربية المتحدة 1992.

مهرجان القرين (12) أعلنه شخصية العام 2005

الشيخ جمعة الماجد يتسلم درع مهرجان القرين من وزير الإعلام السابق الدكتور أنس الرشيد

تحت رعاية سمو رئيس الوزراء (سمو أمير البلاد الحالي) الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح وبحضور وزير الإعلام (السابق) الدكتور أنس الرشيد، والأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب الأستاذ بدر الرفاعي، ولفيف من الفعاليات الدبلوماسية والثقافية والفنية، احتفل مهرجان القرين الثقافي (12) في ديسمبر (2005) بأحد أهم رجالات الفكر والثقافة والتراث في محيطنا الخليجي والعربي، وهو شخصية المهرجان لذلك العام، الشيخ جمعة الماجد.

في بداية الاحتفال الذي أحيته مجموعة من فناني الفرقة الوطنية الكويتية للموسيقى، عرض فيلم تسجيلي سلط الضوء على جوانب من شخصية الماجد. ثم قدم الشيخ يوسف الحجي رئيس الهيئة الخيرية الإسلامية العالمية درع تكريم من الهيئة للماجد.

وبدأت وقائع التكريم بكلمة من وزير الإعلام الدكتور أنس الرشيد، أكد خلالها أهمية تكريم علم من أعلام حفظ التراث والمخطوطات، يتمتع بإيمان عميق بالقيم الأصيلة وبرؤية ثاقبة وعشق للتراث والثقافة وعمل الخير.

وأضاف الرشيد: يسعدني باسم راعي مهرجان القرين الثقافي، سمو رئيس مجلس الوزراء الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح الترحيب بكم وبالحضور الكريم في حفل تكريمكم واختياركم شخصية مهرجان القرين الثقافي الثاني عشر، تقديراً لمكانتكم كرجل من رجالات الخليج العربي المميزين، رجل عرف بإنجازاته وعطاءاته التي لا تعد، سواء في ميادين الثقافة والتعليم أو في ميادين العمل الاقتصادي والإنساني والاجتماعي، على مستوى دولة الإمارات

وزير الإعلام: نكرم رجلاً مميزاً عرف بإنجازاته الثقافية والتعليمية والاقتصادية والإنسانية والاجتماعية في الإمارات والخليج العربي والعالم الإسلامي

العربية الشقيقة وعلى مستوى الخليج العربي والعالمين العربي والإسلامي.

عصامي ورائد

وقال: نحن إذ نتشرف بالاحتفاء بكم اليوم فإننا لا نحتفي فقط بعلم من أعلام حفظ التراث والمخطوطات أو برجل أعمال عصامي ورائد، أو محب للبر والإحسان إلى أبعد حدود ومشجع لطلاب العلم، ومغرم ببناء المراكز الثقافية وإصدار الكتب المتنوعة التي تثري ثقافتنا وحضارتنا دون سعي وراء

جمعة الماجد: فخور بفوزي بشخصية مهرجان القرين وأعتبره تكريماً للإمارات

مصلحة أو دعاية للذات، إنما نحتفل بتكريمكم لهذه الصفات مجتمعة وبكثير غيرها مما تفردتم به حتى استطعتم القيام بإنجازات ومشاريع حضارية لا تحصى ولا تتوقف، وبذلك قدمتم أروع الأمثلة التي نتطلع إليها وأطلقتم مبادرات رائدة عمت آثارها الطيبة وأصداؤها الواسعة وطنكم الشقيق ومنطقتنا الغالية وأمتنا العربية جمعاء.

وأضاف إن كل ذلك لم يكن ليتحقق إلا بفضل شخصية جمعة الماجد وإيمانه العميق بالقيم الأصيلة التي آمن بها والرؤية الثاقبة التي يتمتع بها أصحاب مثل هذه المنجزات والمبادرات الخاصة بالعناية بالتراث والثقافة والتنمية التربوية والعلمية وهم على قلتهم وندرتهم، أكبر من أن يكونوا مجرد فاعلي خير، بل هم عاشقون للخير لا يتوقفون في عطائهم عند حد، وهم أصحاب رؤى يعملون على تحقيقها أكثر مما يتحدثون عنها، وهم أيضاً أصحاب فكر خاص ومميز، يعبرون عنه بالأفعال أكثر مما يفردون له المقالات والنظريات، وهذه هي حال جمعة الماجد.

جزء مما يستحق

وقال الرشيد: انطلاقا من ذلك نقول إن تكريمه في مهرجان القرين الثقافي من قبل المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ليس إلا جزءاً مما يستحق رغم كل ما سبق وأحيط به من تكريم من قبل العديد من الدول الشقيقة، بل إن الكويت لتعتز بهذا التكريم وتعتز بأن تحتفي بضيفها الكبير وبشخصية مهرجان القرين الثقافي.

كلمة الماجد

بعد ذلك ألقى مستشار وزير التعليم الإماراتي د. سعيد حارب كلمة الشيخ جمعة الماجد التي أكد فيها عمق العلاقات التي تربط دولة الإمارات العربية المتحدة ودولة الكويت، ووجه الشكر إلى المجلس الوطني لاختياره شخصية المهرجان لهذا العام، وأشار إلى أهمية الدور الذي تلعبه الثقافة في

رئيس الهيئة الخيرية الإسلامية العالمية الشيخ يوسف الحجي يكرم الشيخ جمعة الماجد

الدكتور سعيد حارب يلقي كلمة الشيخ جمعة الماجد

في حفل افتتاح المعرض الخاص بمركز جمعة الماجد بمناسبة تكريم شخصية مهرجان القرين (12)

تعـمـيق قـيم الحـوار والتـواصل بين الدول والأفراد. وقال حارب: نلتقي اليوم على أرض دولة الكويت الزاهرة لنؤكد عمق العلاقة بين دولة الإمارات العربية المتحدة ودولة الكويت، هذه العلاقة التي امتدت آثارها إلى كل بيت ومؤسسة ومحفل ثقافي، ثم لتحظى باهتمام ودعم كريمين من القيادتين الرشيدتين، فما زلنا في الإمارات نشعر بدعم قيادتنا الحكيمة لهذه العلاقة القوية الأخوية. وأضاف إن العلاقة بين الإمارات والكويت علاقة تمتد جذورها إلى عمق التاريخ، وتلقي بظلالها الوارفة على مختلف جوانب الحياة، ولعل الجانب الثقافي هو الأبرز والأعمق، فقد كان للكويت سبق الريادة الثقافية والعلمية التي امتدت لتلقي بروافدها في مختلف دول المنطقة، بل امتدت إلى الدول العربية والدول الصديقة الأخرى.

اللجوء إلى الثقافة

وقال إنه إذا كان البشر أفراداً وجماعات يسعون إلى تخليد آثارهم واستمرار تأثيرهم فإنهم لن يجدوا خيراً من الثقافة يلجأون إليها، فما بقي من الحضارة المصرية القديمة والحضارة الصينية والفارسية والهندية والإغريقية والرومانية، سوى آثارها الدالة على عظم ما وصلت إليه من ثقافة وعلم وتمدن.

وأوضح أن حضارتنا العربية الإسلامية لم تزدهر وتمتد إلى أطراف الأرض إلا من خلال دينها الإسلامي الحنيف وثقافتها العريقة المستمدة من هذا الدين، التي حملت من قيم التسامح والتعارف والتواصل الثقافي مع الآخر، ما جعلها محط قبول ورضا من مختلف الشعوب والدول، ومازال المنصفون من الباحثين في الغرب والشرق يشهدون بأثر هذه الحضارة العظيمة في حياة البشرية، على الرغم من تراجع دور المسلمين والعرب في عالم اليوم.

وأضاف: من هنا فإن اهتمامنا بالثقافة والعلم إنما هو اهتمام بالإنسان ودوره في الحياة ورسالته نحو ذاته والآخرين، ونحن اليوم في حاجة إلى مراجعة هذا الدور بروح من التفكير العقلاني ونقد للذات قبل نقد الآخر، وطرح آرائنا وأفكارنا من خلال الحوار والتواصل مع المحيط حولنا، سواء أكان محيطاً قريباً أم بعيداً.. ولن نجد خيراً من الثقافة ميداناً لهذا التواصل، فالثقافة تجمع ولا تفرق وتطور ولا تؤخر، وتضيف ولا تنقص.

وقال إن هذه المعاني تجعلنا نستشعر الدور الريادي الذي يقوم به المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب في دولة الكويت بإثراء حياتنا الثقافية والفنية بما يبدعه ويقدمه لمجتمعاتنا ويشكل رصيداً إضافياً للثقافة العربية في جوانبها المختلفة.

صورة تذكارية عند زيارة الماجد مركز البحوث والدراسات الكويتية

تكريم للإمارات

وكان الشيخ جمعة الماجد قد قال قبيل الاحتفال إن اختيار الأمانة العامة للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب الكويتي له ليكون شخصية مهرجان القرين ال 12ما هو إلا تقدير وتكر للشعبين الإماراتي والكويتي وعبر الماجد عن اعتزاز به ا الفوز قائلا: أنا فخور بـ ن هنا جوائز عربية مهمة تكرم من يقوم بعمل أو بخدمة للمجتمع وذكر أن المجلس كرم الكثيرين من قبله وجميع من فازوا بالجائزة يست قونها لأن القرار فيها لا ي تي إلا بعد دراسة معمقة وقناعة بمن يست قها وقال إن الجائزة معروفة ولها باع طويل وأنا أشكر القائمين عليها لاختياري الـ ي جاء عقب دراسة للمشاريع التي شيدتها في مجال التعليم من خلال تـ سيس المدارس الأهلية الخيرية وكلية الدراسات العربية والإسلامية وغيرها و أكد أن فوز هو فوز للشعبين الإماراتي والكويتي وليس لشخصه فقط مشيرا إلـ أن علاقة الإمارات بالكويت تتعد أخوة الحكام إلـ روابط قوية بين الشعبين عل مد عقود طويلة.

وختم بالقول: «أدعو الجميع للقيام بواجبهم نا أمتهم وعل كل فرد أن يقوم بواجبه بالقدر الـ ي يستطيع وليس هنا أحد مع ور من الإنفاق».

الشيخ جمعة الماجد مع الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب أ. بدر الرفاعي والسيد أحمد العبيدلي خلال زيارته للمركز

ملف العدد

تشكل الطاقة النووية مصدر قلق كبير بسبب عدد من الكوارث التي أدت إلى ويلات ودمار هائل، لاسيما في الحروب التي استخدمت فيها القنابل الذرية، أو ما سببته بعض المفاعلات من أضرار كبيرة على البشر والبيئة.

مجلة (التقدم العلمي) تتناول جوانب كثيرة من هذه القضية الساخنة جداً في هذه الأيام...

الاستخدامات السلمية للطاقة النووية

الخليج يدرس برنامجاً مشتركاً للاستخدامات السلمية للطاقة النووية

حمزة عليان

وجَّه قادة مجلس التعاون الخليجي في «قمة جابر» التي استضافتها المملكة العربية السعودية في ديسمبر عام 2006 بإجراء دراسة لدول المجلس لإيجاد «برنامج مشترك في مجال التقنية النووية للأغراض السلمية»، وذلك طبقاً للمعايير والأنظمة الدولية.

وعلى خلفية هذا التوجه بدأ النقاش عن الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وعن مدى حاجة دول المنطقة لهذا الخيار وأهمية اللجوء لهذا النوع من الطاقة في مشاريع التنمية والأهداف التي يخدمها.

لقد استشعر القادة الخليجيون أن الاعتماد على الموارد النفطية وحدها في مواجهة التحديات المقبلة لن يكون في مصلحة هذه الشعوب على المدى الطويل، ولاسيما أن النفط في طريقه للنضوب؛ فالدراسات الاقتصادية تظهر أن منطقة الخليج العربية أنفقت ما يزيد على 150مليار دولار في مشاريع تحلية المياه والكهرباء، وأنه يمكن للطاقة النووية قياساً لذلك أن تكون بديلاً أرخص ثمناً.

في هذا التقرير نستعرض ما تم إنجازه من خطوات في سبيل بلورة المشروع وآفاق الخيار السلمي النووي في الإطار الإقليمي والعالمي.

بعد انتهاء القمة الخليجية أشار الشيخ الدكتور محمد الصباح وزير الخارجية الكويتي إلى بدء دراسة خليجية حول جدوى استخدامات التقنية النووية في المجالات السلمية، وقال: «بدأنا الاتصال مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية لاستطلاع المجالات التي يمكن الاستفادة منها».

وأضاف إن ذلك التوجه يعكس القناعات المترسخة في دول المجلس للتحصيل العلمي في الأمور السلمية، مؤكداً أن هذا الحق مطلق مادامت الدول تلتزم التزاماً كاملاً بالمواثيق الدولية. وقال إن دول مجلس التعاون ارتأت أن الوقت قد حان لامتلاك هذه المعرفة. واستتبع ذلك زيارة قام بها الأمين العام لمجلس التعاون الخليجي عبدالرحمن العطية إلى مقر الوكالة الدولية للطاقة الذرية في فيينا والتقى خلالها المدير العام للوكالة الدكتور محمد البرادعي، ليعلن اتفاقه مع الوكالة على التعاون لإعداد دراسة جدوى لبرنامج نووي إقليمي لدول مجلس التعاون.

الاتفاق هو أن يلتقي فريق من خبراء الوكالة ومتخصصون في الطاقة الكهربائية والتخطيط والتقانة النووية في مقر الأمانة العامة لمجلس التعاون بمدينة الرياض، من أجل تحديد الإطار العام للدراسة وشروطها المرجعية.

جاء التأكيد من الأطراف ذات الصلة أن هذا البرنامج سيكون مطابقاً للمعايير الدولية والشفافية الكاملة من أجل الاستخدام السلمي للتقانة النووية، خصوصاً في إنتاج الكهرباء وتحلية مياه البحر.

رؤية المجلس

لكن ما هي رؤية مجلس التعاون لهذا المشروع؟

يجيب عن هذا السؤال الأمين العام للمجلس عبدالرحمن العطية بالقول: «إن دول مجلس التعاون الخليجي بحاجة للكهرباء بسبب نموها الاقتصادي والاجتماعي وبنسب تفوق معدلات النمو في دول العالم الأخرى، إذ تبلغ نسبة نمو الطلب على الكهرباء أكثر من 6% سنوياً، وهذا يفرض مضاعفة طاقة توليد الكهرباء خلال السنوات العشر المقبلة».

ومن جانب آخر ترغب هذه الدول في تنويع مصادر الطاقة المستخدمة، باعتماد تقنيات ذات جدوى فنية واقتصادية لتوليد الكهرباء وتحلية لمياه.

إذاً هناك وضوح في الرؤية، يظهر أن الخيارات البديلة للنفط والغاز على المدى البعيد هي الطاقة النووية والرياح والطاقة الشمسية، خاصة إذا ما نظرنا إلى ازدياد أسعار النفط والغاز والطلب عليهما من منطقة آسيا.

التوسع في أبحاث الطاقة النووية يعني استخدامها في مجالات غير مشروعة

المعلومات المتوافرة مازالت في حدود تقديم الدراسة الأولية والمساعدات الفنية اللازمة من وكالة الطاقة الذرية، وبما تعنيه من وضع العناصر وتحديد البنية الأساسية والمساهمة في بناء القدرات الوطنية والتدريب في إطار المشروع المشترك.

وظهرت دراسات وكتابات وتقارير نشرت في الصحف الخليجية في محاولة للإسهام في بلورة هذا المشروع وكيفية ترجمته، فالدكتور حمد بن عبدالله اللحيدان كتب عن الاستخدام السلمي للطاقة النووية بصحيفة «الرياض» في شهر ديسمبر 2006، معتبراً أن هذا الاستخدام بات مسألة «ضرورة حياة»، واقترح البدء بإيجاد العقول البشرية القادرة على إدارة المفاعلات، والعمل على إرسال بعثات إلى دول متقدمة مثل اليابان وفرنسا وأمريكا وباكستان للحصول على المعرفة، ثم يكمل التدريب بواسطة خبراء يتم جلبهم لهذا الغرض.

كوادر وطنية

وشدَّد الدكتور حمد اللحيدان على ضرورة إعداد كوادر وطنية، وبموازاة ذلك العمل على إنشاء وكالة سعودية للطاقة الذرية، تسن القوانين وتدرس الجدوى والبدائل، وتمنى أن تقوم دول مجلس التعاون بإنشاء مظلة لبرنامج نووي موحد، على أن يكون لكل دولة برنامجها النووي الخاص، وذلك لضمان التنافس ومن ثم التكامل.

منطقة الخليج العربي وتباعد الدول المطلة عليه

أما الدكتور أحمد بشارة فكتب في صحيفة «القبس» في شهر ديسمبر2006 تحت عنوان «الطاقة النووية وفرص المستقبل لدول الخليج» مقالتين، أنهى الثانية بجملة مقترحات تصب في التوجه الاستراتيجي، منها تأسيس هيئة خليجية إقليمية للطاقة النووية تتولى مسؤولية التأسيس للمشروع وإدارته وتكوين الخبرات الفنية والقانونية والاقتصادية المطلوبة له وتنفيذ الخطط، وتقوم هذه الهيئة بالتخطيط لبناء القواعد العلمية والتقنية اللازمة في مجال الطاقة النووية من أبحاث ودراسات وتهيئة الكوادر الفنية، وكذلك بناء صندوق مالي لتمويل البرنامج النووي على أن تودع فيه المساهمات المالية السنوية للدول الأعضاء اللازمة، ويقوم على بناء عدد من محطات الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء والماء موزعة على الدول الأعضاء.

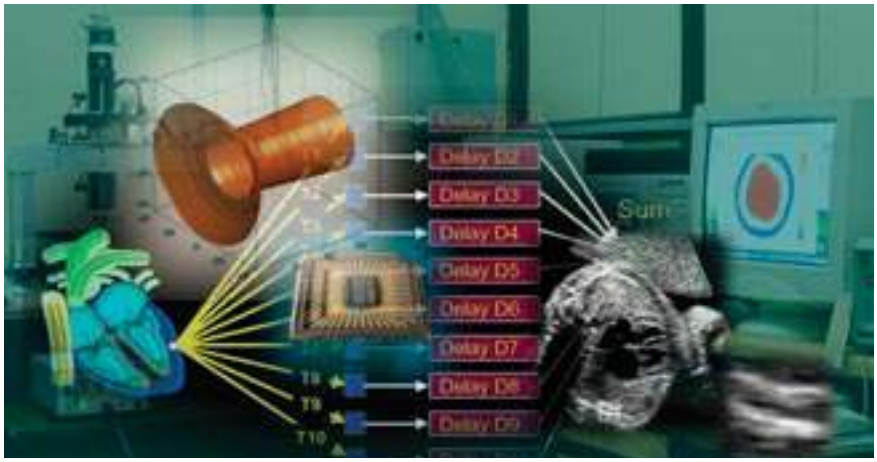
على العموم هناك في الوقت الحاضر أكثر من 440 مفاعلاً نووياً لأغراض التطبيقات السلمية في العالم، والأمر يتطلب اتفاقات دولية حول هذه الاستخدامات، والبعد عن الصراعات الدولية الناجمة عنها، أي بمعنى آخر النأي بهذا الخيار عن الجانب السياسي فيه والتجاذبات الدولية الحاصلة بشأنه.

رار سياسي

قد يكون التوسع في توليد الكهرباء بواسطة الطاقة النووية قراراً سياسياً لكنه بالتأكيد ليس كذلك في مرحلة الإنشاء والبناء، باعتباره شأناً سيادياً للدول وقراراً استراتيجياً يهدف إلى تحسين مستوى المعيشة وخلق فرص عمل جديدة وتنويع مصادر الطاقة المتاحة.

وكما قال الدكتور أسعد الخفاجي، وهو عالم نووي عراقي، فإن إنشاء المشاريع النووية لم يعد ترفاً تكتيكياً بقدر ما هو حتمية لا بد من العمل بها.

والدراسات التي أجرتها الوكالة الدولية للطاقة تبين أن سعر إنتاج كيلواط ـ ساعة في المحطة الحرارية التي تدار بالفحم أو البترول يزيد 35% على تكلفة إنتاج



الاستخدامات النووية باتت متعددة ولايمكن تجاهلها

كيلوواط ـ ساعة الذي يمكن إنتاجه بواسطة المحطة النووية التي تبلغ قدرتها 1000 ميغاواط، وتوفر نحو 140 مليون دولار في السنة مقارنة بالمحطة الحرارية التي تعمل بالفحم وتوفر نحو 170 مليون دولار مقارنة بالمحطة الحرارية التي تدار بالنفط.

بـ يل استراتيجي

إن السعي لخيارات بديلة من الطاقة الهدروكربونية أصبح ذا أهمية قصوى، والطاقة النووية هي البديل الاستراتيجي والحيوي مادام ذلك يتم تحت إشراف ومساعدة الوكالة الدولية للطاقة وبشفافية تامة من قبل الدول المستخدمة.

وثمة جوانب أخرى مرتبطة بمصادر الطاقة المتاحة، فالعالم اليوم يبلغ تعداده نحو ستة مليارات ونصف المليار نسمة وسيزيد ويصبح نحو تسعة مليارات بحلول عام 2050، وهذا يعني زيادة الطلب على الطاقة، وفي ظل النقص المتزايد في احتياطيات النفط والغاز وارتفاع الأسعار، سيكون الاتجاه نحو الطاقة النووية هو مفتاح الخلاص.

وعلى مستوى الكويت اعتبر الباحث في معهد الكويت للأبحاث العلمية وخبير السلامة د. علي الحمود أن الطاقة النووية بديل ناجح لتخفيف العبء على شبكات

إ شاء المشاريـ النووية لـ يعـ ترفاً تكتيكياً بل حتمية بـ من العمل بها

توزيع القوى الكهربائية، وتوفير مخزون النفط ومضاعفة زمن ادخاره.

وقال: إن دول الخليج العربي لديها موارد اقتصادية تمكنها من تمويل المشاريع النووية لتوليد الطاقة الكهربائية. والمعروف أن الكويت تستخدم الطاقة الذرية في مجال الطب والصناعة وليس لديها مفاعلات نووية، سواء في مجال البحث العلمي أو لإنتاج الطاقة الكهربائية.

إن الطلب على بناء المحطات النووية ازداد في السنوات الأخيرة. وحسب ما يذكر الكاتب المصري مكرم محمد أحمد في صحيفة «الأهرام» أواخر عام 2006 فهناك تحت التشغيل ما يزيد على 24 مفاعلاً بقدرة 37645 ميغاواط ـ ساعة من بينها 16 محطة يتم إنشاؤها في الدول النامية.

يارات آمنة

إن الحديث اليوم بات منصباً على مفاعلات نووية أكثر أماناً وأكثر إنتاجية وأقل تكلفة وبما يجعلها من الخيارات الآمنة.

وتسعى دول عديدة لتخفيض تكاليف الإنشاء واختصار المدة الزمنية وزيادة درجة الأمان ورخص تكاليف الإنتاج، بحيث استطاعت اليابان مثلاً أن تبني محطة نووية بسعة ألف ميغاواط، في وقت تراوح بين أربع وخمس سنوات.

وتتجه الأنظار إلى المقبل من الأيام وما سيتم تحقيقه لعرضه على قمة التعاون المقبلة لاتخاذ الخطوات اللازمة.

الطاقة النووية.. مبادئ أساسية

د. مصطفى عباس معرفي

في أغسطس 1945 تعرضت مدينتا هيروشيما وناغازاكي اليابانيتان لأكبر هول إنساني سجله التاريخ البشري. لم تقتصر آثار المجزرة الرهيبة على سكان المدينتين حينذاك، بل امتدت لتشمل أجيالاً كانت في عالم الغيب، ومازالت بعض آثار تلك الملحمة المأساوية باقية حتى يومنا هذا. ولعل أبلغ تعبير عن هول الكارثة تمثل في انتحار أحد الطيارين اللذين شاركا في إلقاء القنبلة النووية الأولى على هيروشيما، وإصابة الطيار الآخر بالجنون تحت وطأة تعنيف الضمير والإحساس بالذنب. واليوم، وبعد مرور نحو 60 عاماً على تلك المأساة، مازال شبح الدمار النووي مخيماً على أرجاء المعمورة.

وفي الجانب المشرق لاستخدامات الطاقة النووية، استطاع الإنسان ترويض النواة لتوفير الكهرباء بكفاءة عالية، وبأضرار بيئية قليلة نسبياً، وبتكلفة معقولة مقارنة بالمصادر الأخرى للطاقة. وفي مجال البحث العلمي خطت الدراسات النووية خطوات واسعة، وصولاً إلى فهم أدق للمكونات الأساسية للمادة. كما خطا الطب خطوات كبيرة في استخدام الطاقة النووية في التشخيص وفي علاج بعض الأورام السرطانية.

بدائل الوقود الأحفوري

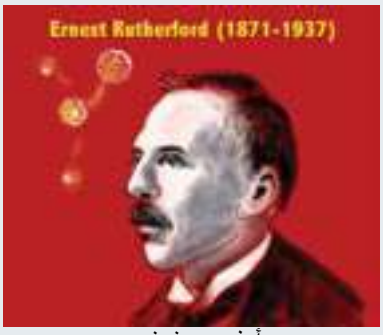
في سنة 1973 ارتفعت أسعار النفط أضعافاً مضاعفة، وعلى إثر ذلك أصدر الرئيس الأمريكي حينها (ريتشارد نيكسون) قراراً بدعم الجهود المتصلة بالبحث عن بدائل الوقود الأحفوري، وبخاصة تلك المتعلقة بالتوسع في استخدامات الطاقة النووية.

ومن بين المصادر البديلة للطاقة الأحفورية تبرز الطاقة النووية الانشطارية على رأس قائمة هذه البدائل، سواءٌ أتعلق الأمر بتوافر التقانات اللازمة أم التكلفة الاقتصادية أم القضايا البيئية المختلفة. فالبدائل الأخرى إما أن تكون غير مجدية اقتصادياً حتى الآن - مثل الطاقة الشمسية - أو بعيدة المنال تقانياً، مثل الطاقة النووية الاندماجية وطاقة الهدروجين وغيرهما. لذلك وعلى الرغم من التخوّف العام من أخطار الإشعاع النووي، وبخاصة في ظل حادثة تشرنوبيل (الاتحاد السوفييتي سابقاً) وحادثة ثري مايلز آنلند (الولايات المتحدة)، فإن أمل الإنسانية بتوفير بديل مناسب للنفط على الأمد المنظور يرتبط بالتوسع في استخدام الطاقة النووية الانشطارية لتوليد حاجات المجتمعات من الطاقة الكهربائية.

مفاهيم أولية

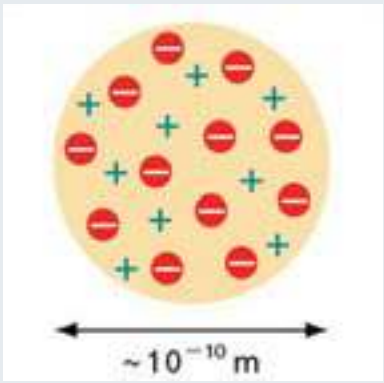
منذ فجر التاريخ شغف الإنسان بمعرفة مكونات الكون المادي، وأخذه التساؤل في هذا المضمار إلى البحث عن لبنة بناء المادة. ولعل المدرسة الإغريقية كانت أولى المدارس التي حاولت وضع نموذج يمكن من خلاله تفسير هذا التنوع الهائل من العناصر والمركبات، وإن التصقت فكرة هذه المدرسة بالخرافات الدينية التي كان

نموذج تومسون وتجربة رذرفورد



أرنست رذرفورد

أول النماذج الذرية الحديثة هو نموذج تومسون (Thomson Model) الذي صور الذرة على شكل كروي تتوزع خلاله الشحنة الموجبة بشكل منتظم، وتسبح الإلكترونات في هذا التوزيع الموجب للشحنات. لكن اكتشاف البروتون أدى إلى فشل هذا النموذج، إضافة إلى أن نتائج الدراسات الطيفية كانت لا تتفق مع مثل هذا التصور. وبذلك بدأ البحث عن نموذج جديد يأخذ بعين الاعتبار الحقائق العلمية التي وفرتها الدراسات الطيفية، وبخاصة أطياف الانبعاث والامتصاص لذرة الهدروجين. كانت تجربة أرنست رذرفورد (Rutherford) عام 1911 تجربة رائدة في الوصول إلى نموذج للذرة يتفق في خصائصه مع الظاهرات التي لم يستطع تومسون وغيره تفسيرها. وتتكون تجربة رذرفورد من تسليط تيار سريع من دقائق جسيم ألفا (Alpha)، وهو الجزء الموجب من ذرة الهليوم، على صفيحة رقيقة من الذهب. وفي الجانب الآخر من الصفيحة يُوضع حائل مغطى بكبريتيد الخارصين الذي يتوهج بفعل اصطدام دقائق الألفا النافذة.



نموذج تومسون

حسب تصور نموذج تومسون للذرة فإن المتوقع من تجربة رذرفورد أن تنفذ معظم جسيمات ألفا عبر صفيحة الذهب مع حيود جزء يسير منها عن مسارها الأصلي بزوايا صغيرة جداً. تجربة رذرفورد استخلصت أن نسبة قليلة جداً من هذه الجسيمات تبعثرت خلال زوايا مختلفة، لكن المذهل في التجربة ملاحظة ارتداد بعض جسيمات ألفا عن خط مسارها الأصلي، وهو أمر لايمكن تفسيره بأي حال من الأحوال من خلال نموذج تومسون. ولعل أبلغ تعبير عن ذهول الفيزيائيين لهذه النتيجة مقولة رذرفورد نفسه عند تقديمه لنتائج تجربته: «لقد كانت لحظة بالغة الدقة والحرج في حياتي... لكأنني كنت أطلق قذائف يبلغ طولها 15 بوصة على ورقة رقيقة لأكتشف ارتداد هذه القذائف من على سطح الورقة». وفي ظل ملاحظات تجربة رذرفورد بدأ البحث عن نموذج جديد للذرة يتفق ونتائج هذه التجربة، إضافة إلى انسجامه مع نتائج تجارب أُخرى. وقاد منطق المحاكمة العقلية مجموعة رذرفورد إلى اعتبار الشحنة الموجبة للذرة مركزة في حيز صغير منها، ويؤدي مثل هذا التصور إلى وجود فراغ كبير في الذرة تحتله إلكتروناتها. هذا النموذج الجديد للذرة يعرف بنموذج رذرفورد (Rutherford Model) أو نموذج الأفلاك (Shell Model)، وفيه ينظر للذرة على أنها مجموعة شمسية تتكون من جزأين:

1 - **النواة (شمس المجموعة):**

وفيها تتركز معظم كتلة الذرة وهي موجبة الشحنة، ويراوح نصف قطرها بين 10 و 15 متراً.

2 - **الأفلاك:**

حيث تدور فيها إلكترونات الذرة في مدارات مختلفة حول النواة، وتعتبر الإلكترونات كواكب المجموعة، ويراوح نصف قطر المدارات بين 10 و 11 متراً. وبذلك فإن الذرة في معظمها فراغ يضم نواة متناهية في الصغر وجسيمات صغيرة سالبة الشحنة تدور حول هذه النواة.

منذ فجر التاريخ شغف الإنسان بمعرفة مكنونات الكون الماضي وأخذه التساؤل الدائم إلى البحث عن بناء المادة

يعتنقها المجتمع الإغريقي. ومع بزوغ شمس عصر الصناعة في أوروبا اتخذ البحث العلمي جانب التجربة وأسلوب المحاكمة العقلية في تفسير الظاهرات المادية في الكون، وكان من نتائج ذلك التوصل إلى قواعد تجريبية محددة عن كيفية تكون المركبات وطرق اتحاد العناصر ببعضها. لكن فكرة الذرة (Atom) ظلت فكرة هلامية حتى نهايات القرن التاسع عشر، عندما اكتشف الإلكترون (Electorn) والبروتون (Proton) وأخيراً النيوترون (Neutron).

صورة دقيقة للنواة

ومع اكتشاف جيمس تشادويك (Chadwick) عام 1932 لجسيم النيوترون اتضحت صورة النواة بشكل أكثر دقة، فبدلاً من اعتبارها شحنة موجبة تبين أنها تحتوي على نوعين من الجسيمات الأولية: أحدهما موجب الشحنة، وسمي بالبروتون، والآخر متعادل الشحنة الكهربائية، ويُعرف بالنيوترون. وحتى تكون الذرة متعادلة كهربائياً فإن عدد البروتونات في نواتها يجب أن يساوي عدد الإلكترونات السابح في أفلاكها المدارية. وتسمى محتويات النواة بالنيوكليونات (Nucleons). ويرجع اختلاف العناصر بعضها عن بعض من الناحية الكيميائية إلى اختلاف عدد البروتونات فيها (وبالطبع اختلاف عدد الإلكترونات المدارية). ودلت تجارب لاحقة على وجود عناصر تتشابه في خصائصها الكيميائية لكنها تختلف في بعض خصائصها الفيزيائية من مثل الكتلة والكثافة ومدى الاستقرار وغيرها. ويعني التشابه في الخصائص الكيميائية تساوي عدد الإلكترونات المدارية وتشابه توزيعها على الأفلاك المختلفة (وهو الأساس في وضع الجدول الدوري لترتيب العناصر)، أي تساوي عدد البروتونات في النواة، لكن الاختلاف في الخصائص الفيزيائية يقودنا إلى افتراض اختلاف هذه العناصر في عدد النيوترونات التي تحتويها أنوية هذه العناصر. هذه العناصر سميت بالنظائر (Isotopes). ومع هذا التطور في فيزياء النواة برزت مصطلحات جديدة للتفريق بين العناصر والنظائر، ومن أهم هذه المصطلحات:

1 – **العدد الذري** (Atomic Number):

ونعني به عدد البروتونات في نواة العنصر، أو عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة كهربائياً، ويرمز لهذا العدد بالرمز Z، ويحدد العدد الذري نوع العنصر بغض النظر عن نوعية النظير.

2 – **النيوكليون** (Nucleon):

ويشير مصطلح النيوكليون إلى البروتون والنيوترون.

3 – **العدد الكتلي** (Mass Number):

يشير مصطلح العدد الكتلي إلى عدد نيوكليونات النواة، أي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات، ويرمز لهذا العدد بالرمز A.

4 – **النظائر** (Isotopes):

وهي عناصر تتفق في خواصها الكيميائية وتختلف في بعض خواصها الفيزيائية، أي عناصر تتفق في عددها الذري وتختلف في عددها الكتلي. ومن النظائر ما هو مستقر ومنها ما هو مشع تلقائياً.

5 – **وحدة الكتلة الذرية** (Atomic Mass Unit):

نظراً لصعوبة التعامل مع وحدة

التفاعلات الـ

من خلال فهمنا لطاقة الربط النووية ومبدأ تكافؤ الكتلة والطاقة يمكننا القول إن فرق الكتلة بين نواة العناصر ومجموع كتل النيوكليونات المكونة لهذه الأنوية يزداد بزيادة العدد الكتلي. لكن الزيادة في فرق الكتلة لا تعني بالضرورة استقرار الأنوية الثقيلة أكثر من الأنوية الخفيفة. ويرجع ذلك أساساً إلى خاصية قصر مدى تأثير القوى النووية. فمع زيادة عدد النيوكليونات يزداد نصف قطر النواة أيضاً، وهذا يعني في النهاية اضمحلال تأثير القوة النووية. من المتوقع إذاً أن تزداد الأنوية استقراراً مع زيادة العدد الكتلي بداية من الهدروجين، لكن هذه الزيادة تقف عند حد معين بعدها تكون الأنوية الأكبر في عددها الكتلي أقل استقراراً من الأنوية التي دونها. ويعتمد استقرار الأنوية على متوسط الطاقة التي يرتبط بها كل نيوكليون وليس على طاقة الربط النووية الكلية، ويقصد بمتوسط طاقة الربط النووية (Average Nuclear Binding Energy) نصيب كل نيوكليون من الطاقة.

هذه الطاقة تحدد لنا في المتوسط مدى ارتباط كل نيوكليون بالنواة، وهو ما يشير إلى مدى استقرار النواة. وبحساب متوسط طاقة الربط النووية للعناصر المختلفة نجد أن متوسط طاقة الربط يتزايد مع العدد الكتلي ليصل إلى قيمة عظمى عند عنصر الحديد، ثم يبدأ هذا المتوسط بالانخفاض، ولو بمعدل أقل، كلما زاد العدد الكتلي. نستنتج من ذلك أن دمج العناصر الخفيفة يؤدي الى تكوين عناصر أكثر تماسكاً، وعلى العكس من ذلك فإن شطر العناصر الثقيلة نسبياً ينتج عنه عناصر أكثر تماسكاً، وبمقارنة هذه الملحوظة بما نعرفه عن التفاعلات الكيميائية نستنتج أن:

1 – العمليات الاندماجية النووية للعناصر الخفيفة نسبياً عمليات طاردة للطاقة.

2 – العمليات الانشطارية النووية للعناصر الثقيلة نسبياً عمليات طاردة للطاقة.

أي إن هناك طريقتين يمكن

ـنـوويـــة الانـشـطارية Fission reactions

بواسطتهما الحصول على الطاقة من التفاعلات النووية، إما دمج العناصر الخفيفة نسبياً، أو فلق العناصر الثقيلة نسبياً. وسنركز على عمليات الانشطار النووي (Nuclear Fission)، نظراً لسهولة تقانات الحصول على الطاقة من خلالها، ونظراً لاستخدام هذه الوسيلة في توليد الطاقة الكهربائية في المفاعلات النووية بشكل تجاري وعلى نطاق واسع نسبياً. ويستخدم عنصر اليورانيوم 235 في محطات الطاقة النووية، وهو عنصر نادر الوجود نسبياً. ويتم التفاعل الانشطاري باستخدام U 92 235، وذلك بتوجيه سيل من النيوترونات الحرارية على اليورانيوم المركز، ويؤدي هذا التفاعل إلى شطر النواة (U 92 235) إلى نواتين، العدد الكتلي للأولى في حدود (140) من مثل نظير الباريوم – 141 (Ba 56 141)، والأخرى عددها الكتلي في حدود (90) من مثل نظير الكربتون – 92 (Kr 36 92). إضافة إلى ذلك ينطلق نيوترونان حران أو ثلاثة نيوترونات حرة في المتوسط، مع انطلاق طاقة تكافئ الفرق في الكتلة بين مدخلات التفاعل ومخرجاته. وتساوي الطاقة المتولدة نتيجة انشطار كل نواة واحدة من اليورانيوم (200) مليون إلكترون فلط تقريباً. وتظهر هذه الطاقة على شكل طاقة حركة لنواتج التفاعل إلى جانب بعض الإشعاعات الكهرومغنطيسية وطاقة حرارية. وللمقارنة فإن توليد هذه الكمية من الطاقة باستخدام الفحم يستدعي حرق ما يقارب (2500) كغ.

الملاحظة الجديرة بالاهتمام أن النيوترون يشكل منتجاً من منتجات التفاعل، بل إن عدد النيوترونات الناتجة يزيد على عدد النيوترونات الداخلة في التفاعل، وبتهدئة النيوترونات الناتجة عن التفاعل يمكن استغلالها في فلق أنوية يورانيوم أخرى وإنتاج المزيد من الطاقة ونيوترونات جديدة تعمل على استمرارية التفاعل النووي الانشطاري. ويعرف مثل هذا التفاعل بالتفاعل المتسلسل (Chain Reaction) ما إن يبدأ حتى يستمر إلى أن تنفد كمية اليورانيوم أو حتى تتغير الظروف التي تهدئ تحتها النيوترونات الناتجة. ولو ترك هذا التفاعل دون ضابط وتحكم فإنه ينتج طاقة تدميرية هائلة تأتي على الأخضر واليابس، كما تنتج إشعاعات نووية بكميات عالية تقتل خلايا أجسام الكائنات الحية وتؤدي إلى الإصابة بالتشوهات الجينية والسرطانات المختلفة، وهو ما يحدث في تفجير القنابل النووية. أما إذا توافرت وسيلة لضبط هذا التفاعل والتحكم في معدلات الطاقة الناتجة فإنه يمكننا استغلال هذه الطاقة للأغراض السلمية، وهو ما يحدث في محطات توليد القوى الكهربائية العاملة بالوقود النووي.

أمامنا إذاً وسيلة جديدة لإنتاج الطاقة باستخدام خاصية الانشطار النووي (Nuclear Fission)، وتتميز هذه الوسيلة عن الوسائل التقليدية لإنتاج الطاقة بعدة خصائص تجعلها أحد الآمال الكبار لمستقبل الحضارة الإنسانية. فالوقود النووي متوافر بما يفي بحاجاتنا من الطاقة لآماد طويلة، وذلك على عكس الوقود الأحفوري الناضب الذي يمتد عمره الاقتصادي نحو قرن من الزمن. كما يركز المدافعون عن استخدام الطاقة النووية على أنها طاقة نظيفة مقارنة بالوقود الأحفوري، وذلك على الرغم من احتمالات الحوادث الممكنة، ويبدو أن حسابات الربح والخسارة باللجوء إلى الوقود النووي تتمثل في مقارنة حاجاتنا الفعلية للطاقة واعتماد حضارتنا عليها من ناحية بإمكانياتنا التقنية في مجال الأمن والسلامة.

وأخيراً تجدر الإشارة إلى أن المعلومات الأساسية لإنتاج الطاقة باستخدام أسلوب الانشطار النووي متوافرة لطلاب العلم ومشاعة للجميع دون استثناء، بيد أن السر الكبير وراء التقانة النووية يكمن في كيفية تركيز الوقود النووي اللازم لبدء السلسلة النووية. فنظير اليورانيوم (U 92 235) يتوافر في الطبيعة مخلوطاً مع نظائر اليورانيوم الأخرى غير القابلة للانشطار، ولا تتجاوز نسبته في المادة الخام (0.7%). وبصورته الخام لا يصلح اليورانيوم المستخرج وقوداً في المفاعلات النووية، ولفصل النظير (U 92 235) تقانات ترتبط بصناعة وتشغيل عدد كبير من أجهزة الطرد المركزي للحصول على كتلة دنيا من الوقود المركز.

الكيلوغرام، من حيث كونها وحدة للكتلة عند التعامل مع النواة ومكوناتها، اقترح استخدام وحدة مناسبة هي وحدة الكتلة الذرية، ويرمز لها اختصاراً بالرمز (u)، واتُفق أن تكون هذه الوحدة مساوية لـ{1/12} من كتلة ذرة نظير الكربون 12.

مع توفر هذه المعلومات بدت الحاجة ملحة إلى الكشف عن قوة جديدة تعمل على بقاء مكونات النواة متماسكة بعضها مع بعض، وبخاصة أن القوة الكهربائية بين البروتونات قوة تعمل على تنافر الجسيمات بعضها عن بعض، نظراً لتشابه الشحنة الكهربائية التي تحملها. وفي الوقت نفسه لا يمكن إرجاع تماسك هذه الجسيمات في حيز النواة الصغير إلى قوة التجاذب الكتلي بين هذه الجسيمات، وذلك نظراً لضآلة شدة هذه القوة الجاذبة مقارنة بالقوة الكهروستاتيكية. وأُطلق على هذه القوة الجديدة مسمى القوة النووية (Nuclear Force). وحتى يمكن تفسير وجود النواة على الصورة التي رسمها لنا رذرفورد، فإن هذه القوة يجب أن تتميز بما يأتي:

1 – تشكل النيوكليونات مصدر هذه القوة، وبذلك يمكن تفسير احتواء النواة على هذين الجسيمين فقط.

2 – القوى النووية قصيرة المدى؛ أي إن تأثيرها لا يظهر إلا عند مسافات تقارب حدود النواة (10-15) متراً. وبهذه الكيفية يمكن تفسير عدم ملاحظتنا لهذه القوى في حياتنا اليومية، بل ويمكن أيضاً تفسير مشاهدتنا الواضحة لقوى التنافر الكهربائي عندما تكون الشحنات على مسافات كبيرة نسبياً بعضها عن بعض.

3 – القوى النووية قوى تجاذب وهي أكبر شدة من القوى الكهروستاتيكية في حدود مدى عملها.

ومع تحديدنا لهذه النوعية الجديدة من القوى الكونية تصبح مناقشة مصدر الطاقة الجديد أمراً طبيعياً. فالقوة النووية تعني ترابطاً بين النيوكليونات في النواة، وكسر هذا الرباط يؤدي إلى إنشاء روابط جديدة، ما يعني الحاجة إلى توفير طاقة لإعادة ترتيب هذه الروابط أو قد يعني ذلك الحصول على الطاقة، وذلك اعتماداً على النظير الذي نتعامل معه ونواتج أي تفاعل للحصول على نظائر أو عناصر جديدة. ولتقريب الموضوع لنقارن الأمر بما يحدث في التفاعلات الكيميائية التي هي ليست إلا إعادة ترتيب للإلكترونات المدارية

بين عنصرين، أو مركبين، أو أكثر، للحصول على عناصر أو مركبات جديدة. هذه التفاعلات تعني في نهاية المطاف تغييراً ما في الروابط التساهمية أو الأيونية للعناصر أو المركبات الداخلة في التفاعل. وقد يحوي التركيب الجديد طاقة مختزنة أعلى مما كانت تخزنه العناصر أو المركبات الداخلة في التفاعل، وحينها يقال لمثل هذا التفاعل بأنه تفاعل ماصّ للحرارة، ومن أمثلة ذلك التمثيل الضوئي. وفي الجانب الآخر قد تحوي منتجات التفاعل طاقة مختزنة تقل عن الطاقة التي كانت مختزنة في الأجزاء الداخلة في التفاعل، وفي هذه الحالة يظهر الفرق بين الطاقة المختزنة على شكل حرارة، وتُعرف مثل هذه التفاعلات بالتفاعلات الطاردة للحرارة، ومن أمثلة ذلك أكسدة الغذاء في جسم الإنسان.

التفاعلات النووية

وبالطريقة نفسها يمكن فهم ما يحدث في التفاعلات النووية، فهي ليست إلا إعادة لترتيب نيوكليونات الأنوية الداخلة في التفاعل للحصول على نظائر أو عناصر جديدة. وخلال هذه العملية يتم تحطيم الروابط النووية للأنوية الداخلة في التفاعل، ويعاد ترتيبها للوصول إلى حالة جديدة وترتيب جديد للنيوكليونات. وقد تكون الطاقة النووية المخزونة في روابط نواتج التفاعل أكبر من الطاقة النووية المخزونة في العناصر والنظائر الداخلة في التفاعل، وفي هذه الحالة فإن التفاعل النووي بحاجة إلى طاقة خارجية. وعلى عكس ذلك فقد تكون الطاقة المختزنة في نواتج التفاعل أقل من الطاقة المختزنة في العناصر والنظائر الداخلة في التفاعل، وفي مثل هذه الأحوال يظهر فرق الطاقة على صورة طاقة حرارية أو إشعاعية أو حركية أو غير ذلك من أنواع الطاقة.

وعلى الرغم من وضوح مفهوم كيفية الحصول على الطاقة النووية من خلال المقارنة بطاقة الروابط الكيميائية، فإننا سنسلك طريقاً آخر لمناقشة الموضوع بهدف الوصول إلى تحديد كَمّي للطاقة التي يمكن الحصول عليها بوساطة التفاعلات النووية. وقبل الولوج في الموضوع لابد من اختيار وحدة مناسبة لقياس هذه الطاقة، إذ إن وحدة الجول وحدة غير عملية لهذا الغرض. والوحدة المناسبة في هذا المجال

قنبلة نووية تحمل الخراب والدمار والمجازر

هي وحدة الإلكترون فلط ويرمز لها بالرمز (eV)، ومشتقاتها من مثل كيلوإلكترون فلط (kev) أو المليون إلكترون فلط (MeV). ويعرف الإلكترون فلط (Electron Volt) بالشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الطبيعية (الإلكترون أو البروتون) بين نقطتين فرق الجهد بينهما يساوي فلطاً واحداً. لكن: $W = QV$

وبالتالي فإن الإلكترون فلط يمكن مقارنته بوحدة الجول:

$$1eV = e\ (Coulomb) \times 1\ (Volt)$$

$$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$$

هذه الوحدة للطاقة مناسبة للاستخدام في الفيزياء الذرية وفي الكيمياء، أما في دراسة النواة وطاقة الربط النووية بين النيوكليونات فإن هذه الوحدة صغيرة عملياً، ولذلك نستخدم مليون إلكترون فلط (MeV) وحدةً لقياس الطاقة، ومن التسمية فإن هذه الوحدة تساوي مليون ضعف إلكترون فلط $1\ MeV = 1.6 \times 10^{-13}\ J$

لنعد الآن إلى موضوع الطاقة النووية وكيفية الحصول على طاقة خلال التفاعلات النووية. فالملاحظ – وهذه ظاهرة عامة – أن هناك اختلافاً بين كتلة نواة أي عنصر من عناصر الجدول الدوري ومجموع كتل النيوكليونات المكونة لهذه النواة.

ومن الواضح أن هناك نقصاً في الكتلة عند محاولة تكوين نواة ذرة الهليوم، أو أي عنصر آخر، ابتداءً من المكونات الأولية. ومادامت المادة لا تَفنى ولا تُستحدث من عدم فلابد لهذا الفارق في الكتلة من أن يظهر بصورة أُخرى. مفتاح سر هذا اللغز يكمن في اعتبار المادة والطاقة وجهين لعملة واحدة، أي إنه بالإمكان الحصول على الطاقة «بحرق» المادة، كما أننا نحتاج إلى طاقة «لتكوين» المادة. لاحظ أننا وضعنا كلمتي حرق وتكوين بين حاضنتين « »، وذلك لتوكيد عدم صحة استعمال هاتين الكلمتين علمياً بهذه الصورة، بل إننا نحاول تقريب الصورة إلى الأذهان ليس إلا. وينص مبدأ آينشتاين المتعلق بتكافؤ الطاقة والمادة (Energy - Mass Equivalence) على أن الطاقة المكافئة لكتلة ما (m) تساوي حاصل ضرب الكتلة في مربع سرعة الضوء، أي إننا إذا تمكنا من تحويل (m) إلى طاقة، فإن الطاقة الناتجة عن ذلك تساوي:

$$E = mc^2 .$$

حيث (c) هي سرعة الضوء في الفراغ وتساوي $(3 \times 10^8\ m/s)$

وحسب مبدأ تكافؤ المادة والطاقة فإن بالإمكان تحويل طاقة ما (E) إلى كتلة (m)، وتُعطى الكتلة الناتجة بالعلاقة ذاتها.

من خلال مبدأ تكافؤ الطاقة والكتلة نستطيع تفسير الفرق في كتلة نواة عنصر ما مقارنة بمجموع كتل النيوكليونات الحرة المكونة للنواة، فعملية تحويل بروتونين ونيوترونين إلى نواة ذرة هليوم تنتج عنها طاقة.

هذه الطاقة قد تبدو ضئيلة جداً قياساً إلى احتياجاتنا العادية، ولكن لنتذكر أن هذه الكمية من الطاقة نتجت عن تفاعل واحد فقط ولتكوين نواة واحدة، وفي أي تفاعل نووي يكون عدد التفاعلات الحادثة بالملايين في الثانية الواحدة، ومن ذلك يمكن الحصول على كميات هائلة من الطاقة.

وتحويل كيلوغرام واحد من المادة ينتج طاقة تساوي (9×10^{18} جول)، وهي طاقة تكفي لتشغيل مكيفات الهواء في الكويت – على سبيل المثال – مدة سنة واحدة.

وتُعرف الطاقة الناتجة عن الفرق بين كتلة النواة ومجموع كتل النيوكليونات المكونة لها بطاقة الربط النووية (Nuclear Binding Energy).

النفايات النووية

د. علي محمد الحمود

محطات الطاقة النووية التي تستخدم لإنتاج الكهرباء لا تشكل خطراً على صحة الإنسان والبيئة، إذا تم تشغيلها بالشكل السليم، إذ إن طبيعة هذه المنشآت تقلل من احتمال الحوادث داخلها ما يعني سلامتها المهنية.

وهذه المفاعلات النووية تستخدم في معظمها 4% من اليورانيوم المخصب، وهذا لا يكفي لإنتاج قنبلة نووية، وعلى سبيل المثال، فإن نسبة تركيز اليورانيوم المخصب في القنبلة النووية التي استخدمت في هيروشيما كانت 90%.

ويقلل من مخاطر وقوع حوادث في المفاعلات أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية تشرف عليها، وتضع أنظمة سلامة ذات درجة تقنية عالية ومواصفات سلامة صارمة جداً.

وإن الخوف هو الذي يسيطر على ردود أفعال الناس وليس الحقيقة العلمية.

تقنية حديثة

ستستخدم المفاعلات النووية في المستقبل تقنية حديثة تعتمد على الاندماج النووي بدلاً من الانشطار النووي، ما سيزيد من سلامة المفاعل بحيث لا يشكل أي تهديد على الإطلاق، وهذه التقنية مازالت في طور البحث والدراسة ولم تصل إلى مرحلة التطبيقات الصناعية بعد.

والإنسان يتعرض إلى إشعاعات أيونية باستمرار، كجزء من البيئة الطبيعية التي يعيش فيها، كالأشعة السينية التي تستخدم في الطب، وكذلك الإشعاع الكوني والمواد المشعة الطبيعية في الأرض والتربة والمياه. كما أن هناك عناصر ذات نشاط إشعاعي أكثر من اليورانيوم كعنصر الراديوم Rn ومع ذلك فإنها كانت تستخدم في طلاء ساعات اليد. وفي دراسة حديثة عن المفاعلات النووية في الولايات المتحدة، وجد أن بعض المحطات يتسرب منها نظائر الهدروجين. وطبقاً لوكالة المواصفات المحلية؛ فإن أثر هذه التسرّبات على صحة وسلامة الإنسان والبيئة غير جدير بالاهتمام لضآلته.

انبعاثات المفاعلات

هذه الانبعاثات في مجملها تتكون من بخار الماء وبعض الغازات النووية، مثل الكربتون (90) والزينون (133) والإيودين (131)، وهذه الغازات تبقى لفترة قصيرة ثم تصبح خامدة.

وقد وضعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية حدوداً صارمة لمقاييس سلامة المفاعلات النووية التي تشرف عليها، للحد من وقوع حوادث وأضرار صحية وبيئية، منها أن احتمال وفاة شخص في السنة

كارثة تشرنوبيل

أشهر الكوارث النووية

- **حادثة ولاية بنسلفانيا الأمريكية عام 1979:** ارتفاع حرارة وانصهار جزئي لقلب المفاعل بسبب خلل في أنظمة التبريد لم يحدث عنه أي تصدع في المفاعل، ولم يؤد إلى حدوث أي وفاة.
- **حادثة ثري مايلز أيلاند الأمريكية عام 1979:** تسرب إشعاعي من محطة ثري مايلز أيلاند.
- **حادثة تشرنوبيل في أوكرانيا عام 1986:** انفجار قلب المفاعل النووي RBMK الرديء السمعة (الذي استبعد من الخدمة فيما بعد)، أدى إلى وفاة 31 شخصاً وتعرض نحو 1.5 مليون شخص و28 ألف كلم مربع من الأراضي للإشعاع.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية وضعت حدوداً لمقاييس سلامة المفاعلات للحد من وقوع حوادث وأضرار صحية وبيئية منها أن احتمال وفاة شخص بالسنة بسبب مفاعل نووي يجب ألا يزيد على 1 من مليونين

بسبب مفاعل نووي يجب ألا يزيد على 1 من مليونين.

ولعل احتمال وفاة شخص في السنة بسبب حادث مروري هو 1 من 1000، أي إن خطر وفاة قائد مركبة على الطريق أكثر بعشرة آلاف مرة من وفاته بسبب المفاعلات النووية.

وخطر التعرض للوفاة من جراء إعصار أو زلزال هو أكبر بكثير من خطر الوفاة بسبب المفاعلات النووية، والخطر الناتج من المفاعلات النووية يقارب الخطر من اختراق نيزك أو شهاب سماوي لمساحة 300 متر مربع من الأرض.

وقد أجرى المعهد الدولي للسرطان في الولايات المتحدة دراسة شاملة على السكان القاطنين بمحاذاة المفاعلات النووية، حيث لم تثبت أي زيادة في معدلات الوفيات أو الإصابة بسرطان الدم.

عنصر شائع

واليورانيوم هو عنصر شائع متوافر تقريباً في كل مكان في الأرض والبحر، وبنسب متفاوتة، كما أن نسبة توافره كالقصدير أكثر 50 مرة من توافر الذهب.

وتقدر الدراسات أن اليورانيوم (238) الذي يعرف باليورانيوم المستنفد أو الخامد أو المنضب، متوافر في الأرض لمدة تصل إلى 5 مليارات سنة، ويمكننا استخدامه في مفاعلات النيوترون.

وتعتبر أستراليا وكندا وروسيا وجنوب إفريقيا وناميبيا والبرازيل

انفجار نووي تخيلي

أسوأ الكوارث النفطية والكيميائية

- **أسوأ تسرب غازي (كارثة بوبال في الهند عام 1984)**: تسرب غاز ميثيل إيسوسيانيد السام من مصنع يونيون كارباید الأمريكي في مدينة بوبال، ما أدى إلى وفاة 2500 شخص وإصابة ما يقارب 150 ألف شخص.
- **أسوأ انتشار للدخان (كارثة الدخان العظيم في لندن عام 1952)**: استخدام بريطانيا للفحم والبترول بصورة كبيرة ومكثفة، مع حدوث ضغط جوي معاكس، أدى إلى تركيز الدخان وانتشاره بصورة مكثفة في شوارع لندن مدة 6 أيام بحيث وصلت الرؤية إلى مسافة نصف متر فقط، وأدت هذه الكارثة إلى وفاة 4 آلاف شخص.
- **أسوأ تلوث للشواطئ (كارثة أكسون في ولاية آلاسكا الأمريكية عام 1989)**: تسرب النفط من الناقلة التابعة لشركة أكسون الأمريكية أدى إلى تلوث 2500 كيلومتر مربع على امتداد شواطئ محيط آلاسكا، وأدى إلى دمار هائل للشعاب المرجانية والأسماك.
- **أسوأ تلوث نهري (كارثة نهر الراين في سويسرا عام 1986)**: حريق مصنع ماندوز في بازل بسويسرا أدى إلى تسرب 30 طناً من المواد الكيميائية في نهر الراين، وأدى إلى نفوق ما يقارب نصف مليون سمكة.
- **أسوأ تلوث أرضي (كارثة لومي في القطب الشمالي الروسي 1994)**: سوء صيانة أنابيب نقل النفط أدى إلى تلوث 20 ألف كلم مربع من محافظة لومي.

المحطات النووية في العالم

القارة	الدولة	عدد محطات الطاقة النووية التجارية	أول محطة نووية في عام
أمريكا الشمالية	1. الولايات المتحدة الأمريكية	104	1969
	2. كندا	22	1971
أمريكا الوسطى والجنوبية	1. المكسيك	2	1995
	2. البرازيل	3	1985
	3. الأرجنتين	3	1974
أوروبا	1. فرنسا	59	1977
	2. بريطانيا	22	1970
	3. ألمانيا	18	1969
	4. السويد	11	1972
	5. إسبانيا	9	1969
	6. سلوفاكيا	8	1980
	7. التشيك	6	1985
	8. بلجيكا	7	1975
	9. سويسرا	5	1969
	10. فنلندا	5	1977
	11. رومانيا	4	1996
	12. بلغاريا	4	1981
	13. هنغاريا	4	1983
	14. هولندا	1	1973
	15. سلوفينيا	1	1983
آسيا	1. اليابان	57	1970
	2. روسيا	37	1971
	3. كوريا الجنوبية	26	1978
	5. الهند	23	1973
	5. الصين	19	1978
	6. أوكرانيا	18	1981
	7. باكستان	2	1972
	8. كوريا الشمالية	2	غير معلن
	9. ليتوانيا	1	1987
	10. أرمينيا	1	1980
	11. إيران	1	2006
إفريقيا	1. إفريقيا الجنوبية	2	1984

معظم دول العالم باتت لديها محطات طاقة نووية باستثناء جميع الدول العربية والقارة السوداء ما عدا كيب تاون بإفريقيا الجنوبية

من أكبر الدول المصدرة لليورانيوم، وتبيعه بسعر زهيد يبلغ نحو 75 دولاراً للكيلوغرام الواحد.

486 محطة نووية في العالم

بنى كثير من دول العالم منذ الخمسينيات مفاعلات نووية لتوليد الطاقة لتصبح ما يسمى (الطاقة البديلة) لإنتاج الكهرباء.

وحالياً يوجد نحو 486 محطة للطاقة النووية في 33 دولة، وهناك 15 دولة أوروبية لديها محطات طاقة نووية، وتعتبر فرنسا أكثر دولة في العالم تعتمد على المفاعلات النووية لإنتاج الكهرباء بواقع 80%، ولديها 59 مفاعلاً نووياً، أما في الولايات المتحدة فإن 20% من الكهرباء تنتج بواسطة المحطات النووية، حيث يوجد لديها 104 محطات نووية. وكذلك توجد المحطات النووية في 3 دول بأمريكا الجنوبية، هي البرازيل والمكسيك والأرجنتين. وفي آسيا هناك 11 دولة لديها محطات نووية.

ويتضح أن معظم دول العالم باتت لديها محطات طاقة نووية باستثناء جميع الدول العربية وقارة إفريقيا (ما عدا كيب تاون بإفريقيا الجنوبية).

بدايات المفاعلات النووية

بدأ استخدام المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية عام 1951 في الولايات المتحدة الأمريكية وتحديداً في ولاية إيداهو.

وأبدى الرئيس الأمريكي آنذاك إيزنهاور دعمه لاستخدام الطاقة النووية للأغراض

السلمية على المستوى العالمي. وفي عام 1954 توقعت الوكالة الأمريكية للطاقة الذرية بناء أكثر من 1000 محطة نووية بحلول عام 2000.

وفي عام 1955 اجتمع العلماء والمهندسون في مؤتمر جنيف الأول للأمم المتحدة للبحث في الطاقة والتقانة، وتأسست الوكالة الدولية للطاقة الذرية في تلك السنة. وبعد فترة قصيرة في عام 1960 أصبحت مدينة بتسبرغ ببنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية أول مدينة في العالم تستخدم الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء.

بديل الطاقة

المفاعلات النووية بديل ناجح لتوليد الطاقة الكهربائية، والطاقة النووية في الكويت بديل ناجح لتخفيف العبء على شبكات توزيع القوى الكهربائية، وهي توفر مخزون البترول وتضاعف من زمن ادخاره.

وتحظى دول الخليج بموارد اقتصادية هائلة تمكنها من تمويل المشاريع النووية لتوليد الطاقة الكهربائية، وإن إنشاء مشاريع نووية لا يعد ترفاً أو تقليداً وإنما حتمية استراتيجية لمصدر الطاقة البديل والأمثل لتقرير مصير أجيال المستقبل.

وقد حددت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مواصفات ومقاييس صارمة لضمان سلامة المفاعلات النووية بحيث أصبح احتمال وقوع أسوأ حادث يمكن تصوره لا يتعدى واحداً من مليار، وهو أقل بكثير من أخطار اعتاد الناس عليها وقبلوها مثل مخاطر سرطان الرئتين من التدخين ومخاطر وقوع الزلازل والبراكين والأعاصير وانهيار سدود الأنهار، بل وحتى مخاطر حوادث الطيران أو مخاطر الحوادث المرورية التي تعتبر أعلى من مخاطر المفاعلات بعشرة آلاف مرة.

وإن الدول الموقعة على معاهدة منع الانتشار النووي تخضع لرقابة وتفتيش مستمرين، بحيث لا يوجد أي اختلاف في إجراءات السلامة المتبعة بين مفاعل نووي

الخوف من بعض المصطلحات كالمحطات النووية هو الذي يسيطر على ردود أفعال الناس وليس الحقيقة العلمية

احتمال وقوع أسوأ حادث يمكن تصوره لايتعدى واحداً من مليار

وآخر في أي من الدول، (لم توقع على هذه المعاهدة 3 دول هي الهند وباكستان وإسرائيل).

وأظهرت دراسة حديثة أجرتها الوكالة النووية في الولايات المتحدة الأمريكية لتحديد مخاطر حوادث المفاعلات النووية، باستخدام أحدث برامج النماذج الرياضية، أن الخطر الفعلي من المفاعلات النووية التي تستخدم الماء المضغوط أو مفاعلات الماء المغلي ضئيل جداً ولا يكاد يذكر.

وذكرت الدراسة أيضاً أن احتمال وقوع أسوأ حالات الحوادث هو 1 من مليار لكل مفاعل.

وقد أخذت هذه الدراسة جميع الاحتمالات الممكن حدوثها لوقوع أسوأ كارثة على الإطلاق، وهي احتمال انفجار قلب المفاعل واحتمال خرق حاجز محيط المفاعل، إضافة إلى احتمال أسوأ حالات لحركة الرياح واحتمال أسوأ تردد في الهواء واحتمال فشل كل إجراءات إخلاء المواطنين.

تشمل الطب والكهرباء والزراعة والصناعة وإدارة موارد المياه

الاستخدامات السلمية للطاقة النووية

د. بسام المعصراني

تثير الطاقة النووية (أو الطاقة الذرية كما يقال أيضاً) المخاوف، أو القلق على الأقل، لدى معظم الناس، ومردّ هذا دون شك ارتباطها بالدرجة الأولى بالأسلحة النووية: بالقنبلتين السيئتي الذكر اللتين ألقيتا على هيروشيما وناغازاكي في اليابان نهاية الحرب العالمية الثانية، وما ألحقتاه بهاتين المدينتين من دمار هائل وبسكانهما من هلاك، وبمن نجا منهم من الموت من أمراض وتشوهات خلقية في ذريتهم، لم يسبق لأي سلاح آخر أن ألحق بالجماد والبشر مثلما ألحق هذا السلاح. وارتباط الطاقة النووية كذلك بتجارب التفجيرات النووية التي تلت الحرب واستمرت أكثر من عقدين من الزمن، وما خلفته من مواد مشعة ضارة بالبيئة وبالإنسان لا تزال المناطق التي أجريت فيها موبوءة بها وستبقى كذلك لسنين طويلة جداً. وارتباطها كذلك بالرعب الذي يسود العالم من المخزون الهائل لدى الدول الكبرى، وغيرها من الدول، من الأسلحة النووية الفتاكة التي تبدو القنبلتان اللتان دمرتا هيروشيما وناغازاكي دمية أطفال أمامها؛ مخزون يكفي لتدمير العالم بأسره وإبادة الجنس البشري عدة مرات! ولا يغيب عن الذهن أيضاً لدى ذكر الطاقة النووية، حتى في استخداماتها السلمية، مخاطر النفايات المشعة التي تخلفها، وصعوبة تدبيرها، وأثرها المحتمل على البيئة لقرون طويلة، ومعارضة أنصار البيئة من الخضر وغيرهم لهذه الطاقة، لهذا السبب ولغيره من الأسباب. ولا تغيب عن الذهن كذلك الأحداث المأساوية التي هددت السكان المحيطين بالمفاعلات النووية مثل حادثة ثري مايل أيلاند في الولايات المتحدة عام 1979، والأفدح منها كثيراً حادثة تشرنوبيل في الاتحاد السوفييتي عام 1986، التي انفجر فيها أحد المفاعلات النووية في محطة توليد الكهرباء، وأدى ذلك إلى انطلاق كميات من المواد المشعة ألحقت أضراراً بالغة، ليس بالسكان فقط وإنما بالبيئة والتربة والمزروعات في مناطق واسعة، تعدت الحدود الدولية، ولا تزال هذه الحادثة حتى يومنا هذا تلقي بثقلها على وعي الجماهير.

لكن هذا الوجه القبيح للطاقة النووية ينبغي ألا يحجب وجهها الآخر المضيء، وما تقدمه للإنسانية من فوائد جمة في مجالات متنوعة عديدة، أصبح من المستحيل الاستغناء عنها. ولعل توليد الكهرباء بواسطة الطاقة النووية أكثر هذه المجالات وضوحاً، أما التطبيقات الكثيرة الأخرى في مجالات الزراعة والصناعة والطب فهي غير معروفة بهذا القدر لعامة الناس.

وسوف يكون من المفيد لاستعراض الاستخدامات السلمية للطاقة النووية أن نميز بين تلك التي تفيد من الانشطار النووي المتحكم فيه لتوليد مقادير كبيرة من الطاقة تكفي لتشغيل عنفات (توربينات) محطات توليد الكهرباء على سبيل المثال، وتلك التي تفيد من إشعاعات النظائر المشعة، التي لا تولد سوى مقدار محدود من الطاقة، تكفي لاستخدامها في تطبيقات صناعية أو زراعية أو طبية أوغيرها.

التطبيقات النووية لا تقتصر على الحروب فقد استخدمت في الطب والزراعة وتحلية المياه وإنتاج الكهرباء وكثير من الصناعات

1 - توليد الكهرباء

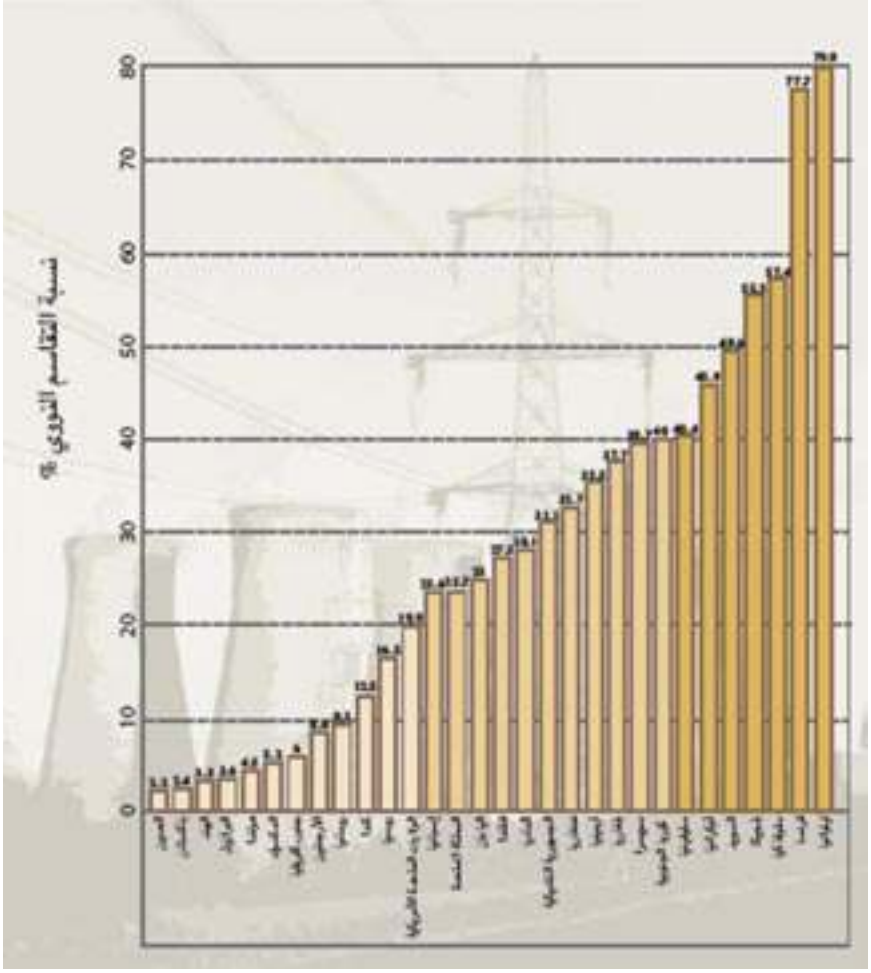
توجد في العالم اليوم مئات المحطات لتوليد الكهرباء تعمل بالطاقة النووية موزعة في أكثر من ثلاثين بلداً (ليس من بينها بلد عربي واحد) تنتج نحو 16% من كهرباء العالم. ويتركز توليد الكهرباء من الطاقة النووية في البلدان المتقدمة، فأكثر من نصف مفاعلات العالم النووية موجود في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية، وأقل من 10% منها موجود في البلدان النامية. وتولّد فرنسا أكثر من 80% من كهربائها من الطاقة النووية، وتولّد السويد50%، واليابان 25%، والولايات المتحدة 20%، وروسيا 16%، في حين لا تولد كل من الهند وباكستان والصين أكثر من 3% من كهربائها من الطاقة النووية [انظر النسبة المئوية لعام 2003 نقلاً عن «مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية»، المجلد 46، العدد1] وتتركز تطلعات النمو والتوسع في توليد الكهرباء من الطاقة النووية في آسيا: في الهند واليابان وكوريا الجنوبية والصين.

إلا أن الولايات المتحدة والعديد من الدول الأوروبية تخطط لبناء محطات نووية جديدة في المستقبل بعد فترة ركود استمرت سنوات عديدة. والأسباب التي تدعوها إلى ذلك واضحة: أولها أن توليد الكهرباء من الطاقة النووية لا يُصدر عملياً غازات ضارة بالبيئة، غازات الدفيئة، المسؤولة عن الاحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض، مثل غاز ثنائي أكسيد الكربون. وثانيها هو ضمان التزود بالطاقة ذاتياً وتقليل الاعتماد على الطاقة المستوردة مثل النفط والغاز.

وقد أدركت معظم الدول أن توليد الكهرباء من الطاقة النووية ليس له أثر ضار على الصحة أو البيئة إلا في حال وقوع حوادث جسيمة، وهذه لم يقع منها في العقود الأخيرة سوى حادث واحد (تشرنوبيل) كان ناجماً عن أخطاء في تصميم المفاعل من جهة وفي تشغيله من جهة أخرى. وقد تكوّن نتيجة لذلك بصورة خاصة، في العديد من الدول، رأي عام معارض لإنشاء محطات نووية لتوليد الكهرباء. وتأتي مسألة النفايات المشعة التي تخلفها هذه المحطات وطرق التخلص منها، بالمعالجة أو التخزين الطويل الأمد جداً، لتضيف بعداً آخر إلى مخاوف الجماهير من الكهرباء النووية خاصة أن طرق التخلص من هذه النفايات ما تزال قيد الدرس والبحث منذ عقود من الزمن. يضاف إلى ذلك أمر آخر يثير القلق هو الأمن النووي، إذ لا بد من حماية المنشآت النووية حماية شديدة من أية هجمات محتملة يمكن أن تؤدي إلى تعريض المجتمع إلى أخطار الإشعاع النووي.

تعمل محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية بصورة مماثلة لعمل المحطات الحرارية التي تولد الكهرباء بواسطة حرق الوقود الأحفوري من نفط أو غاز أو فحم حجري، حيث تحول الطاقة الحرارية الناجمة عن احتراق الوقود إلى طاقة ميكانيكية تدير العنفات البخارية التي تعمل على توليد الطاقة الكهربائية. ولكن المحطات النووية بدلاً من حصولها على الطاقة الحرارية من الوقود الأحفوري الذي يؤدي حرقه إلى إطلاق كميات كبيرة من الغازات المضرة بالإنسان وبالبيئة (ثنائي أكسيد الكربون وثنائي أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين...) ويخلف رماداً فيه مواد سامة (رصاص وكادميوم وزئبق ...) فإنها «تحرق» الوقود النووي في المفاعلات النووية، وهو الذي يؤدي «حرقه» إلى كميات أقل كثيراً من النفايات. ويستند عمل المفاعلات النووية على اختلاف أنماطها إلى تفاعلات الانشطار النووي التسلسلية المتحكم فيها التي تولد كميات كبيرة من الطاقة الحرارية. وهذه الطاقة الحرارية يمكن أن تستخدم ليس فقط لتوليد الكهرباء وإنما أيضاً:

- لتدفئة البيوت والمصانع.
- ولإنتاج الهدروجين.
- ولإزالة ملوحة مياه البحر.



النسبة المئوية في أمكنة متفرقة من العالم لعام 2003 (مجلة: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

يوجد في العالم اليوم مئات المحطات لتوليد الكهرباء تعمل بالطاقة النووية موزعة في أكثر من ثلاثين بلداً ليس من بينها أي بلد عربي وهي تنتج نحو 16% من كهرباء العالم

2 – محركات الدفع النووية

يستفاد من طاقة الانشطار النووي المتحكم فيه كذلك في محركات الدفع التي تسيّر السفن الكبيرة وكاسحات الجليد والغواصات، وذلك بتزويدها بمفاعلات نووية صغيرة نسبياً. وتختلف هذه المفاعلات عن تلك التي تستخدم لتوليد الكهرباء في أنها ذات كثافة طاقية عالية محتواة في حجم صغير تستخدم وقوداً نووياً خاصاً مؤلفاً من سبائك الزركونيوم واليورانيوم العالي درجة التخصيب، وفي أن تصميمها يتيح الوصول إلى ضغط عال ضمن وعاء صغير الحجم مع توفر درجة عالية من الأمان. وكثيراً ما يكون تصميم قلب المفاعل بحيث لا يحتاج إلى إعادة تحميله بالوقود وإنما يستمر في توليد

الطاقة طوال عمر السفينة أو الغواصة. وتجرى دراسات وتجارب حول استخدام هذا النوع من المحركات في التطبيقات المتعلقة بالرحلات الفضائية.

3 - مفاعلات البحوث

تولد مفاعلات الانشطار النووي سيلاً من النيوترونات، وهي الجسيمات المعتدلة الشحنة الكهربائية التي يؤدي أسرها من قبل نوى أحد نظائر اليورانيوم داخل قلب المفاعل إلى انشطار هذه النوى وتوليد طاقة ونيوترونات أخرى. وهذا هو مبدأ الانشطار النووي المتسلسل الذي يقوم عليه عمل المفاعلات النووية. وتصمم مفاعلات البحوث عادة لكي تكون بمنزلة منابع نيوترونات أكثر منها مصادر لتوليد الطاقة. فبينما ينتج مفاعل نووي عادي لتوليد الكهرباء نحو 3000 ميغاواط حراري لا يولّد مفاعل البحث سوى 10 كيلوواط إلى 10 ميغاواط فقط. وهذه المفاعلات أكثر بساطة من مفاعلات توليد الكهرباء وتعمل عند درجات حرارة أدنى وتحتاج إلى كمية من الوقود أقل.

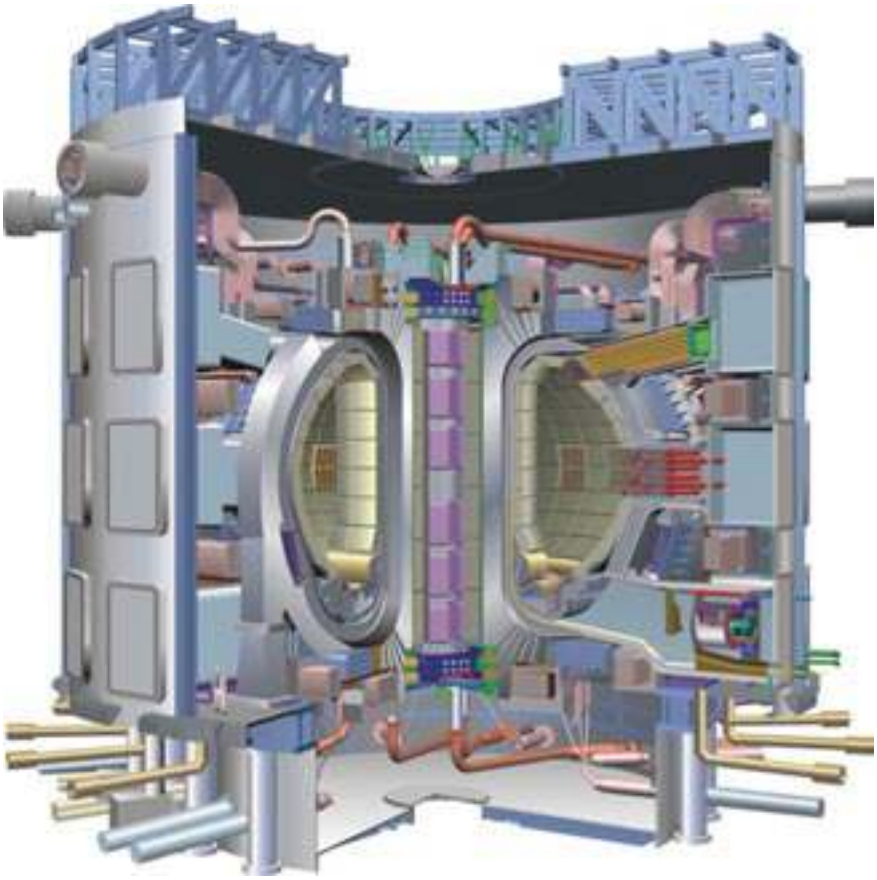
تستخدم النيوترونات التي ينتجها مفاعل البحوث لأغراض علمية متنوعة منها اختبار المواد وإنتاج النظائر والتحليل، كما تستخدم وسيلة للتعليم ولإجراء البحوث العلمية.

التحليل بالتنشيط النيوتروني

يؤدي قذف نوى مستقرة بالنيوترونات إلى تحويلها إلى نظائر مشعة تطلق إشعاع غاما مميزاً لها. ويستفاد من هذه الخاصة فيما يعرف بالتحليل بالتنشيط النيوتروني حيث توضع العينة المراد تحليلها في وعاء خاص يرسل إلى داخل المفاعل النووي مدة معينة محسوبة بدقة لكل نوع من المواد المراد كشفها، ثم تُخرج وتحلل الأشعة الصادرة عنها بعد أن تكون قد «تنشطت» داخل قلب المفاعل من جراء تعرضها للنيوترونات. ويُستنتج من تحليل الإشعاع الصادر عن العينة ليس فقط ما تحتويه من عناصر وإنما تركيز كل منها. وهذه الطريقة في التحليل حساسة جداً لدرجة أنها تتيح كشف عناصر لا يتجاوز تركيزها في العينة أجزاء في المليار. وتستخدم هذه الطريقة في العديد من المجالات مثل

جهاز متطور لتحليل الإشعاع

الوجه القبيح للطاقة النووية ينبغي ألا يحجب وجهها الآخر المضيء وما تقدمه للإنسانية من فوائد جمة في مجالات متنوعة عديدة أصبح من المستحيل الاستغناء عنها



المفاعل الدولي التجريبي ITER:
رسم يبين مقطعاً في توكاماك المشروع التجريبي الدولي للاندماج النووي ITER، لاحظ قامة الإنسان بالنسبة إلى أبعاد الجهاز

الدراسات البيئية أو في التحاليل الطبية أو البحث الجنائي. ويُذكر أن الفرنسيين استطاعوا بواسطة تحليل عدة شعرات من شعر نابليون، الذي كانت هناك شكوك أنه قضى نحبه نتيجة تسميمه بوضع كميات قليلة من الزرنيخ في طعامه اليومي حين كان في منفاه، أن يثبتوا صحة هذه الشكوك وذلك بعد انقضاء أكثر من مئتي عام على حدوث الجريمة.

إنتاج النظائر المشعة

تستخدم النظائر الصنعية المشعة في العديد من التطبيقات، وإحدى طرق إنتاجها استخدام المفاعل النووي الذي يُعدّ عندئذ منبعاً للنيوترونات. وتنتج في المفاعلات نظائر مثل البلوتونيوم (للأغراض العسكرية) والأمريسيوم (الذي تحضر منه مكاشيف الدخان) والكوبالت 60 (لمنشآت تشعيع الأغذية والتعقيم). وهناك وسائل أخرى عديدة لإنتاج النظائر المشعة، للأغراض الطبية وغيرها، مثل مسرعات الجسيمات والسيكلوترون.

4 - المولدات الكهروحرارية

يستفاد من الطاقة الحرارية المتولدة من الانشطار النووي في صنع مولدات للكهرباء صغيرة وبسيطة تحوّل فيها الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية استناداً إلى المفعول الكهرحراري (أو مفعول زيبك) فتوضع مزدوجات حرارية، تتألف الواحدة منها من معدنين مختلفين ملتحمين من أحد طرفيهما. ويوضع نظير مشع يتفكك تلقائياً ويصدر أثناء ذلك حرارة تحولها المزدوجات الحرارية إلى كهرباء. ويُختار النظير المشع عادة ذا عمر نصف يبلغ عشرات السنين فيعمل المولد (أو البطارية) خلال هذه المدة دونما حاجة إلى تزويده بأي شيء. وتستخدم مثل هذه المولدات في الأمكنة النائية التي يصعب الوصول إليها والتي تصعب الاستفادة من الطاقة الشمسية فيها، كما تستخدم في المجسات الفضائية.

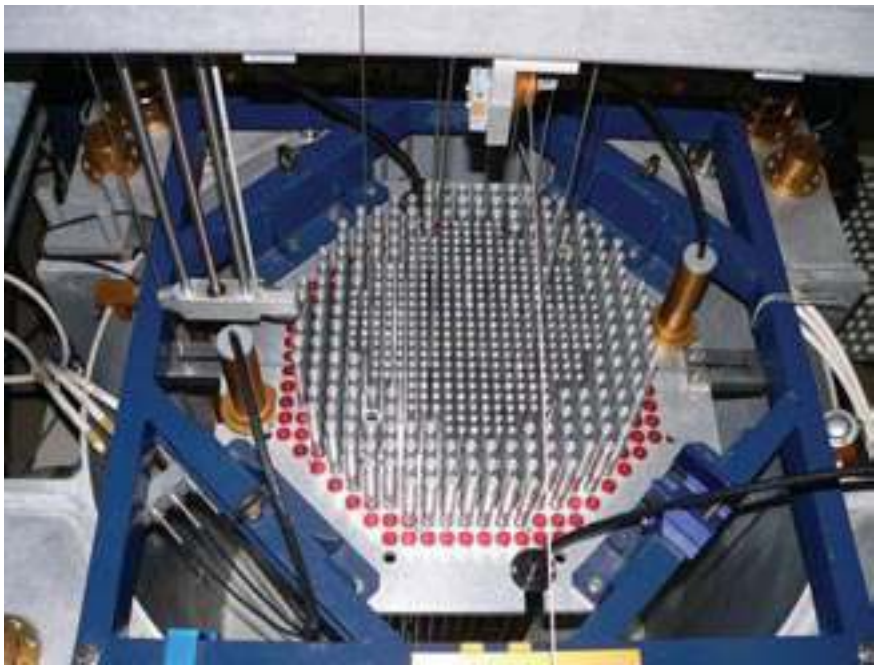
5 - طاقة الاندماج النووي

كان أول استخدام لطاقة الاندماج النووي هو القنبلة الهدروجينية، تماماً كما كان أول استخدام لطاقة الانشطار النووي هو القنبلة الذرية. لكن الجهود الدولية تتضافر اليوم للوصول إلى اندماج نووي متحكم فيه يولد طاقة يمكن الاستفادة منها لتوليد الكهرباء وفي تطبيقات سلمية أخرى. وتفاعلات الاندماج النووي هي التي تمد الشمس والنجوم بالطاقة.

ففي تفاعلات الاندماج النووي تندمج نواتان ذريتان خفيفتان، مثل نواتي نظيري الهدروجين، لتشكلا نواة أثقل وتتحرر من جراء ذلك طاقة. [انظر الشكل: تفاعل الاندماج النووي] ولا بد لتحقيق ذلك من رفع درجة الحرارة إلى نحو 10 ملايين درجة. وقد أمكن تحقيق ذلك تجريبياً وفي نطاق محدود لكن الطاقة المصروفة كانت دائماً أكبر من الطاقة المتحررة بفعل الاندماج. وأكبر تجربة حالية هي المعروفة باسم JET وتشارك فيها عدة دول أوروبية. وقد أنتج هذا المفاعل طاقة اندماجية أقل قليلاً من الطاقة التي زُوّد بها. [انظر الشكل: المفاعل JET] وقد بدأ في عام 2005 بناء مشروع ضخم، يدعى ITER، يساهم فيه الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة وروسيا والهند والصين واليابان وكوريا الجنوبية. وهذا المفاعل الاندماجي الضخم مصمم لتوليد طاقة اندماجية أكبر عدة مرات من الطاقة التي يستهلكها. ويُؤمل من تجارب الاندماج أن تؤدي إلى توفير مصدر للطاقة طويل الأمد ولا يخلف نفايات لها تأثيرات ضارة مثل مصادر الطاقة الحالية، بما فيها المفاعلات الانشطارية. وحتى يومنا هذا لم يحقق أي مفاعل اندماجي إنتاج طاقة صافية، لكن يؤمل أن تتوصل التصاميم الحديثة إلى هذا الهدف. والمخطط له أن يكون إنتاج الكهرباء بواسطة الاندماج النووي هو المرحلة التالية بعد المفاعل الدولي التجريبي ITER.

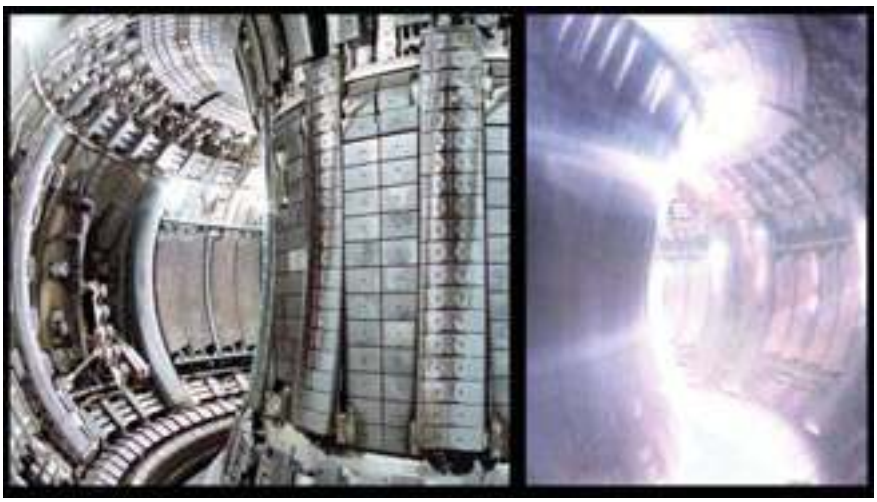
6 - استخدامات النظائر المشعة

يُحكى أن أول تطبيق عملي للنظائر المشعة قام به الهنغاري جورج هيفيسي في عام 1911. ففي ذلك الوقت كان هيفيسي طالباً شاباً يعمل في مانشستر بإنكلترا على المواد الطبيعية ذات النشاط الإشعاعي. ونظراً لضيق ذات يده فقد كان يقطن في بيت متواضع عند إحدى



التحليل بالتنشيط النيوتروني:
جهاز كشف وتحليل الأشعة الصادرة عن العينة المشعة بالنيوترونات

تولّد فرنسا أكثر من 75% من كهربائها نووياً والسويد 50% واليابان 25% والولايات المتحدة 20% وروسيا 16%، والهند وباكستان والصين أقل من 3%

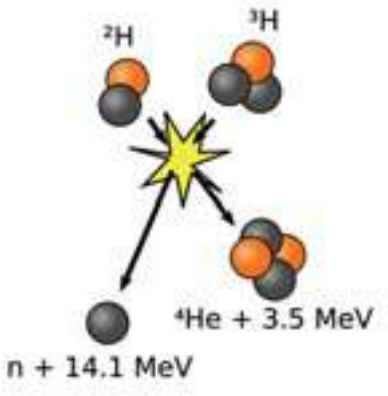


المفاعل الاندماجي الأوروبي JET:
يعمل مفاعل الاندماج النووي على حصر البلازما التي تبلغ درجة حرارتها 10 ملايين درجة بواسطة حقول مغنطيسية مصممة خصيصاً لهذا الغرض، وهي الطريقة المعروفة باسمها الروسي: توكاماك

السيدات وكان يتناول الوجبات التي تحضرها هذه السيدة. وساوره مرة الشك في أن بعض ما تقدمه له السيدة من أطباق كانت تحضره من بقايا أطباق الأيام الماضية. ولكي يتأكد من شكوكه وضع كمية صغيرة من مادة مشعة في بقايا وجبته. وبعد عدة أيام حين قدمت له السيدة طبقاً مشابهاً عمد إلى فحصه بواسطة أداة بسيطة كاشفة للإشعاع فوجد أن شكوكه كانت في محلها. والجدير بالذكر أن هيفيسي نفسه حاز جائزة نوبل عام 1943 كما حاز جائزة الذرة من أجل السلم عام 1959. وأصبح استخدامه الأول للنظائر المشعة عملاً روتينياً يطبق في علوم البيئة.

النظائر المشعة

يُقصد بنظائر (isotopes) عنصر كيميائي ما، ذرات العنصر نفسه، إنما ذات الكتل المختلفة قليلاً بعضها عن بعض. تحتوي نوى هذه الذرات جميعها العدد ذاته من البروتونات، لكنها تختلف بعدد النيوترونات، ولذلك فلنظائر عنصر ما كلها العدد الذري نفسه إنما لها أعداد كتلية مختلفة. ولما كان لنظائر العنصر كلها العدد نفسه من البروتونات فلها العدد نفسه من الإلكترونات أيضاً، وهذا يعني أن لها الخواص الكيماوية ذاتها، لكن خواصها الفيزيائية والنووية يمكن أن تكون مختلفة. وبصورة عامة يمكن أن تكون النظائر إما مستقرة stable أو مُشِعّة (ذات نشاط إشعاعي) radioactive ، والنظير المستقر هو ذلك الذي لا يتفكك تلقائياً، أما المشع فهو الذي يتفكك مُصدراً أشعة ألفا أو بيتا أو غاما. وأشعة ألفا هي نوى ذرات الهليوم وتتميز بشحنتها الكهربائية الموجبة وبمدى انتشارها المحدود في الهواء الذي لايتجاوز بضعة سنتيمترات. أما أشعة بيتا فهي تيار من الإلكترونات السالبة الشحنة الكهربائية، وأشعة غاما ليست سوى فوتونات عالية الطاقة، أو أمواج كهرمغنطيسية قصيرة طول الموجة (نحو جزء من المليون من الميكرون، في حين يبلغ الطول الموجي للضوء المرئي نحو نصف



تفاعل الاندماج النووي:
تندمج، بفعل درجة الحرارة العالية جداً، نواتان من نظيري الهدروجين: الديتريوم 2H والتريتيوم 3H لتشكلا نواة الهليوم 4He وينطلق نيوترون وتتحرر طاقة.

ميكرون). وتتميز هذه الأشعة بقدرتها الكبيرة على اختراق المواد وتأيين ذراتها، أي جعلها تفقد بعضاً من إلكتروناتها وتحولها إلى أيونات.

ويشار بعمر النصف لنظير مشع ما إلى الزمن الواجب انقضاؤه حتى يتفكك نصف عدد نوى هذا النظير. وتختلف أعمار النصف لمختلف النظائر المشعة اختلافاً كبيراً جداً. فمنها ما لا يبلغ عمر نصفه أجزاء قليلة من الملي ثانية (وهي جزء من ألف من الثانية) ومنها ما يتجاوز عمر نصفه مئات بل آلاف الملايين من السنين.

والنظائر المشعة منها ماهو طبيعي، أي موجود في الطبيعة بذاته، مثل نظائر اليورانيوم والراديوم والثوريوم، وهذه طبعاً ذات أعمار نصف طويلة لأنها موجودة في الطبيعة منذ الأزل، ومنها ما هو صنعي، أي من صنع الإنسان، ومن هذه النظائر الصنعية ما عمر نصفه قصير جداً لا يلبث بعد صنعه أن يتفكك ويزول، ومنها ما عمر نصفه متوسط أو طويل.

ويُحصل على النظائر المشعة الصنعية بواسطة قذف ذرات العنصر المرغوب صنع نظير له بالنيوترونات في مفاعل نووي مثلاً، أو بأشعة ألفا، أو في مسرّعات الجسيمات الخطية أو في السيكلوترونات، وهذا مايعرف عادة بإنتاج النظائر المشعة.

للنظائر المشعة والإشعاع تطبيقات كثيرة اليوم في الزراعة وفي حفظ الأغذية وفي الطب وفي الصناعة وفي علم المياه كما في البحوث العلمية.

أ - في الزراعة

تتمثل التطبيقات النووية في الزراعة في استيلاد الطفرات ومكافحة الآفات.

• إحداث الطفرات الوراثية

لقد سعى المزارعون لقرون عديدة إلى استيلاد سلالات تتمتع بمواصفات اقتصادية عالية مثل الوفرة في المحصول ومقاومة الأمراض والقابلية للنمو في شروط قاسية من الجفاف والملوحة. وجرت منذ خمسينيات القرن الماضي بحوث كثيرة لتحسين الزراعة بواسطة تشعيع البذور لإحداث طفرات وراثية فيها تؤمن الميزات المرغوبة. وقد وُجد أن تعريض البذور لجرعات معينة من أشعة غاما يسبب حدوث مثل هذه الطفرات. وقد استولد

بهذه الطريقة أكثر من 1800 سلالة من المحاصيل من الحبوب وبذور الزيت. والسلالات الجديدة من السّرغوم والثوم والقمح والموز والفاصولياء والفلفل أكثر مقاومة للحشرات وأكثر قابلية للنمو في الشروط المناخية القاسية. وقد جرت في باكستان زراعة صنف من القطن ذي طفرة عالية المردود تم تحريضها باستخدام أشعة غاما فساهم ذلك في زيادة منتوج القطن وأنقذ صناعة النسيج في باكستان.

• إدارة التسميد

ومن ناحية أخرى تستخدم النظائر المشعة في الدراسات المتعلقة بتسميد النبات. فالأسمدة مكلفة، وإذا لم تستخدم بالطريقة المناسبة أضرت بالبيئة. والاستخدام الفعال للأسمدة مهم للدول النامية والمتقدمة على حد سواء. فمن الأهمية بمكان أن تجد أكبر كمية ممكنة من الأسمدة طريقها إلى النباتات وألا يذهب إلا أقل ما يمكن منها إلى البيئة. وتوفر الأسمدة «الموسومة» بنظير معين مثل النتروجين 15 أو الفسفور 32 وسيلة لمعرفة الكمية التي يمتصها النبات وتلك التي تذهب سدى. وهذا يتيح إدارة أفضل لعملية التسميد. وقد وفرت مثل هذه الدراسات تعميق فهم العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات إضافة إلى ترشيد استخدام الأسمدة.

• مكافحة الآفات

يستخدم التشعيع في الزراعة أيضاً بصورة ناجحة في مكافحة الآفات باستخدام طريقة تدعى «تقنية الحشرات العقيمة». فبدلاً من استخدام المبيدات الكيميائية التي تضر بالإنسان وبالبيئة وتقضي على الحشرات، الضارة منها والنافعة، يُلجأ إلى تربية أعداد كبيرة من ذكور الحشرات الضارة وتعريضها للإشعاع لجعلها عقيمة وإطلاقها بعد ذلك في المناطق المستهدفة. تتنافس الذكور العقيمة مع الذكور غير العقيمة على إناث الحشرات فتقل بذلك فرص تخصيب بيض الإناث ويقل عدد الحشرات الناتجة. وبتكرار هذه العملية عدة مرات يتم القضاء على الحشرة الضارة دون التأثير على الحشرات الأخرى النافعة. وقد طبقت هذه التقنية بصورة واسعة في كل من المكسيك والأرجنتين والتشيلي ضد ذبابة الفاكهة للبحر المتوسط وأعلن في عام 1981 نجاحها الكامل في المكسيك. وفي إفريقيا تستخدم تقنية تعقيم الذكور للقضاء على ذبابة تسي تسي المسببة لمرض النوم، وقد نجحت التقنية في القضاء على هذه الحشرة نهائياً في زنجبار.

• حفظ الأغذية والتعقيم

يتعرض نحو 25 إلى 30% من المحاصيل الزراعية إلى التلف نتيجة لإصابتها بالميكروبات أو الحشرات. وقد وجد أن للأشعة المؤينة، مثل أشعة غاما، قدرة كبيرة على القضاء على الحشرات والميكروبات. ويزداد انتشار تقانة التشعيع هذه في كل أنحاء العالم بهدف حفظ الأغذية. وقد صادقت السلطات الصحية المعنية في أكثر من 40 بلداً على تشعيع أكثر من 60 نوعاً من الغذاء: من الحبوب إلى الفاكهة والخضار واللحوم وغيرها. وهذه الطريقة في الحفظ تغني عن إضافة المواد الحافظة الكيميائية التي قد لا تخلو من ضرر. ولا بد من التأكيد على أن تشعيع الغذاء لا يؤثر على قيمته الغذائية ولا يترك فيه أية آثار إشعاعية. يستخدم التشعيع كذلك في تعقيم تعليب الأغذية، مثل علب الحليب، وفي تعقيم الأدوات الطبية.

تُدخل المواد المرغوب في تعقيمها، وهي ضمن صناديقها، إلى قاعة محطة التشعيع حيث يجري تعريضها هناك إلى جرعات محسوبة من أشعة غاما التي يصدرها

دورة الوقود النووي:
تبدأ دورة الوقود النووي بالحصول على اليورانيوم من مناجمه ثم تخصيبه (أي زيادة نسبة النظير القابل للانشطار فيه على النسبة الطبيعية) ثم تصنيعه على شكل قضبان وقود.
1 – يُسلّم الوقود إلى محطة توليد الكهرباء النووية.
2 – يُسلّم الوقود المستنفد، بعد استخدامه في محطة التوليد، إلى منشأة إعادة معالجة أو
3 – إلى مكامن تخزين جيولوجية.
4 – في حال إعادة معالجة الوقود المستنفد فإن نحو 95% منه يمكن أن يعاد استخدامه في محطة توليد الكهرباء.

الكوبالت 60. وتجري عملية التشعيع هذه دون وجود أي من البشر داخل قاعة التشعيع، لأن وجوده يعرضه لخطر الموت. ونظراً لقدرة أشعة غاما الشديدة على اختراق المواد فلا تشكل الحاويات أو مواد التغليف عائقاً أمامها. وحرصاً على سلامة العاملين خارج قاعة التشعيع تكون جدرانها سميكة ومصنوعة من خرسانة خاصة.

ب - في الصناعة

هناك عدد كبير من التطبيقات النووية تستخدم بصورة روتينية في الصناعة، مثل معايير القياس و مراقبة الجودة والصيانة ومكاشيف الدخان وغير ذلك.

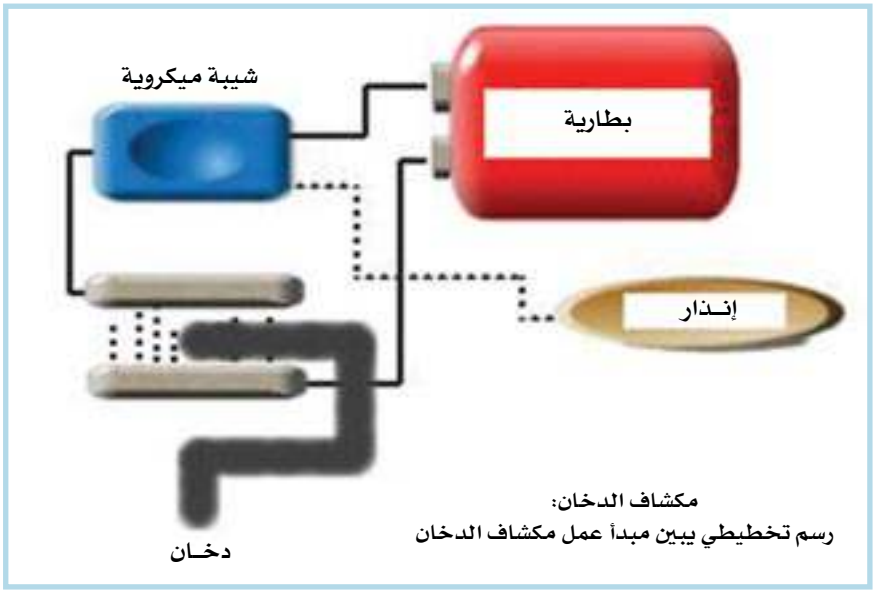
• التصوير بأشعة غاما

للصيانة أهمية حيوية في الصناعة، فمناطق اللحام في الطائرة وأنابيب النفط والغاز على سبيل المثال يجب أن تفحص بصورة دورية للتأكد من عدم وجود تصدعات أو شقوق فيها. ويجري هذا الفحص باستخدام الإشعاع الصادر عن النظائر المشعة بواسطة تقنية تدعى التصوير بأشعة غاما. وهذه تشبه التصوير بالأشعة السينية المستخدم في المستشفيات للكشف عن تصدعات أو كسور العظام.

يوضع منبع الإشعاع في أحد جانبي أنبوب الغاز المراد فحصه مثلاً، وتوضع لوحة تصوير في الجانب الآخر من الأنبوب، فتظهر على لوحة التصوير التصدعات التي نفذ منها الإشعاع. ومثل هذا الإجراء لا يتطلب سوى منبع إشعاع يمكن أن يكون بكل بساطة قرصاً صغيراً من مادة مشعة.

• القياس بواسطة أشعة غاما

تناسب أجهزة القياس التي تستخدم أشعة غاما التطبيقات التي يصعب أو يستحيل فيها الاتصال المباشر بين جهاز القياس والمواد المراد اختبارها. وتوجد أجهزة لقياس الكثافة أو اللزوجة أو الثخانة أو المنسوب. ففي مراقبة الثخانة أثناء الإنتاج، كما في صناعة الرقائق البلاستيكية أو الورق على سبيل المثال، يمرر المنتَج بين منبع أشعة غاما وكاشف لها موضوع على مسافة محددة تماماً منه، فيدل تغير شدة الإشعاع على تغير ثخانة المنتَج. وتستخدم أجهزة قياس منسوب السوائل بواسطة الإشعاع في الحالات التي يتعذر فيها قياسه بالطريقة العادية مثل كونه سائلاً ذا درجة حرارة عالية جداً أو سائلاً خطراً.



مكشاف الدخان:
رسم تخطيطي يبين مبدأ عمل مكشاف الدخان

معظم الدول في العالم تدرك أن توليد الكهرباء من الطاقة النووية ليس له أثر ضار على الصحة والبيئة إلا عند وقوع حوادث جسيمة

• تتبع جريان الموائع

تستخدم النظائر المشعة، بواسطة إضافة كميات صغيرة من بعضها إلى الموائع، لتتبع جريانها واكتشاف أمكنة تسربها. فيمكن بهذه الطريقة تتبع جريان الموائع، من سوائل وغازات بل ومساحيق، وقياس معدل الجريان. كما يمكن اكتشاف أمكنة تسرب المياه أو النفط في خطوط نقله، أو يمكن تتبع حركة زيوت التشحيم في الآلات الضخمة لمعالجة أي خلل فيها.

• كشف الدخان

من أكثر الاستخدامات شيوعاً للنظائر المشعة هو مكاشيف الدخان في المخازن والمكاتب والمنازل. تحوي هذه المكاشيف كمية صغيرة من النظير أمريسيوم 241 الذي يحضَّر في المفاعلات النووية. يُصدر هذا النظير لدى تفككه جسيمات ألفا التي تؤين الهواء وتتيح بذلك مرور تيار كهربائي بين مسريي المكشاف. فإذا دخل الدخان إلى المكشاف امتص جسيمات ألفا وقطع مرور التيار، وهذا الانقطاع يطلق إشارة الإنذار.

ج - في إدارة موارد المياه:

تمكّن تقنيات الهدرولوجيا النظيرية من قياس مدى اتساع مصادر المياه الجوفية وإدارتها إدارة سليمة تكفل توفير المياه للمحتاجين إليها. وهي تمكّن كذلك من معرفة أصل المياه الجوفية وعمرها وتوزعها وطرق تجددها والاتصال بينها وبين المياه السطحية. وقد ساهمت دراسات المياه الجوفية بواسطة النظائر في بنغلاديش في التوصل إلى فهم جديد لموارد المياه المتاحة كما ساهمت في فهم كيفية دخول الزرنيخ إلى منظومة توريد المياه الجوفية ما ينتج عنه تسمم ملايين الأشخاص. ويمكن لهذه التقنيات كذلك أن تعطي معلومات، بالنسبة إلى المياه السطحية، حول التسرب من السدود ومن قنوات الري. وكذلك حول معدلات الجريان ومعدلات الترسب، وهناك أكثر من 60 دولة تستخدم تقنيات النظائر لإدارة مواردها المائية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

د - في الطب

تستخدم النظائر المشعة استخداماً واسعاً في الطب، وخاصة بهدف التشخيص والمعالجة. وقد أفرد لهذا الموضوع مقال خاص في هذا العدد من المجلة.

استخدامات الطاقة النووية في الطب النووي

د. فواز إحسان أبو الهدى

يتخوّف كثير من الناس عندما يسمعون كلمة (الطب النووي) لما تحمله كلمة (نووي) من مفاهيم واعتقادات معبرة عن الأسلحة النووية - بما تتضمنه من أضرار للجسم البشري - لكن الأمر مختلف تماماً عن الظنّ الشائع. وهذا المقال محاولة جادة لكشف حقيقة الطب النووي بشكل مبسط، مع بعض التفصيلات الضرورية.

يـؤدي دوراً متميزاً في التشخيص المبكر لمدى تـأثيـر المـرض عـلـى وظـيفـة وحيـوية خـلايـا العـضـو المـصاب ما يسـهل مـعرفة المناطق المصـابة بالمرض واخـتـيـار العـلاج المناسب في الوقت المناسب

(الطب النووي) لغـةً مكوّن من كلمـتين: الطب وتعني مـعـالجـة الأمـراض أمـلاً في الشـفـاء، أمّـا النووي فنسـبـتـه إلى نواة ذرة العناصـر التي تبث طاقـة نـووية يمكن استخدامها لتحقيق هذه المعالجة الطبية.

وعلميّـا فـإن الطب النووي مجـال طبي متخصص في استعمال المواد المشعّة في تشخيص وعلاج الأمـراض، من خلال تقييم وظيفة العضو أو العمليات الكيـميـائيـة الحيـويّة التي تحـدث فيه.

وهو يؤدي دوراً مـتـمـيـزاً في التـشـخـيص المبكر لمدى تأثيـر المرض على وظيفـة وحيوية خلايا العضـو المصاب، مـا يسـهل معـرفـة المناطق المصابة بالمرض واختيار العلاج المناسب في الوقت المناسب.

مميزات الطب النووي

يسـتـعـمل الطب النووي الطاقـة النووية كوسيلة سلمية آمنة وغير موجعة ورخيصة نسبياً لتشخيص الأمراض وعلاجها.

كمـا أنه يزود الطبيب المعـالج بمعلومـات مهمة عن وظيفـة وطبيعـة الأعـضـاء حيث يجـمع شـواهد ودلائل طبيـة عن الأعـضـاء والأنسجة المريضة التي يصعب الاستدلال عليـها بوسـائل تشـخيـصـيـة اعتيـادية ربما تحتاج لعملية جراحية أو وسائل تشخيصية غالية الثمن لمعرفتها.

وهذا المجال الطبي له أهمية متميّزة في التشخيص المبكر للمرض قبل استفحاله وتدميـره للبنيـة التشـريحـيـة (الكينونيـة) للعـضـو، وقـبل أن يشكّل مـشكلة صـحـيـة يصعب علاجها والسيطرة عليها، ما يفقد العـضـو مـقـدرته على العـودة إلى وضـعـه الطبيعي السليم.

وتسـتـخـدم كـمـيـة قليلة جـداً من المواد

المشعة بهذا الصدد، حيث يتعرض جسم المريض لكمية محدودة من الإشعاع لا تؤدي لأي آثار أو مضاعفات جانبية ضارة على الجسم.

وتعتبر كمية تعرّض المريض للإشعاع من خلال فحوصات الطب النووي أقل بكثير من تعرضه للأشعة السينية التشخيصية، وكذلك فإنّ الكمية الناتجة، عن العلاج بالأدوية الإشعاعية، تحفظ في نطاق آمن محدود ضمن قوانين الوقاية من الإشعاع في المراكز العالمية المعروفة والمحلية.

متطلبات الطب النووي

نلاحظ مما سبق أنّ خدمات الطب النووي تتطلب ثلاثة عناصر رئيسية، سوف نقوم باستعراضها بنوع من التفصيل لاحقاً:

1 - مواد مشعّة تطلق الإشعاعات النووية يمكن استخدامها لغرض التشخيص أو العلاج.

2 - كواشف للإشعاع تستطيع امتصاص الإشعاعات النووية بغرض قياس كميتها أو تحويلها إلى صور تؤدي إلى تشخيص المرض أو استخدامها في الكشف عن التلوث الإشعاعي.

3 - حاسوب متطور له طاقة تخزين عالية.

المواد المشعة

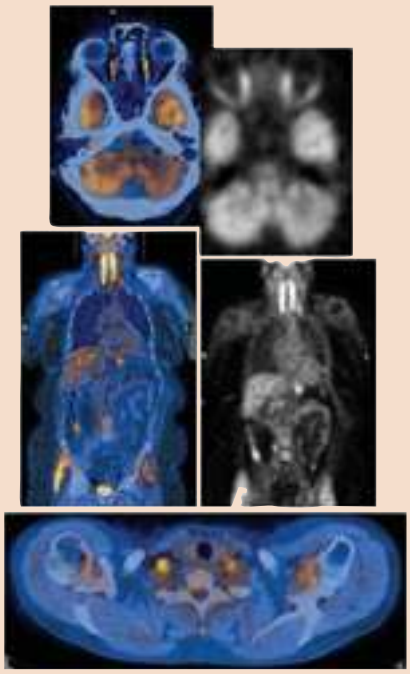
قبل استعراض القوى النووية المستخدمة طبياً، نسلط الضوء على مكونات ذرة العناصر والنظائر المشعة:

● مكونات الذرة:

يتكون أي عنصر في الوجود من دقائق متناهية في الصغر يطلق عليها الذرات، وكل ذرّة تتكون من نواة تحيط بها جسيمات يطلق عليها إلكترونات تدور حول النواة في مدارات خاصة بمستويات طاقة مختلفة. وتحوي النواة جسيمات يطلق عليها بروتونات ونيوترونات، تشكل بمجموعها العدد الكتلي، وهو مقارب للوزن الذريّ للذرة، فمثلاً اليود 123 يرمز للعدد الكتلي له 123 الذي يعبر عن نواة فيها 53 بروتوناً و 70 نيوتروناً. ومن المعروف أن الإلكترونات تحمل شحنة سالبة في حين تحمل البروتونات شحنة موجبة، أما النيوترونات فتكون متعادلة ولا تحمل أي شحنة.

تعرض المريض للإشعاع المستخدم في الطب النووي أقل بكثير من الأشعة السينية التشخيصية

أشعة (بيتا) تستخدم لعلاج الأمراض في حين تستخدم أشعة (غاما) أو أشعة البوزيترون كوسيلة آمنة في تشخيص الأمراض



صور إشعاعية مختلفة للجسم

يطلق على عدد البروتونات مصطلح العدد الذري، وهو الذي يعطي للعنصر وصفه الكيميائي الذي يميزه عن بقية العناصر.

فمثلاً إذا احتوت النواة على بروتون واحد تسمى ذرة الهدروجين، أمّا التي تحتوي على بروتونين فتسمى ذرة الهليوم، والتي تحتوي على 53 بروتوناً تسمى ذرة اليود. وقد رتبت العناصر الكيماوية تبعاً لعدد البروتونات والنيوترونات في جدول خاص أطلق عليه الجدول الدوري.

● النظائر الخاملة والانتقالية:

النظائر عناصر تحتوي أنويتها على عدد البروتونات نفسه، أي إنّ لها الصفات الكيميائية نفسها، لكن تختلف في عدد النيوترونات، أي إنها تختلف في بعض وظائفها الفيزيائية. فالعنصر الذي لا يتغير مع الزمن يسمى بالنظير الخامل أو غير المشع، أمّا العنصر الذي يفقد جزءاً من مكونات ذراته أو طاقته مع الزمن فيطلق عليه النظير الانتقالي أو المشع. وعلى سبيل المثال فإنّ هناك عدة نظائر لمادة اليود كما في الجدول التالي تحتوي أنويتها على عدد ثابت من البروتونات وأعداد مختلفة من النيوترونات:

النظير	عدد النيوترونات	عدد البروتونات
اليـود 123 المشع	70	53
اليـود 125 المشع	72	53
اليود 127 الخامل	74	53
اليـود 131 المشع	78	53

● **الإشعاعات النووية:**

النشـاط الإشـعـاعي للمـواد المشـعـة هو التـحلل الذاتي لنواة ذرة النظائر المشـعـة خلال فترة زمنية، ويتم من خلاله تبدل بين مكونات نواة الذرة أو فـقـد لجـزء من طاقـتـهـا، مـا يؤدي إلى إطلاق إشـعـاعـات نووية على شكل جسيمات مادية أو طاقة نووية (أشعة كهرمغنطيسية) تقذف خارج النواة. هذه الإشعاعات النووية هي الوسيلة التي تستـخـدم في الطب النووي لتقـديم أغراض طبية سواء تشخيصية أو علاجية.

هناك أربعة أنواع من الإشعاعات النووية التي يمكن استخدامها لغرض طبي:

1 - أشـعـة ألفـا: هي مكونة من أربعـة جسـيـمات (بروتونان + نيـوترونان). وهي تعـتـبـر كتلياً ثقيلة مـقـارنة بالإشـعـاعـات النووية الأخرى، لذا فـهي تسـيـر مسـافـة قصـيـرة جداً خـارج النواة وطاقتـهـا عـالية وتؤدي إلى تأثيـرات بيولوجية شـديدة على الخـلايا المتركـزة فيـهـا، وبسبب ذلك فـهي قـادرة على قتل الخـلايا المريضة وتؤدي إلى آثار تدميرية كبيرة على الخلايا الطبيعية المجـاورة لهـا، ولهـذا السـبب من النادر استعمالها في عـلاج الأمـراض لأنّها تؤدي إلى مضاعفات مرضية خطيرة.

2 - أشـعـة بيـتـا: وهي مكوّنة من جسـيم واحد يساوي الإلكترون في الكتلة والشحنة، تخـرج من النواة وتسـيـر مسـافـة أطول من (ألفا) في خط متعرج وطاقتها نسبياً أقل من (ألفـا) وهي قـادرة على إحـداث تغـيـرات بيولوجية معقولة في الخلايا التي تمر من خـلالهـا وتؤدي إلى مـوت هذه الخـلايا. وطاقتها التدميرية معقولة ومناسبة لعلاج الأمراض فلا تترك مضاعفات خطيرة على الجسم، لذا فهي تعتبر الوسيلة الإشعاعية الآمنة لعلاج الأمراض، مثل مادة الفسفور 32 المشع ومادة اليود 131 المشع.

3 - أشـعـة غامـا: هي عـبـارة عن أشـعـة كـهـرمـغنطيـسـيـة؛ أي مـجـال كـهـربائي ومـغنطيـسي تشـبـه إشـعـاعـات الراديو أو التلفزيون أو الضوء، لا ترى بالعين المجردة، وهي سريعة تسير في الهواء بسرعة الضوء لمسـافـات طويلة تبلغ عدة أمـتـار، تستطيع اخـتـراق الجـسم ولا تؤدي إلى تغـيـرات بيـولوجـيـة في خـلايا الجـسم، لأن هذه الأشـعـة المسـتـخـدمـة لغـرض طبي تخـتـار بحيث تكون طاقـتـهـا ضـعـيـفـة. ولما كانت تسـير لمسـافـات طويلة فـإنها لا تحـدث أي آثار تذكـر على الجـسم، ولا تسـتطيع قـتـل الخلايا، لذا فهي وسيلة مناسبة لتشخيص الأمـراض، مـثل مـادة التكنيـزيوم 99 المشع ومادة الغاليوم 67 والثاليوم 201.

4 - أشـعـة البـوزيـتـرون: البـوزيـتـرون هو جـسـيـم يتكون في النواة نتـيـجـة تحـول البـروتون إلى نيـوترون. وهو جسـيم مسـاو للإلكترون في الكتلة والشحنة، ولكنه يحمل شحنة موجبة، وهو يكتسب طاقة حركية ناتجـة من التحـوّل السـابق، حيث يقـذف

صورة إشعاعية للجسم بالكامل

الأدوية الإشـعـاعـيـة بعـد تحـضـيـرهـا في المخـتـبـر تجـرى عليـهـا اخـتـبـارات مـتـخـصـصـة في الجـودة ولا يـسـمح بإعـطـائـهـا للمـرضى إلا إذا كـانـت نـتـائج الاخـتـبـارات ممتـازة وأثبـتـت أن الدواء المحـضـر ذو جـودة عـالـيـة

تقانات حديثة لا تحمل أي أخطار ممكنة على صحة الإنسان

خارج النواة وينجذب نحو أحد الإلكترونات في المدارات الخارجية، بحكم اختلاف شحنة الاثنين ويتحدان ومن ثم يختفيان كجسيمات مادية ويتحولان إلى زوج من أشعة (غاما) تكون طاقة كل منهما511 كيلوإلكترون فلط، وتحمل الخصائص نفسها المذكورة آنفاً.

لذا فإن أشعة البوزيترون بتحولاتها إلى أشعة (غاما) تستخدم كوسيلة آمنة في تشخيص الأمراض. أمّا المواد المشعة التي تصدر البوزيترونات فتصنّع في المسرّع (المعجل) الدائري الطبي، لذا فهي غالية نسبياً مثل الكربون 11 والنتروجين13 والأكسجين 15والفلور 18.

وإذا نظرنا إلى هذه المواد نرى أنها تدخل في تركيب العناصر الغذائية الرئيسية لخلايا الجسم (السكريات والدهون والبروتينات)، لذا يمكن إضافتها إلى هذه العناصر وبالتالي تصبح مشعة تتركز في خلايا الجسم ضمن العمليات الكيميائية الحيوية (الأيض)، وبالتالي تستطيع أن تعكس التغيرات الوظيفية والحيوية التي تحدث في العضو المراد تصويره نتيجة المرض.

وخلاصة القول إن أشعة (بيتا) تستخدم لعلاج الأمراض في حين تستخدم أشعة (غاما) أو أشعة البوزيترون كوسيلة آمنة في تشخيص الأمراض.

● الأدوية الإشعاعية:

عرفنا أن المواد المشعة يمكن استخدامها لتشخيص أو علاج الأمراض، ولكن عند استخدامها على المريض يجب أن تذهب إلى العضو المراد تصويره أو علاجه فقط.

وفي الواقع فإن هذا لا يحدث، فالمواد المشعة تذهب إلى أمكنة محددة في الجسم حسب طبيعتها الكيميائية، وحسب وظيفة العضو. فعلى سبيل المثال إذا استخدمنا مادة التكنيزيوم 99 المشع، فهي تذهب في الجسم إلى المخ والغدة الدرقية والمعدة، وهكذا يمكن تصوير هذه الأعضاء دون أية مشكلة، أمّا إذا أردنا تصوير القلب أو الكلى أو العظام فلا نستطيع تصويرها باستعمال هذه المادة.

لذا في هذه الحالة إمّا أن نستخدم مادة مشعة أخرى تتركز في هذه الأعضاء أو نحضر دواء إشعاعياً يتم توجيهه إلى هذه الأعضاء.

المواد المشعة يمكن استخدامها لتشخيص الأمراض أو علاجها

والدواء الإشعاعي مركب كيميائي يحضر في المختبر الحار، يتكون من مادتين، إحداهما مشعّة تعطي القوة النووية اللازمة للتشخيص أو العلاج، والأخرى مادة خاملة غير مشعة، تتحد مع المادة المشعة ويكون لها القدرة على نقل المادة المشعة إلى العضو المراد تشخيصه أو علاجه دون غيره من الأعضاء. فمثلاً مادة التكنيزيوم 99 المشع تستطيع الاتحاد مع المادة الخاملة (الفسفونيت الثنائية)، وتكون دواء إشعاعياً خاصاً بالعظام، فمادة الفسفونيت الثنائية مهمتها نقل المادة المشعة إلى العظام، في حين أن التكنيزيوم 99 المشع يعطي عند وصوله للعظام أشعة (غاما)، التي يمكن تصويرها بحيث تعطي صورة عن وظيفة العظام. وهناك مواد خاملة متعددة يمكن أن تتحد مع مادة التكنيزيوم 99 المشع، وبالتالي تصوير الأعضاء المختلفة كالقلب والرئة والكلى وغيرها.

والفكرة السابقة نفسها تطبق على المواد الإشعاعية الأخرى التشخيصية والعلاجية.

والدواء الإشعاعي له أهمية كبرى في إعطاء الجرعة المناسبة للتشخيص أو العلاج مع تقليل تعرض الأعضاء الأخرى للإشعاع ، وبالتالي تصبح صورة العضو واضحة ودقيقة وكذلك العلاج محصوراً بالعضو المراد علاجه، ما يؤدي إلى تفادي أي آثار جانبية على الأعضاء السليمة.

والأدوية الإشعاعية يجرى عليها بعد تحضيرها في المختبر اختبارات متخصصة في الجودة إذ لا يسمح بإعطائها للمرضى إلا إذا كانت نتائج الاختبارات ممتازة وأثبتت أن الدواء المحضر ذو جودة عالية.

● الجرعات الإشعاعية:

قد تطرح أسئلة حول كمية المادة المشعة التي يسمح بإعطائها للمرضى، وهل هناك وحدات خاصة لقياس الجرعة المناسبة؟ وكيف يمكن التأكد من ذلك؟

إن جرعة المواد الإشعاعية تختلف من مريض إلى آخر، فهي تعتمد على عمر المريض ووزنه وعلى طاقة المادة المشعة ومدى تركيزها في العضو، وعلى المدة الزمنية التي تبقى بها المادة مشعة داخل الجسم. فمثلاً إن الأطفال يحتاجون إلى جرعات أقل من الكبار، والرجل السمين يحتاج إلى جرعة أكبر من النحيف.

ولتحديد كمية الجرعة المناسبة هناك وحدات خاصة لقياس النشاط الإشعاعي للمواد المشعة تعرف بوحدة كيوري أو وحدة البيكوريل.

وحدة كيوري هي كمية النشاط الإشعاعي الصادرة عن (1) غرام من الراديوم خلال ثانية واحدة، أما وحدة البيكوريل فهي كمية النشاط الإشعاعي

الصادرة عن ذرة واحدة مشعة خلال ثانية واحدة.

ويقاس النشاط الإشعاعي للمواد أو الأدوية الإشعاعية مقارنة بهذه الوحدات بواسطة جهاز خاص يكشف عن الأشعة يطلق عليه جهاز معيار الجرعات، يحدد قوة النشاط الإشعاعي لها، ويقارنها بإحدى هذه الوحدات، وبالتالي يحدد كميتها. ونظراً لأن كمية المواد التي تعطى للتشخيص قليلة جداً فإنّ الجرعات في معظمها لا تتجاوز 30 ملي كيوري (الملي=1/1000).

كواشف الإشعاعات النووية

ولا بد من التأكيد أن المواد الطبية المشعة ليس لها خاصية من خواص الانفجار النووي وإنما هي شفافة بلا لون ولا طعم ولا رائحة، ولا يمكن تمييزها عن الماء. فهي تعطي أشعة (غاما) التي هي عبارة عن مجال كهرمغنطيسي، لا ترى بالعين المجردة وإنما يمكن الكشف عنها بواسطة أجهزة خاصة تستطيع تحويلها إلى تيار كهربائي أو ومضات ضوئية، ومن ثم يمكن تحويلها إلى صوت أو صورة أو قراءة عددية مثلها مثل أشعة الراديو التي تحتاج إلى جهاز المذياع الذي يحولها إلى صوت، وكذلك أشعة التلفزيون التي تحتاج إلى جهاز التلفزيون الذي يحولها إلى صوت وصورة.

وللكشف عن أشعة (غاما) فإن هذه الأشعة تمرر في وسط مادي تؤثر فيه وتؤدي إلى تهيج ذرات الوسط أو تأيّنها. وسوف نستعرض الأفكار الرئيسية عن طرق الكشف عن أشعة (غاما) دون الدخول في تفاصيل لا تتعلق بغير المتخصصين.

● الكواشف الغازية لأشعة (غاما):

إذا مرت حزمة من أشعة (غاما) في وسط غازي فإنها تؤين الغاز، أي تفقد ذراته إلكتروناً، وتصبح موجبة الشحنة، فإذا وضعنا الغاز بين قطبين لدائرة كهربائية فإن الذرات المتأينة الموجبة تتجه نحو القطب السالب، والإلكترونات تتجه نحو القطب الموجب، ومن ثم يمر تيار كهربائي يتناسب مع كمية الذرات المتأينة، ومن ثم مع كمية أشعة (غاما) المارة

المواد الطبية المشعّة ليس لها خاصية من خواص الانفجار النووي وهي شفافة بلا لون وطعم ورائحة ولا يمكن تمييزها عن شكل الماء

بالوسط، أي باختصار تم تحويل أشعة (غاما) إلى تيار كهربائي تتناسب قوته طردياً مع أشعة (غاما).

وهذا التيار يمكن معايرته لأغراض متعددة:

1) قراءة عددية لمقدار أشعة (غاما) بالوحدات المذكورة آنفاً، وحدة الكيوري أو أحد أجزائها (الملي كيوري 1/1000 أو النانو كيوري 1/1000000) أو بالوحدة الأخرى البيكوريل أو أحد مضاعفاته (الكيلوبيكوريل أو ميغابيكوريل). ويستعمل جهاز معايرة الجرعات لهذا الغرض.

2) قراءة عددية لمقدار أشعة (غاما) بوحدات الرونتجن أو أجزائه أو صوت مختلف الشدة والقوة حسب مقدار أشعة غاما. ويستخدم جهاز عداد جيجر مولر لهذا الهدف للكشف عن التلوث الإشعاعي الذي يستخدمه مسؤولو الوقاية للإشعاع، وكذلك جهاز التنبيه الإشعاعي في المختبر الحار للتنبيه من زيادة التعرض للإشعاع كوقاية للعاملين في الصيدلية الإشعاعية.

● الكواشف الومضية (الضوئية):

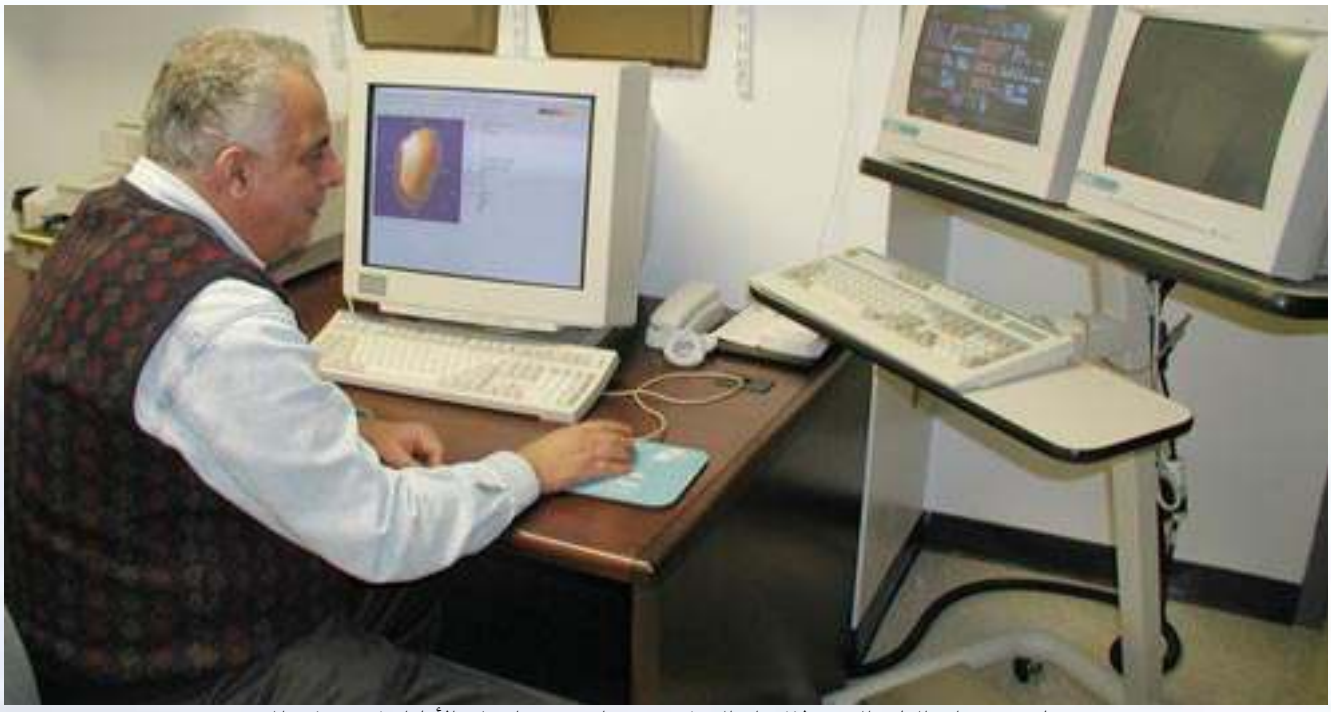
إذا مرت حزمة من أشعة (غاما) في وسط صلب مثل بلورة يوديد الصوديوم فإنها تؤدي إلى تهيج (اهتزاز) ذراته ما يؤدي إلى اضطراب في التنظيم الطبيعي للإلكترونات في الذرة وتصبح الذرة في حالة عدم استقرار وتهيج. وعند عودة الذرات إلى وضعها الطبيعي المستقر فإنها تفقد جزءاً من طاقتها على شكل موجات ومضية (ضوئية) لحظية تتناسب شدتها مع كمية أشعة غاما المارة في البلورة. هذه الموجات الضوئية تكون خافتة ومقدارها قليلاً، لذا يجب تضخيمها لتصبح ضوءاً قوياً بحيث يمكن عدها أو توجيهها إلى فيلم أو شاشة حاسوب لتصويرها مثلها مثل التصوير الفوتوغرافي العادي. لذا فإن الحزم الضوئية الخافتة يتم تحويلها إلى جهاز تضخيم الفوتونات الذي يستطيع تحويل الضوء إلى تيار كهربائي ضعيف، يتم تضخيمه إلى تيار قوي خلال تمريره بدائرة لفرق جهد عال تعمل على زيادة عدد الإلكترونات إلى آلاف المرات، ومن ثم يصبح التيار الكهربائي قوياً. ثم بعد ذلك يمكن من خلال دائرة إلكترونية أخرى تحويل موجات التيار القوي إلى حزم من الضوء القوي الذي تعتمد قوته على كمية أشعة غاما المارة في البلورة فإذا زادت هذه الأشعة زادت قوة الضوء وإذا قلت قل الضوء. وإذا انعدمت أشعة (غاما) لا تتكون أي شحنة ضوئية. وهذا الضوء يمكن استخدامه للأهداف التالية:

1) عد الحزم الضوئية القوية خلال فترات زمنية محددة ما يعكس مقدار أشعة (غاما) التي استطاعت أن تؤثر في البلورة والتي وصلت إليها من العضو المراد اختباره وتعكس مقدار وظيفته. فإذا كانت وظيفة العضو طبيعية تعطي قراءات في الحدود المتوقعة الطبيعية أما إذا كان هناك نشاط زائد في العضو فإن القراءات تكون عالية، والعكس صحيح إذا كان العضو ذا نشاط ضعيف أو لا يعمل فإن مستوى القراءات يكون أقل من المستوى الطبيعي أو صفراً.

والجهاز الذي يستعمل لهذا الهدف يسمى جهاز عداد الأشعة ويستخدم لمعرفة نشاط الأعضاء مثل نشاط الغدة الدرقية في التسمم وسرطانات الغدة الدرقية ونشاط الطحال والكبد في أمراض تكسر الدم وغيرها.

2) توجيه الضوء القوي إلى فيلم بولاروید أو فيلم أشعة عادي أو إلى شاشة الحاسوب التي تعطي صورة للعضو المراد تشخيصه. ففي هذه التقنية يعكس الضوء المضخم كل نقطة من العضو تبعاً لنشاط نقاط العضو التي تتركز فيه المواد المشعة حسب هذا النشاط، والتي تبث حزماً من أشعة (غاما) مختلفة في الكمية حسب نشاط هذه الأمكنة في العضو، والتي تعطي في النهاية حزماً ضوئية مضخمة مختلفة تتناسب طردياً مع كمية أشعة (غاما) الصادرة عن الأمكنة المختلفة في العضو، ومن ثم تتكون صورة للعضو تبين المناطق السليمة والمصابة بالمرض ما يسهل عملية تشخيص المرض.

والجهاز الذي يستعمل لهذه الأهداف



معظم فحوصات الطب النووي لاتحتاج إلى تحضير خاص وتسهل على الأطباء تحديد نوع المرض

التشخيصية يسمى جهاز كاميرا تصوير أشعة (غاما) وكذلك جهاز التصوير (البوزيتروني).

● كيفية عمل فحوصات الطب النووي:

معظم فحوصات الطب النووي لا تحتاج إلى تحضير خاص، وليست مؤلمة ولا تحتاج إلى تخدير موضعي أو عام، وبعضها قد يحتاج لتناول مزيد من السوائل أو أن يكون المريض صائماً لعدة ساعات قبل الفحص. يتم تحديد نوع الفحص من قبل أطباء متخصصين بالطب النووي، ثم يقوم الصيدلي المسؤول في المختبر الحار بتحضير الدواء الإشعاعي وقياس الجرعة المناسبة للمريض وعمل جميع اختبارات الجودة قبل إعطائها للمريض. ثم يقوم الطبيب المختص بإعطاء الدواء الإشعاعي بالفم أو عن طريق الحقن بالوريد. وفي كلتا الحالتين يصل الدواء إلى الدم الذي ينقله إلى العضو المراد معرفة نشاطه أو تصويره، حيث يتركز الدواء في العضو حسب وظيفة وحيوية أمكنة العضو. وهكذا يبث العضو حزماً من أشعة (غاما) تزيد أو تقل حسب تأثر العضو بالمرض. يذهب المريض إلى غرفة الفحص مباشرة أو بعد فترة زمنية محددة حيث يقوم المتخصصون بأجهزة الكشف الومضية لأشعة (غاما) بتسجيل مقدار نشاط العضو أو تصويره وعرض الصور على الأفلام أو شاشة الحاسوب ومن ثم يقوم الطبيب المختص بكتابة التقارير الطبية التشخيصية عن المرض.

الحاسوب والتطورات الحديثة

تطور الطب النووي في السنوات الثلاثين السابقة وأصبح أداة مهمة في تشخيص العديد من الأمراض، مثل أمراض الأطفال والقلب والسرطان والغدد الصماء والكبد والأمعاء والأجهزة العصبية والبولية والرئوية والمرارية وغيرها من الأجهزة الأخرى، وقد ساعد على ذلك:

- اكتشاف الأدوية الإشعاعية التي توجه إلى العضو المراد تشخيصه أو علاجه والتي شرحناها آنفاً.
- تطور أجهزة الكشف والتصوير لأشعة (غاما)، وخاصة اكتشاف الكواشف الومضية التي حولت أشعة (غاما) غير المرئية إلى ضوء، ما جعل تصويرها يشبه إلى حد ما التصوير الفوتوغرافي العادي. هذا إضافة إلى إمكانية أخذ صورتين أو ثلاث للعضو من خلال كاميرات ذات رأسين أو ثلاثة رؤوس، التي تحتوي كل منها على كاشف ومضي يسمح بأخذ عدة صور في آن واحد، ما يوفر الوقت ويقلل مدة الفحص إلى النصف أو الثلث.
- اكتشاف الحاسوب ووصله بكاميرات التصوير أدى إلى نقلة نوعية في التصوير، فالحاسوب ساعد في النواحي التالية:

1. تخزين المعلومات وصور الأعضاء:

يمكن تخزين المعلومات عن العضو المصور في ذاكرة الحاسوب واسترجاعها في أي وقت، وهذا ساعد على مقارنة الفحوصات المتتالية للمريض قبل العلاج وبعده، ما أدى إلى معرفة مدى نجاح العلاج وهل يجب الاستمرار في العلاج نفسه، أو تغيير العلاج إذا ثبت فشله أو إيقافه عند الشفاء التام.

2. التصوير الحركي السينمائي:

استطاع الحاسوب أن يجمع معلومات صورية عن المريض في وقت قصير وأمكن أخذ صور للعضو متتابعة وسريعة في وقت أقل من أجزاء الثانية، وهذا أدى إلى إمكانية التصوير الحركي السينمائي لوظيفة العضو. فمثلاً أصبح بالإمكان تصوير دخول الدم إلى الكلى من خلال أخذ صور سريعة للكلى، كل واحدة لمدة 3 ثوان ومن ثم عرضها على الشاشة بالتتابع كصور سينمائية توضح وصول الدم إلى الكلى ومعرفة آلية تكوين البول وإفرازه من الكلى، وهذا

ساعد على تشخيص العديد من أمراض الكلى كالانسداد البولي. بالطريقة نفسها يمكن رؤية الدم في تجاويف القلب وعرض عملية ضخ الدم من القلب، وكذلك عرض عملية تكوين ومسار العصارات المرارية ابتداءً من الكبد إلى القنوات المرارية ومن ثم إفرازها إلى الأمعاء الدقيقة.

3. التصوير الطبقي:

في هذا التصوير تؤخذ عدة صور للعضو من عدة اتجاهات حول العضو بدائرة 360 درجة، ثم تحفظ هذه الصور في ذاكرة الحاسوب ويتم تجميعها، بحيث تتكون معلومات عن العضو المصور وكأنه صورة مجسمة بالأبعاد الثلاثية (الطول والعرض والارتفاع) للعضو. ولما كانت العين لا تستطيع رؤية الصور المجسمة إلا من خلال نظارات خاصة لذا يقوم الحاسوب بعرض الصور على الشاشة كصور طبقية وكأنه يقطع العضو إلى شرائح طبقية في الاتجاهات الثلاثة ويعرضها على الشاشة، ما يعطي معلومات دقيقة واضحة عن جميع تفاصيل العضو، ومدى إصابة أجزائه في المرض، وهذا له أهمية كبرى في تشخيص العديد من الأمراض وخاصة أمراض شرايين وجلطات القلب وأمراض المخ والسرطان وغيرها.

4. بيانات عددية عن كفاءة وظيفة العضو:

تمكن الحاسوب من خلال التصوير الحركي من تحديد أمكنة محددة في العضو من خلال رسم حدود للمكان المطلوب معرفة التغيرات فيه وذلك خلال فترة زمنية محددة، وبالتالي مقارنة التغيرات التي تحدث فيه ووضعها على شكل قراءات عددية، وهذا يفيد في معرفة مقدار وظيفة العضو التي تبين سلامة العضو ومقدار أثر المرض أو الدواء على وظيفة العضو ومن ثم يحدد التشخيص والعلاج المناسب. فمثلاً يمكن معرفة قوة ضخ عضلة القلب للدم ومدى تحملها للعلاج الكيميائي للسرطان. وبالطريقة نفسها يمكن معرفة مقدار فلترة البول في الكلى ومقدار انقباض الحويصلة المرارية ومقدار الدم الواصل إلى المخ وغير ذلك.

5. جمع صور المسح النووي مع الصور المقطعية بالأشعة السينية:

مع تطور التقنيات الحديثة تم صنع جهاز يصور العضو بأشعة (غاما) كمسح نووي، وفي الوقت نفسه بالأشعة السينية كصور طبقية. يقوم الحاسوب المتصل بهذا الجهاز بتركيب صورة المسح النووي على الصورة المقطعية السينية، وهكذا تتم معرفة مكان الخلل في العضو ومدى تدميره للبنية التشريحية، وفي الوقت نفسه يتم توضيح حدود الخلايا الحية المتبقية هناك. يستخدم هذا الجهاز في الأمراض السرطانية لتقييم آثار المرض بعد المعالجة الطبية كإجراء العمليات الجراحية أو تلقي العلاج المناسب كالعلاج الإشعاعي أو الكيميائي. وهو يساعد الطبيب على التمييز بين بقايا المرض أو ارتداده وبين التليّفات أو التهتكات التي تحدث في أنسجة العضو بعد المعالجة الطبية التي تعني شفاءه. وهكذا يختار الطبيب المعالج الاستمرار في العلاج أو تغيره إذا ثبت وجود بقايا أو ارتداد في المرض السرطاني.

ضرورة طبية حتمية

لم يكن يخطر على بال العالم الفرنسي هنري بيكوريل والعالمة البولندية الأصل ماري كوري أن اكتشافهما للنشاط الإشعاعي سوف يؤدي إلى استخدامه في المجال الطبي. فقد تطورت تقنيات الطب النووي خلال القرن الماضي تطوراً مذهلاً، ومع اكتشاف الحاسوب وتطوره دخل الطب النووي جميع المجالات الطبية كتشخيص وعلاج للعديد من أمراض الأطفال والقلب والسرطان والأعصاب والرئة والأوعية الدموية والغدد الصماء وغيرها، وأصبح وجود هذا التخصص من ضروريات أي مستشفى أو مركز طبي.

سلامة الطب النووي

تعتبر فحوصات الطب النووي آمنة وغير ضارة، فعند تحضير المواد المشعة في المصنع تُفحص في مختبرات خاصة للتأكد من سلامة فصلها ونقاوتها وخلوها من أي شوائب نووية أو ميكروبية ضارة على جسم الإنسان. وتوضع هذه المواد في عبوات خاصة من الرصاص يسهل حملها ونقلها من مكان إلى آخر دون أي خطورة. وبعد وصول هذه المواد إلى قسم الطب النووي يقوم مسؤول المختبر الحار بإجراء تحديد العينات والتأكد من معدل الجرعة ومدى كفاءة اتحادها بالمادة الناقلة. ولكل فحص جرعة محددة مسموح بها عالمياً تحكمها قوانين خاصة بالوقاية من الإشعاع لحماية المريض والعاملين والمجتمع بصورة عامة. والمادة المُشعة التي تُعطى للمريض تبقى مدة قصيرة في جسم المريض، ويُطرد كميات كبيرة منها عن طريق البول والبراز والعرق والتنفس إضافة إلى كونها تتحلل فيزيائياً حسب فترة نصف العمر لكل مادة. ولا تؤثر المواد المُشعة على مرافقي المريض أو العاملين في الطب النووي، لهذا فليس هناك أي داع لعزل المريض خلال الفحص أو أن يرتدي العاملون الرداء الرصاصي كما هو معروف في فحوصات الأشعة السينية.

كذلك هناك أبحاث واختبارات متعددة أجريت على الحيوانات والبشر للتأكد من السلامة الطبية لهذه المواد قبل السماح باستعمالها الروتيني للمرضى.

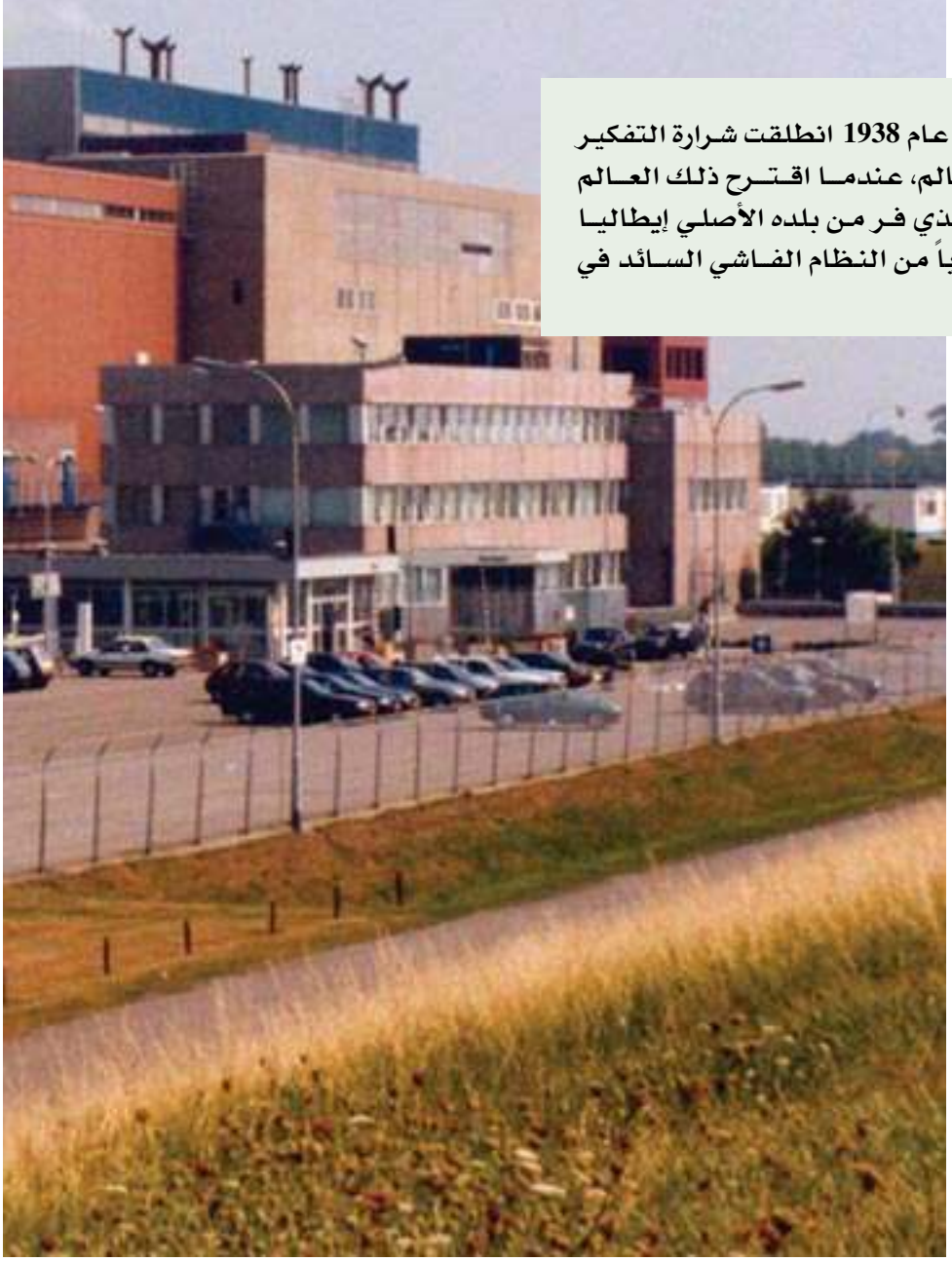
فمنذ اكتشاف الطب النووي في بداية القرن الماضي وحتى الآن لم تسجل أي مضاعفات يتخوفها العامة من المواد الإشعاعية كنشوء السرطان أو حدوث التشوهات الخلقية أو تساقط الشعر أو حدوث أي هبوط في خلايا الدم أو مشكلات في الجهاز الهضمي وغيرها. لذا فقد سمح بإعطاء هذه المواد لجميع الأطفال والرضع الحديثي الولادة وللحوامل والمرضعات. وأحب أن أطمئن النساء الحوامل إلى أنه ليس هناك دليل على أن هذه المواد تؤثر على الجنين أو تؤذيه، وكذلك يمكن للنساء المرضعات عمل الفحص دون أي ضرر على الطفل الرضيع، إلا أنه يُنصح بإيقاف الرضاعة لمدة يوم أو يومين و من ثم تتابع الرضاعة بصورة عادية.

أما الحالات التي تُعالج بالمواد المُشعة فيتم التأكد من عدم وجود حمل قبل بدء العلاج، و قد يحتاج المريض إلى عزل في بعض الحالات لمدة قصيرة جداً مثل علاج سرطان الغدة الدرقية، و تنصح المريضة كذلك بالامتناع عن الحمل لعدة أشهر بعد العلاج.

المفاعلات النووية

تاريخها.. أنواعها.. وسائل الأمان فيها

م. محمد القطان



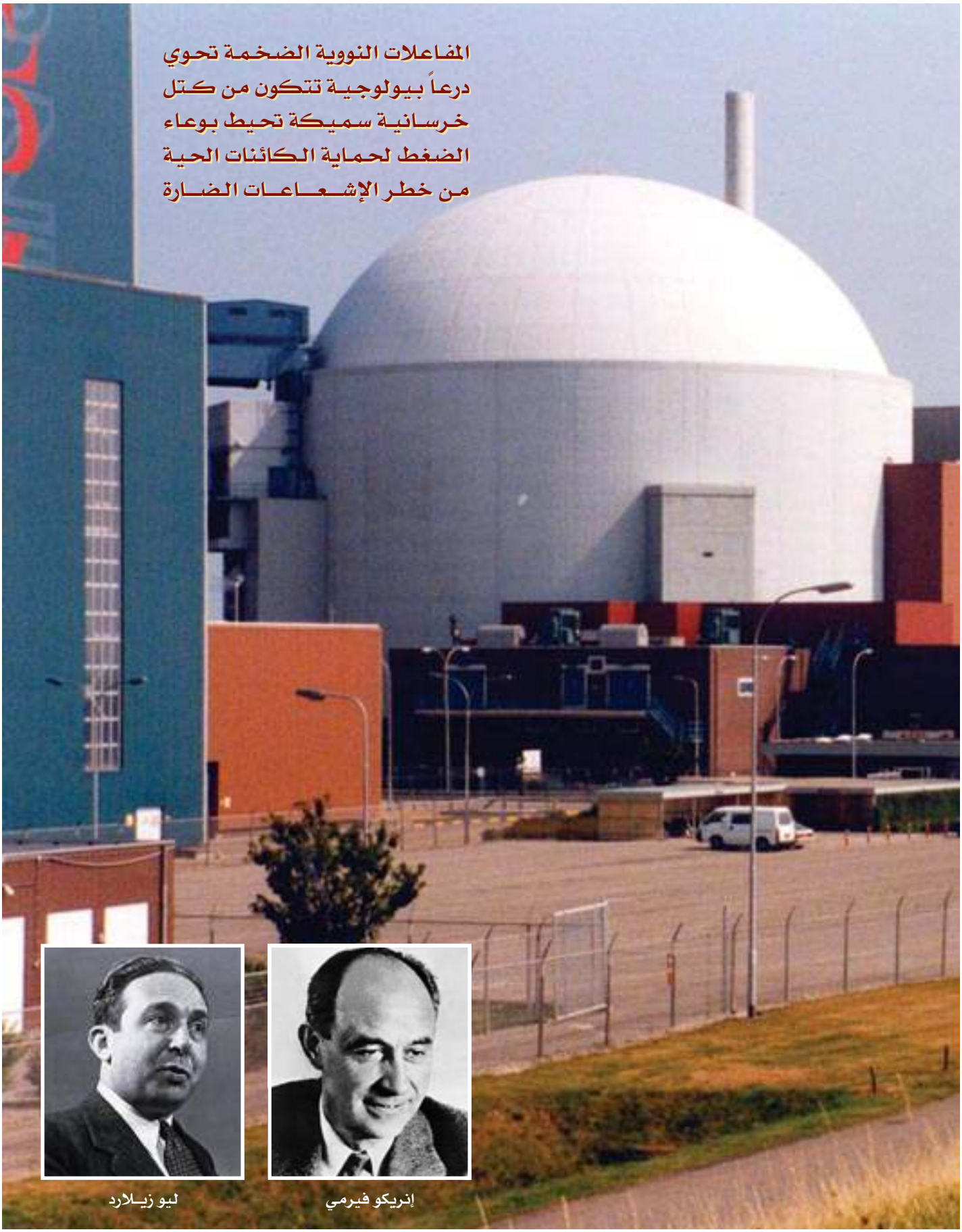
قبل نحو 70 عاماً، وبالتحديد في عام 1938 انطلقت شرارة التفكير بإنشاء أول مفاعل نووي في العالم، عندما اقترح ذلك العالم الفيزيائي الفذ إنريكو فيرمي الذي فر من بلده الأصلي إيطاليا واستقر في الولايات المتحدة، هرباً من النظام الفاشي السائد في إيطاليا حينذاك.

وفيرمي هو صاحب الإنجازات الكبرى في عالم الطاقة النووية - إن صحت التسمية - لكنه لم يكن يتخيل أن إنجازاته الفذة وإبداعاته العلمية ستحمل معها وبالاً كبيراً على البشرية فيما بعد، ولاسيما حين رأى تلك الكارثة العالمية المتمثلة بالقنبلتين الذريتين اللتين ألقي بهما على اليابان في نهاية الحرب العالمية الثانية.

وفي الولايات المتحدة عمل فيرمي مع الفيزيائي الهنغاري الشهير ليو زيلارد Leo Szilard على بناء أول مفاعل نووي في العالم، وتم لهما ما أرادا عام 1942، وكان الغرض الرئيسي من ذلك المفاعل تصنيع أسلحة نووية. وفي عام 1951 تم للمرة الأولى إنتاج الطاقة الكهربائية من مفاعل أيداهو في الولايات المتحدة.

ونظراً للدور المهم الذي تؤديه المفاعلات في مجال الطاقة النووية؛ وجب التعرف إلى عملها وتركيبها ووظائفها وأنواعها وأجهزة الأمان الموجودة فيها، إضافة إلى الملوثات الضارة الناتجة منها وعلاقتها بالبيئة والنفايات.

المفاعلات النووية الضخمة تحوي درعاً بيولوجية تتكون من كتل خرسانية سميكة تحيط بوعاء الضغط لحماية الكائنات الحية من خطر الإشعاعات الضارة



ليو زيلارد

إنريكو فيرمي

فـيـرمي صـاحب الإنجـازات الكبـرى في عـالم الطاقـة لم يكن يتـخيـل أن إنجـازاته الفـذة وإبداعاته العلمية ستحمل معها وبـالاً كـبـيـراً على البـشـريـة

والمفاعلات النووية هي منشآت ضخمة يتم فيها السيطرة على عملية الانشطار النووي والتحكم فيها، حيث يتم الاحتفاظ بالأجواء المناسبة لاستمرار عملية الانشطار النووي دون وقوع انفجارات أثناء الانشطارات المتسلسلة.

تستخدم المفاعلات النووية بصورة أساسية لإنتاج الطاقة الكهربائية وتصنيع الأسلحة النووية وإزالة الأملاح والمعادن الأخرى من الماء للحصول على الماء النقي، وتحويل عناصر كيميائية معينة إلى عناصر أخرى، والحصول على نظائر عناصر كيميائية ذات فعالية إشعاعية إضافة إلى غايات أخرى.

درع بيولوجية

وعادة ما يرى المرء تلك المفاعلات النووية الضخمة التي تحيط بها درع بيولوجية، ويرى الأبخرة المتصاعدة منها إضافة إلى مصادر المياه القريبة منها كالأنهار والبحيرات.

وهذه الدرع تتكون من كتل خرسانية سميكة تحيط بوعاء الضغط (الذي يحتوي على القلب وعلى قنوات تمرر مادة تبريد المفاعلات، ويبطن بألواح من الفولاذ لمنع التسربات النووية). ومهمة هذه الدرع تأمين الحماية للكائنات الحية من الأشعة، حيث تمتص الخرسانة أشعة غاما والأشعة النيوترونية المتسربة من وعاء الضغط.

أجزاء المفاعل

يتكون أي مفاعل نووي من الأجزاء التالية:

- مركز (قلب) المفاعل، وهو الجزء الذي يتم فيه سلسلة عمليات الانشطار النووي. وفي القلب تتولد الحرارة بواسطة الوقود النووي، ويحمل الماء أو

الانشطار النووي يحدث بسرعة هائلة في حالة تفجير سلاح نووي

نبذة تاريخية

بُني أول مفاعل نووي قائم على التفاعل المتسلسل في الثاني من ديسمبر 1942 في جامعة شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية. وأشرف على بناء ذلك المفاعل وتشغيله عالم الفيزياء الإيطالي إنريكو فيرمي. وتكوّن هذا المفاعل من كومة كبيرة من كتل الغرافيت وكتل من فلز اليورانيوم.

وبعد نجاح مفاعل فيرمي النووي حاول عدد آخر من علماء الفيزياء في الولايات المتحدة الأمريكية تطوير مفاعلات أكبر حجماً؛ لاستخدامها في أغراض وتطبيقات مختلفة.

وبني أول مفاعل مولد تجريبي في عام 1951، في محطة اختبار المفاعلات الوطنية التي تعرف حالياً باسم مختبر إيداهو الوطني للهندسة. ويقع ذلك المختبر بالقرب من شلالات إيداهو، بالولايات المتحدة الأمريكية.

وفي عام 1954 دشنت البحرية الأمريكية أول غواصة تعمل بالطاقة النووية، أطلق عليها اسم نوتلس. وفي عام 1955 تم توليد الكهرباء للاستخدامات المنزلية لأول مرة من مفاعل نووي أُقيم في المحطة الوطنية لاختبارات المفاعلات، ولكن كانت كميات الكهرباء المتولدة محدودة.

وأنشأ فريق من المهندسين والعلماء البريطانيين في عام 1956 أول وأضخم محطة نووية في العالم لتوليد الكهرباء.

الخوف من الانفجارات النووية إحساس يتملك العالم

نظام الأمان

يتألف نظام الأمان في المفاعلات النووية من معدات مصممة لمنع وقوع حوادث خطرة. وإحدى معدات نظام الأمان في المفاعلات هي أذرع الأمان، التي تسمح بإغلاق المفاعل بسرعة فائقة عند ظهور أي خطر. وتغمس أذرع الأمان أوتوماتيكيا في قلب المفاعل، عندما يكتشف جهاز إحصاء النيوترونات زيادة غير عادية في معدل الانشطار في المفاعل. وبجانب أذرع الأمان توجد أيضاً معدات أخرى لإغلاق المفاعل في حالة الطوارئ.

ويتكون نظام الأمان في المفاعل من كريات دقيقة من أكسيد السمريوم، وهو مركب من السمريوم والأكسجين. وعند حدوث أي طارئ تسقط هذه الكريات أوتوماتيكياً بسرعة إلى قلب المفاعل، وبمجرد وصولها إلى القلب تمتص كمية كبيرة من النيوترونات تكفي لتوقف التفاعل المتسلسل تماماً.

يوجد في معظم المفاعلات النووية أيضاً نظام الطوارئ لتبريد القلب، ويحفظ هذا النظام قلب المفاعل من التسخين المفرط إذا فقد المبرد الأصلي من المفاعل لأي سبب من الأسباب. فمثلاً إذا انفجر أحد أنابيب تبريد الماء المضغوط، يقوم نظام تبريد الطوارئ بغمر قلب المفاعل في الماء آلياً للحد من درجة حرارة قلب المفاعل وبهذا يمنع انصهار الوقود النووي.

يؤدي انصهار الوقود النووي إلى انبعاث كمية ضخمة من المواد المشعة الشديدة الخطورة من المفاعل إلى الجو المحيط. ولمنع تسرّب المواد ذات النشاط الإشعاعي إلى المناطق المحيطة بالمفاعل، تُحاط معظم إنشاءات المفاعل بأبنية احتواء مانعة للتسرب. ووجود المرشحات والمعدات المشابهة في مباني المفاعلات، يمكنها من اصطياد معظم الجسيمات المشعة، وبهذا يتم التخلص منها حيث لا تنبعث إلى الجو المحيط بالمفاعل. ويساعد وجود حجيرات محكمة الغلق وغير نافذة الهواء - يطلق عليها المسد الهوائي - على مغادرة الفنيين والعاملين بالمفاعل دون أي خوف أو خطر من تلوث الجو خارج المفاعل.

الدرع البيولوجية تحيط بوعاء ضغط يحتوي على القلب ومادة تبريد وألواح من الفولاذ لمنع التسرب

بعض المبردات الأخرى الحرارة إلى الآلات التي تعمل من خلال المفاعل، ويحيط بالقلب وعاء الضغط الذي يحتفظ بالمادة المبردة.

- السائل المتحكم في حرارة المركز، ويستعمل الماء عادة للتحكم في سرعة عمليات الانشطار النووي وكواقٍ من الإشعاع المنبعث من العملية.
- حاويات تحيط بمركز المفاعل والسائل المتحكم في حرارة المركز لمنع تسرب الإشعاعات الناتجة من الانشطار النووي.
- محولات حرارية للتحكم في حرارة السائل المتحكم في حرارة المركز.
- مولدة كهربائية عملاقة.

ويحوي المفاعل قضباناً تسمى قضبان التحكم، ومهمتها تنظيم ما يسمى معدل التفاعل المتسلسل، وتصنع عادة من البورون أو الكادميوم، أو العناصر القادرة على امتصاص النيوترونات دون حدوث أي تغير في المادة الممتصة.

أنواع المفاعلات

تصنف المفاعلات النووية طبقاً لنوع المبرد المستخدم فيها وطريقة استخدام المادة المبردة في المفاعلات.

وفي الولايات المتحدة يطلق على مفاعلات الانشطار النووي مفاعلات الماء الخفيف (light water reactors) عكس مفاعلات الماء الثقيل (heavy water reactors) في كندا.

والماء الخفيف هو الماء العادي الذي يستخدم في المفاعلات الأمريكية كوسيط وكمبرد وإحدى الوسائل للتخلص من الحرارة وتحويلها إلى بخار، ويدير زعانف العنفات (التوربينات) التي تدير مولدات الطاقة الكهربائية.

واستعمال الماء العادي يتطلب تخصيب وقود اليورانيوم لدرجة ما. وكلا النوعين

المفاعلات النووية منشآت ضخمة يتم فيها السيطرة على عملية الانشطار النووي والتحكم فيها حيث يتم الاحتفاظ بالأجواء المناسبة لاستمرار عملية الانشطار دون وقوع انفجار أثناء الانشطارات المتسلسلة

بعض الدمار الذي خلفته حادثة تشرنوبيل

تستخدم المفاعلات لإنتاج الطاقة وتصنيع الأسلحة وإزالة الأملاح والمعادن من الماء للحصول على ماء نقي و تحويل عناصر كيميائية معينة إلى عناصر أخرى والحصول على نظائر ذات فعالية إشعاعية

من المفاعلات التي تعمل بالماء الخفيف، هما مفاعل الماء المضغوط، حيث الماء الذي يسير خلال قلب المفاعل معزول عن العنفات (التوربينات)، ومفاعل الماء المغلي.

مفاعل سيزر

صمم الفيزيائي كلوديو فيلبون في جامعة ميريلاند الأمريكية مفاعل سيزر (CAESAR) المتطور لإنتاج الكهرباء دون التسبب في أي تلوث نووي، أو انتشار الإشعاعات النووية، على العكس من المفاعلات النووية التقليدية التي تدار بأذرع وقود اليورانيوم 238 المزود بنحو 4% من اليورانيوم 235.

وعند اصطدام النيوترون بذرة اليورانيوم 235، تنشطر إلى نويات وتنطلق كمية من الطاقة في شكل حرارة ومزيد من النيوترونات التي تصطدم بالذرات الأخرى. ويتحكم (الوسيط) بإدخاله بين أذرع الوقود ليبطيء بعض النيوترونات لتتحرك ببطء بدرجة كافية لانشطار الذرات، لكن بعد عامين أو ثلاثة من تشغيل المفاعل، تصبح ذرات اليورانيوم 235 الباقية غير كافية، فتظهر الحاجة إلى أذرع وقود جديدة.

ويعتمد مفاعل سيزر على انشطار ذرات اليورانيوم 238 داخل أذرع الوقود بواسطة نيوترونات تتحرك بسرعة مناسبة نتيجة وجود البخار كوسيط في المفاعل، بالتحكم في كثافته بدقة، لإبطاء مرور النيوترونات للحصول على الانشطار المطلوب من ذرة اليورانيوم 238، وحدوث انفجار صغير للطاقة وانطلاق مزيد من النيوترونات التي تدور حتى تصطدم بذرة أخرى من اليورانيوم والقليل من نويات الذرة. والمفاعل سيزر يمكن تشغيله لعقود دون حاجة إلى إعادة تزويده بالوقود.

مفاعلات البحوث

وهناك مفاعلات البحوث، وهي أبسط من مفاعلات الطاقة وتعمل في درجات حرارة ووقود أقل من اليورانيوم العالي التخصيب 20% من اليورانيوم 235، ورغم أن بعضاً من مفاعلات البحوث الأقدم تستخدم 93% من اليورانيوم 235، شأنها شأن مفاعلات الطاقة، فإن قلب مفاعل البحوث يحتاج إلى تبريد، ومهدئ من الماء الثقيل أو بالغرافيت لتهدئة النيوترونات وتعزيز الانشطار.

ومعظم مفاعلات البحوث تحتاج أيضاً إلى عاكس من الغرافيت أو البيريليوم لتخفيض فقدان النيوترونات من قلب المفاعل. وهذه المفاعلات تستخدم للبحث والتدريب واختبار المواد أو إنتاج النظائر المشعة من أجل الاستخدام الطبي والصناعي.

اليورانيوم

تعتمد المفاعلات النووية على اليورانيوم الذي يعد المادة الخام الأساسية للبرامج النووية، المدنية والعسكرية. ويستخلص اليورانيوم من طبقات قريبة من سطح الأرض أو عن طريق التعدين من باطن الأرض. ورغم أن مادة اليورانيوم توجد بشكل طبيعي في أنحاء العالم، فإن القليل منها فقط يوجد بشكل مركز كخام. وحينما تنشطر ذرات معينة من اليورانيوم في تسلسل تفاعلي يسمى الانشطار النووي، وذلك يحدث ببطء في المنشآت النووية، وبسرعة هائلة في حالة تفجير سلاح نووي، فإنه ينجم عن ذلك انطلاق للطاقة وفي الحالتين يتعين التحكم في الانشطار تحكماً بالغاً. واليورانيوم فلز مشع أبيض فضي اللون، وهو مصدر الطاقة المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية في كل محطات الطاقة النووية التجارية الكبيرة. وبإمكان قطعة من اليورانيوم في حجم كرة المضرب إطلاق كمية من الطاقة تساوي كمية الطاقة التي تطلقها حمولة من الفحم الحجري يبلغ وزنها ثلاثة ملايين ضعف وزن قطعة اليورانيوم.

وهذا الفلز هو ثاني أثقل عنصر موجود في الطبيعة بعد البلوتونيوم. ويستغل المهندسون ثقل اليورانيوم في عدد من التطبيقات، ولاسيما في الطائرات والمركبات الفضائية. ويوجد اليورانيوم أساساً في الصخور، ولكن بتركيزات منخفضة جداً. ففي المتوسط، يوجد 26 رطلاً فقط من اليورانيوم في كل مليون رطل من القشرة الأرضية. ويوجد بتركيزات أقل من ذلك في الأنهار والبحيرات والمحيطات وغيرها من الأجسام المائية.

اكتشف الكيميائي الألماني مارتن كلابروث اليورانيوم في عام 1789، حيث وجده في البتشبلند، وهو معدن داكن، أسود مزرق اللون. وقد سمى كلابروث اليورانيوم على اسم كوكب أورانوس، الذي كان قد اكتشف عام 1781. وفي عام 1841 فصل الكيميائي الفرنسي يوجين بليجو اليورانيوم النقي من البتشبلند.

صفحات مطوية.. من تاريخ الطاقة الذرية
وما خفي كان أعظم

بقلم: م. محمد عبد القادر الفقي

علاقة الإنسان بالذرة قديمة تعود إلى عصور ما قبل التاريخ، وقد استدعت هذه الرحلة استنباط عدد من العلوم وأشباه العلوم، بدءاً من الميثولوجيا، وانتهاءً بالكوسمولوجيا، ومروراً بالفلسفة والسيمياء والكيمياء والفيزياء وميكانيكا الكمّ، كما تضمنت هذه الرحلة إجراء آلاف التجارب، بحثاً عن الإكسير الذي يحول النحاس ذهباً، والعجوز الهرِم فتى في عمر الصبا.

كان تنوع المواد سبباً في إثارة العديد من الأسئلة: هل هذا التنوع دليل على اختلاف المصدر، أم أنه يعني اختلاف الأعراض واتحاد الجوهر؟ وهل اختلاف الألوان مرتبط بطبيعة العنصر من داخله، أم أنه ناجم عن تدخل شيء من خارجه؟ وما الذي يجعل الحديد حديداً؟ وما الذي يحيل الماء السائل جليداً؟ وأية قوة تكسبه عند غليانه شكلاً جديداً؟ ولماذا يذهب بخاره في السماء بعيداً؟ ولماذا يحترق الخشب؟ وما الذي يطلق منه اللهب؟ وما هو سرّ النار؟ ومثل هذه الأسئلة كانت تتدافع على الأذهان تترى، والعقول آنذاك كانت في أمرها حيارى! فمن في ذلك الزمان العريق يعرف كنه المادة والطاقة؟ ومن هذا الذي يسبر أغوار ما بينهما من علاقة؟

طاليس والماء

ربما كان فلاسفة آسيا الصغرى هم أول من بحثوا في كنه الذرة، فقد كان الجهد الفلسفي معنياً في البدء باكتشاف الجوهر الأساسي الأوحد للطبيعة، أي البحث عن المادة الأساسية التي تكوّن منها كل ما سواها. وبدأ هذا الجهد على يدي الفيلسوف (طاليس Thales) (546 - 640) ق. م، الذي كان يعتقد أن المادة الخام الرئيسية في الطبيعة لا بد أن تكون مادة واحدة.

وكان يعلّم تلاميذه أن هذه المادة هي الماء، وقد اعتمد في تكوين رأيه هذا على مشاهداته لأحوال الماء، فهو سائل في درجة الحرارة العادية، ثم يستحيل إلى هواء (بالتسخين) أو إلى جليد صلب (بالتبريد). ولما كانت للماء هذه الحالات الثلاث من السيولة والغازية والصلابة،

فمن المنطقي جداً أن يكون مصدر كل الأجسام السائلة أو الغازية أو الصلبة هو الماء، وهذا يعني أنّ الماء يكوِّن كل الأشياء. ولعل أعظم ما حققه (طاليس) هو أنه رفض الآراء المتوارثة القائمة على الميثولوجيا. وبذلك مهّد الطريق لمن جاء بعده، فأصبح تفسير الظواهر الطبيعية يقوم على الاستدلال العقلي المعتمد على الملاحظة.

أناكسيمينيس والهواء

خالف (أناكسيمينيس) Anaximenes (المتوفى عام 480 ق. م.) آراء (طاليس)، فقال إن الهواء (لا الماء) هو الجوهر الأول، وهو المكوّن الرئيسي لكل من الماء والأرض والأحجار. وللبرهان على صحة نظريته كان يقول إنّ الهواء المنفوخ من شفاه مضمومة يصبح بارداً، أما الهواء المنفوخ من فم مفتوح يصير حاراً، بمعنى أنّ الهواء المضغوط يتكثف، أما المتمدد فيتحول إلى نار.

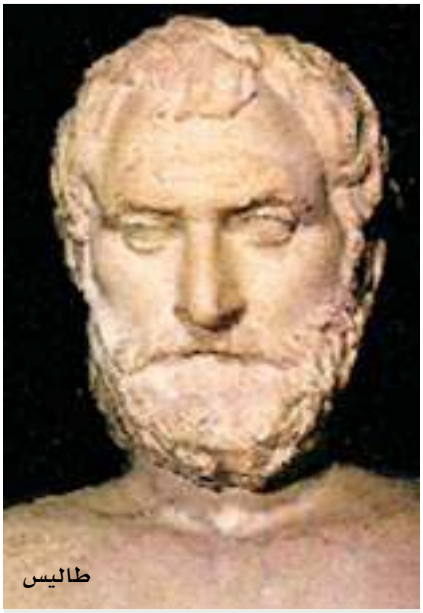
أناكساجوراس وقابلية الانقسام إلى ما لا نهاية

كان (أناكساجوراس) Anazagoras (490-430 ق. م) يؤمن بأنه لا يمكن أن يوجد شيء من العدم. وهو أول من قال بأزلية المادة وسرمديتها، وبأنها لا تفنى. ولهذا نحّى جانبا فكرة البحث عن مادة أولية وحيدة.

وقال أيضاً إن الوجود يتكون من مادة تتكون من خليط من الذرات، وصفها بالعقل الأكبر. وكان (أناكساجوراس) يؤمن بأن كل المواد قابلة للانقسام إلى ما لا نهاية، وأن الأجزاء الصغيرة الناتجة عن الانقسام تحتوي على أجزاء من كل مادة أخرى.

إمبيدوقليس ونظرية العناصر الأربعة للمادة

يُعَدّ إمبيدوقليس Empedocles (430 - 490 ق. م.) من أوائل الفلاسفة الذين قالوا إن الوجود يتكون من أربعة عناصر، وقد سماها الجذور، وهي: النار والهواء والتراب والماء. وفي واقع الأمر، فإنه المؤسس الفعلي لنظرية العناصر الأربعة للمادة، تلك النظرية التي غلبت على التفكير الكيميائي العربي والأوروبي حتى نهاية القرن الثامن عشر الميلادي.


طاليس

ر ا كان فلاسفة آسيا الصغرى أول من بحثوا في كنه الذرة فقد كان الجهد الفلسفي معنياً في البدء باكتشاف الجوهر الأساسي الأوحد للطبيعة أي البحث عن المادة الأساسية التي تكوّن منها كل ما سواها

كان أناكساجوراس يـ من بأن كل المواد قابلة للانقسام إلى ما لا نهاية وأن الأجزاء الصغيرة الناتجة عن الانقسام توي على أجزاء من كل مادة أخرى

وكان (إمبيدوقليس) يرى أنّ مادة الكون تتألف من مجموع هذه العناصر الأربعة، وأنه ليس وراءها شيء أبسط منها، وأن اختلاف أشكال هذه المادة يعود لاختلاف تمازج نسب العناصر الأربعة بعضها ببعض.

ليوسيباس وديموقريطس والمبدأ الذري

عاش ليوسيباس Leucippus في النصف الأول من القرن الخامس قبل الميلاد، ونحن لا نعرف شيئاً عن حياته. وقد أدمجت مؤلفاته فيما يبدو في كتابات تلميذه ديموقريطس Democritus (460-370 ق.م). ويعتبر الاثنان معاً صاحبي فكرة المبدأ الذري atomism الذي يتلخص في أنّ الكون مكوّن من عدد لا نهائي من الدقائق الصغيرة التي تعتبر كل واحدة منها وحدة قائمة بذاتها، بحيث لو قسمنا أية مادة إلى أجزاء عديدة فإننا في نهاية المطاف سوف نصل إلى الجزء الذي لا يتجزأ، وهو الذرة.

وتختلف ذرات كل مادة عن الأخرى شكلاً وحجماً ووزناً، وهذه الذرات تكون في حركة دائمة، وشكلها هو الذي يحدِّد خواص كل مادة على حدة.

أفلاطون وأرسطو

آمن أفلاطون Plato (428-347 ق. م.) بالفكرة العامة القائلة إن كل المواد مصنوعة من نسب مختلفة من العناصر، لكنه طوّر هذه الفكرة بإضافة أنه تحت الظروف المناسبة يمكن لأية مادة أن تتحول إلى مادة أخرى.

وفتح أفلاطون بذلك المجال أمام السيميائيين الذين آمنوا بفكرة تحويل المعادن الخسيسة إلى الذهب، وهو الأمر الذي ظل مسيطراً على أذهان الكيميائيين قرابة ألفي عام.

ومن المؤسف أن أفلاطون كان يؤمن بنظرية العناصر الأربعة للكون، وقد آمن بذلك أيضاً تلميذه أرسطو Aristotle (384 -322 ق. م.) غير أن الأخير أضاف إلى هذه العناصر عنصراً خامساً وهو الأثير، وادعى أن هذا العنصر غير مادي، ورفض أرسطو فكرة أنّ الجسيمات مصنوعة من ذرات وفراغ.

وكان يعلل رفضه بأن الهواء سيندفع ليملأ هذا الفراغ، إن كان هذا الفراغ موجوداً بالفعل.

وقد ذهب أرسطو إلى أبعد من ذلك، فخلع الصفات الحسية (الحرارة والبرودة والجفاف والرطوبة) على العناصر الأربعة.

أبيقور وإمكان تصادم الذرات

كان أبيقور Epicurus/Epicure (341-270) ق.م. يؤمن بخلود المادة. وقد أحيا أبيقور المذهب الذري الذي قال به ليوسيباس وديموقريطس مضيفاً إليه تغييراته الخاصة. فقد أدخل فكرة (الانحراف) الآني (المشروط بظروف داخلية) للذرات عن مسارها، لكي يفسر إمكان تصادم الذرات المتحركة في الفضاء الحاوي بسرعة متساوية.

وذكر أبيقور أن الذرات تتحرك حركة منتظمة في الفراغ بفعل ثقلها، وقال إنها متشابهة إلا في الشكل والثقل والمقدار، وإن الأجسام تتكون عن هذا الاختلاف. وقال إن الأجسام تنحل، ولكن انحلال الأجسام لا يستمر إلى غير نهاية، بل لا بد أن يقف عند حد معين هو الذرة، لأن الذرة لا تقبل الانقسام.

الذرة في كتابات متكلمي الإسلام

يُعَدُّ جابر بن حيان (101 - 197هـ / 712-813م) أول الكيميائيين المسلمين الذين أسهموا بجهودهم في مسيرة الكيمياء بوجه عام، وقد درس جابر ما خلّفه فلاسفة الإغريق، فلم ير من تراثهم من الناحية الكيميائية إلا نظرية أرسطو عن تكوين الفلزات. وأجرى دراسة علمية دقيقة على نظرية العناصر الأربعة، وأدى ذلك إلى وضع وتطبيق المنهج العلمي التجريبي في حقل العلوم التجريبية. وساعدته تجاربه التي أجراها للتأكد من صحة نظرية العناصر الأربعة على معرفة عدد كبير جداً من المواد الكيماوية، وكذلك معرفة بعض التفاعلات الكيماوية، وقد أضاف إلى العناصر الأربعة جوهرين آخرين هما: الكبريت، والزئبق.

وألّف إبراهيم بن سيار النظام (توفي بين 221 و231هـ/835 و845م) كتابه (الجزء) الذي يُعَدّ أقدم مرجع علمي يثبت بالمنطق الرياضي قابلية الذرة للانقسام.

كما ألّف يعقوب بن إسحاق الكندي (805- 873 م) رسالة دحض فيها مذهب من قال إن الذرة لا تنقسم، أسماها: (رسالة في بطلان من زعم أن جزءاً لا يتجزأ). وفعل أبو نصر الفارابي (206-339 هـ/ 874-950 م) مثل ذلك أيضاً في كتابه (كلام في الجزء وما يتجزأ).

يُعد جابر بن حيان أول الكيميائيين المسلمين الذين أسهموا بجهودهم في مسيرة الكيمياء بوجه عام ودرس نتاج ترا الإ ريق فلم ير فيه من الناحية الكيميائية إلا نظرية أرسطو عن تكوين الفلزات

لعل أبرز ما أنتجته ا ضارة الإسلامية في مجال الفكر الذري ما كتبه النيسابوري الذي شبّه الذرة من الداخل بالنظام الشمسي مشيراً إلى ترابط الذرات معاً لتكوين الجزيئات

وألّف الحسن بن الهيثم (354 - 430 هـ/ 965- 1038 م) رسالة أيضاً في (إبطال رأي من يرى أن الأعظام مركبة من أجزاء، وكل جزء منها لا جزء له). وانتقد ابن سينا (370 - 427 هـ / 1037 - 980 م) مذهب الجزء الذي لا يتجزأ في كتابيه: (النجاة) و(الإشارات)، وفي رسائله (عيون الحكم).

العطار وتشبيه الذرة بالنظام الشمسي

ولعل أبرز ما أنتجته الحضارة الإسلامية في مجال الفكر الذري ما كتبه محمد بن أبي بكر إبراهيم بن إسحاق النيسابوري، الشهير بفريد الدين العطار (545 ـ 627 هـ)، فقد شبّه الذرة (في سنة 845م) من الداخل بالنظام الشمسي، وأشار من طرف خفي إلى ترابط الذرات معاً لتكوين الجزيئات، فقال: «الذرة فيها الشمس...، وإن شقت ذرة وجدت فيها عالَماً، وكل ذرات العالم في عمل لا تعطّل فيه».

ومن المعروف أن (رذرفورد) هو أول من وضع - من الغربيين - تصوراً للذرة على أنه نظام شمسي مصغر، وكان ذلك في عام 1911.

الفكر الذري في العصر ا ديث

استمرت نظرية العناصر الأربعة سائدة في أوروبا حتى عصر النهضة، وفي منتصف القرن السابع عشر الميلادي تقريباً أحيا (روبرت بويل) Robert Boyle (1627-1691) المبدأ الذري من جديد، وأطلق اسم العنصر على كل مادة من المواد البسيطة التي لا يمكن تحويلها في المختبر إلى مواد أبسط منها. وفي عام 1803 اقترح البحاثة الإنجليزي (جون دالتون) John Dalton (1766 - 1844) نظريته الذرية التي تتلخص في أن المادة تتكون من دقائق صغيرة لا يمكن تجزئتها تسمى الذرات.

ولا تختلف الذرات في طبيعتها عن طبيعة العنصر الذي يتألف منها، كما أن ذرات العناصر المختلفة متباينة، بمعنى أن ذرات كل عنصر تختلف في صفاتها عن صفات غيرها من ذرات العناصر الأخرى. ثم إن ذرات العنصر الواحد متكافئة من جميع الوجوه ولا يمكن أن تنقسم الذرات في أثناء التفاعل الكيميائي.

وقد دفعت نظرية (دالتون) الفكر الذري إلى الأمام، وكانت السنوات الواقعة بين عامي 1790 و1848 موسماً لاكتشاف المزيد من العناصر، فقد أضاف الكيميائيون نحو 29 عنصراً إلى القائمة التي كان (لافوازييه) قد أعدها للعناصر التي تم معرفتها حتى عصره. وكانت للعناصر الجديدة خواص مدهشة، ووجد الكثير منها استخدامات مفيدة لها فور اكتشافها.

وقد تمكن (مارتين هنريتش كلابروث) من فصل التيليريوم، وسماه كذلك على الاسم اللاتيني للأرض. كما قام بتحليل الرمل المغنطيسي الأسود، فاكتشف التيتانيوم، كما تمكن من الحصول على اليورانيوم لأول مرة. وعاماً بعد عام تزايد عدد العناصر الكيميائية التي تم اكتشافها، وفي مطلع القرن التاسع عشر ضمت قائمة العناصر الجديدة أسماء مثل: النيوبيوم، والسيليزيوم، والفاناديوم، والبلاديوم، واليود. وأدى العدد الكبير من العناصر التي اكتشفت في القرن نفسه إلى التفكير في وسيلة لترتيبها في جدول يراعى فيه أن تكون العناصر ذات الصفات المتشابهة في عمود واحد. وقد نشر (ديمتري مندلييف) جدوله للعناصر في عام 1869، وأصبح له فضل اكتشاف الجدول الدوري.

اكتشاف الإلكترون

في عقد السبعينيات من القرن التاسع عشر الميلادي وجد الكيميائي (ويليام جروكس) أن أشعة المهبط (الكاثود) تستطيع إدارة طاحونة هواء دقيقة إذا وضعت في طريقها، وأنها تنحني إذا تعرضت لمجال مغنطيسي. وفي عام 1897 أجرى الفيزيائي الإنكليزي (جوزيف جون طومسون) Joseph John Thomson (1856-1940) تجارب على أشعة المهبط. وقد قام (طومسون) بتقريب مغنطيس من الأنبوب، فلاحظ أن تياراً متوهجاً يتجه إلى القطب الموجب من المغنطيس! وبناء على ذلك، قال: إن التيار الكهربائي وأشعة المهبط يتكونان من دقائق مشحونة شحنة سالبة. وقد تبيَّن له أيضاً أن كتلة هذه الدقائق تصل فيما يبدو إلى نحو جزء من ألف جزء من كتلة ذرة الهدروجين. وقد منح (طومسون) هذه الدقائق اسم الإلكترونات. وقبل أن يكتشف (طومسون) الإلكترون بنحو سنتين فقط، كان (ويلهلم كونراد رونتجن) Wilhelm Konrad Roentgen (1845-1923) – الذي كان يجري تجارب باستخدام أنبوب أشعة المهبط – قد لاحظ في عام 1895 أن هناك أشعة مصدرها أنبوب أشعة الكاثود تتسم بقدرتها على اختراق الورق المقوى والملابس والجلد. وقد كتب بحثاً عن هذه الأشعة التي أطلق عليها اسم الأشعة السينية (Xrays) لعدم وجود اسم أفضل.

وبعد مدة تساءل (أنطوان بيكيريل) Antoine Becquerel (1852-1908) عما إذا كان هناك ارتباط بين الأشعة السينية والمعادن المتوهجة، وقرر أن يكتشف: هل تنبعث الأشعة السينية من أملاح اليورانيوم، وهي الأملاح التي تتوهج باخضرار عند تعرضها لضوء الشمس؟

وأجرى (بيكيريل) تجربته بوضع أملاح اليورانيوم ملامسة لألواح فوتوغرافية ملفوفة في ورق أسود. وعندما عالج الألواح الفوتوغرافية كيميائياً، لاحظ أشباحاً لصور الأملاح. واعتقد (بيكيريل) أنّ أملاح اليورانيوم تبعث بأشعة رونتجن المسماة بالأشعة السينية، لكنه سرعان ما اكتشف أنّ هذه الأشعة أقوى، وأنّها تنبعث تلقائياً من مركبات اليورانيوم ومن اليورانيوم النقي نفسه دون تزويدها بالطاقة.

وقد أذهلت هذه الظاهرة الكيميائيين والفيزيائيين، واستحوذت على انتباه أكثر طلبة الدكتوراه في السوربون تميزاً: البولندية الواعدة (ماري سكلادوفسكا) (1867 - 1934)، التي أصبحت فيما بعد (ماري كوري) Marie Curie. وقد لاحظت هذه المرأة أن الإشعاع المنبعث من اليورانيوم لا يعتمد على درجة الحرارة. فقررت أن تختبر جميع العناصر المعروفة لترى ما إذا كانت هناك عناصر أخرى مشعة. وبالفعل، تمكنت مع زوجها من اكتشاف الثوريوم والبولونيوم والراديوم، وبهذا تأكدت ظاهرة النشاط الإشعاعي الذاتي لبعض العناصر الموجودة في الطبيعة.

بود الزبيب: النموذج الذري لطومسون

في ضوء الحقائق العلمية التي تم اكتشافها، صوّر (طومسون) الذرة على أنها مجموعة من الإلكترونات المحاطة بحساء من الشحنات الموجبة، مثل بذور ثمرة الكيوي الموجودة داخل لب الثمرة نفسها، أو بصيغة أخرى يتم تخيل الذرة ككتلة من الشحنة الموجبة، تتخللها الإلكترونات

جوزيف جون طومسون

الفيزيائي الإنكليزي طومسون أجرى تجارب على أشعة المهبط بتقريب مغنطيس من أنبوب فلاحظ تياراً متوهجاً يتوجه من القطب الموجب فاكتشف أن التيار الكهربائي وأشعة المهبط يتكونان من دقائق مشحونة بشحنة سالبة

تختلف ذرات كل مادة عن الأخرى شكلاً وحجماً ووزناً وهذه الذرات تكون في حركة دائمة وشكلها يحدِّد خواص كل مادة

انطوان بيكيريل

المدفونة داخلها. وقد سمي هذا النموذج باسم (بودنج الزبيب) على اسم حلوى عيد الميلاد الإنكليزية التي يتم إعدادها بحيث تحتوي مادة البودنج على حبات الزبيب التي تطمر داخلها.

رذرفورد وبنية الذرة

استفاد إرنست رذرفورد Ernest Rutherford (1871-1937) من ظاهرة النشاط الإشعاعي في دراسة تركيب الذرة. وكان رذرفورد قد التحق بجامعة (كامبريدج)، وهناك أعطاه (طومسون) صاحب نموذج (كعكة البودنج بالزبيب) عينة من اليورانيوم ليختبرها. وقد بيّن رذرفورد أن العينة تبعث بنوعين على الأقل من الجسيمات: نوع اتضح أنه أنوية للهليوم مشحونة شحنة موجبة، وقد أطلق عليها اسم: أشعة ألفا، والنوع الآخر عبارة عن إلكترونات سريعة، وقد أطلق عليها اسم: أشعة بيتا. وفكّر رذرفورد فيما سيحدث لو قام بتعريض شريحة رقيقة من فلز الذهب إلى مصدر يقذف بحزمة من أشعة ألفا. ودخل مختبره ليجري هذه التجربة، وأخذ يسجل أي انحراف للأشعة يظهر على ستارة مغطاة بمادة فوسفورية، وكانت المفاجأة في نتائج التجربة. ففي الوقت الذي نفذ فيه عدد كبير من جسيمات ألفا خلال الرقاقة دون أن تغير من اتجاهها، انحرف بعضها بزوايا مختلفة. وقد تعجب رذرفورد من هذه النتائج، وعلّق عليها قائلا: «لقد كان أكثر شيء لا يصدق حدث لي في حياتي. كان الأمر غريباً، تماماً كما لو أنك أطلقت قذيفة من عيار 15 بوصة على قطعة نسيج رقيقة، فلم تنفذ خلالها، وإنما ارتدت إليك لتصيبك».

ولكن لماذا ارتدت أشعة ألفا؟

بعد تفكير عميق اهتدى رذرفورد إلى الإجابة: لقد ارتدت جسيمات ألفا إلى الخلف لأن الذرة ليست بودنج الزبيب.

وما حدث هو أن جسيمات ألفا الموجبة الشحنة قابلت في طريقها في رقاقة الذهب جسماً آخر له الشحنة نفسها؛ فارتدت بعيداً عنه، تطبيقاً للقاعدة العلمية التي تنص على أن «الأجسام المتشابهة الشحنة تتنافر، والأجسام المختلفة الشحنة تتجاذب». واستنتج رذرفورد أن كلا من كتلة الجسم الموجود داخل نطاق ذرات الذهب وشحنته كانتا كبيرتين ومركزتين جداً لدرجة أن جسيمات ألفا قد انحرفت

إرنست رذرفورد

لم يستطع نموذج رذرفورد أن يثبت أمام الانتقادات فقد كان معروفاً أن الجسيمات المشحونة تبعث أشعة وتتوهج إذا سرّعت لذا فإن الإلكترون الذي يدور حول النواة لا بد أن يبعث بأشعة ومن ثم يفقد طاقة ويصطدم بالنواة

في أوائل الثلاثينيات من القرن العشرين طوّر العلماء مسرعات للجُسيمات قادرة على إنتاج طاقات عالية بدرجة كافية لدراسة النواة

الباحثون اكتشفوا عام 1938 أن قذف نواة ذرة اليورانيوم بنيوترون يسبب انشطارها إلى جزءين وإطلاق طاقة وأطلقوا على هذه العملية «الانشطار النووي»

جانباً، بل وإلى الخلف على الرغم من سرعتها الكبيرة التي تصل إلى نحو 20 ألف كيلومتر في الثانية.

وبعد سنتين من البحث تم خلالهما قذف كل مكان محتمل بالذرة، تم التأكد من صحة الاستنتاج. وقد أطلق على هذا الجزء اسم: «النواة». وتبين أن معظم الذرة عبارة عن فراغ، وفي وسط هذا الفراغ قلب متناهي الصغر كثيف بشكل لا يصدق ومشحون شحنة موجبة هو النواة التي تشغل حيزاً محدوداً جداً داخل الذرة، غير أنّ النسبة الكبرى من كتلة الذرة تتركز فيها. وبناء على ذلك، اقترح رذرفورد نموذجاً آخر للذرة هو نموذج الكواكب التي تدور حول الشمس، حيث تدور الإلكترونات ذات الشحنة السالبة على مسافات شاسعة حول نواة دقيقة وكثيفة مشحونة بشحنة موجبة. ومن الطريف أنّ هذا النموذج هو النموذج نفسه الذي قال به فريد الدين العطار منذ أكثر من ثمانية قرون، ولكن الفضل لرذرفورد أنه توصل إليه مختبرياً.

نموذج الذرة لبور

لم يستطع نموذج رذرفورد أن يثبت أمام الانتقادات التي وجهت إليه، فقد كان من المعروف أن الجسيمات المشحونة تبعث أشعة وتتوهج إذا عُجّلت، لذا فإن الإلكترون الذي يدور حول النواة لا بد أن يبعث بأشعة، وإذا بعث بأشعة فلا بد أن يفقد طاقة ويصطدم بالنواة.

وقد كان النموذج الذري الذي جاء به (نيلس بور) Niels Bohr (1885 - 1962) هو أكثر النماذج الذرية شهرة بعد نموذج رذرفورد، فقد وظف فيه بور معطيات علم ميكانيكا الكمّ الذي كان ما يزال في مراحل نشأته الأولى. وضمّن بور أساس نظريته الكمية للذرة في ثلاثة أبحاث كبيرة كتبها في عام 1913. وفي هذه الأبحاث وضع بور تصوراً جديداً لشكل الذرة، استخدم فيه بعض الفروض التي قال بها رذرفورد من قبل، ولكنه أضاف إليها ما يلي:

1- في الحالة المستقرة للذرة يدور الإلكترون حول النواة في مستوى الطاقة المناسب لطاقته دون فقد طاقة أو اكتسابها. وهذا يعني أن الإلكترون يكون على مسافة محددة من البروتون المرتبط به.

2 - في أثناء دوران كل إلكترون حول النواة

تكون له طاقة معينة، تتوقف على بعد مستوى الطاقة الذي يدور فيه عن النواة، حيث تتزايد طاقة المستوى بزيادة نصف قطر هذا المستوى.

3 – إن أكبر عدد لمستويات الطاقة في الحالة العادية للذرة هو سبعة مستويات، ويعبر عن طاقة كل مستوى بعدد صحيح يسمى عدد الكم الرئيسي.

4 – عند إكساب المادة طاقة، سواء بتسخينها إلى درجات حرارة أعلى أو بالتفريغ الكهربائي، تصبح الذرة حينئذ في حالة إثارة، حيث تتوافر طاقة كافية لرفع إلكترون أو أكثر مؤقتاً إلى مستوى الطاقة الأعلى.

وبعد وقت قصير جداً (يقدر بنحو 8 -10 ثوان) يفقد الإلكترون المثار ما اكتسبه من الطاقة، ومن ثم يسقط فوراً إلى حالة أكثر انخفاضاً، ويستمر في السقوط حتى تعود الذرة إلى الحالة المستقرة. وعند كل سقوط، يعطي الإلكترون كمّاً (قدراً) محدداً من الطاقة المركزة في صورة إشعاع من الضوء بطول موجي وتردد محدد، ما ينتج طيفاً خطياً مميزاً. وقد حظي النموذج الذري لبور بالرضا والقبول، ولكن لفترة محدودة من الزمن، فقد توالت عليه بعد ذلك معاول النقد والنقض! ولقد أخفق هذا النموذج في تفسير أطياف العناصر الأثقل من الهدروجين، وتعليل الفروق النسبية لخطوط الطيف. كما أخفق في تعليل ظاهرة (زيمان) التي تنص على وجود تغير في خطوط الطيف عند وجود مجال مغنطيسي خارجي.

النظرية الموجية للذرة

ومع مرور الأعوام، تتابعت الاكتشافات الذرية، وازداد فهم الفيزيائيين لطبيعة ما يجري في هذا العالم الصغير. ففي عام 1924 رأى الباحث الفرنسي دي بروجلي أن للإلكترونات خواص الموجات. وفي عام 1928 تم الحصول على وصف صحيح لترتيب الإلكترونات بمساعدة من وولفغانغ باولي وإيرفين شرودينغر وماكس بورن وفرنر هيسينبرغ.

وفي عام 1932 اكتشف جيمس تشادويك أن النواة تحتوي على جُسيمات غير مشحونة سُمِّيت بالنيوترونات. وفي أوائل الثلاثينيات من القرن العشرين طوّر العلماء مسرِّعات للجُسيمات قادرة على إنتاج طاقات عالية بدرجة كافية لدراسة النواة.

وكلما تعلّم الإنسان جديداً غيّر تصوراته حول بنية الذرة، حتى وصلنا إلى ما يعرف بالنظرية الموجية، وهي أكثر النظريات التي لاقت قبولاً في الأوساط العلمية. وتقوم هذه النظرية على أكتاف نموذج بور، مع الأخذ في الاعتبار الاكتشافات الحديثة، وهي تتلخص فيما يلي:

1 – تتكون الذرة من جسيمات تحت ذرية (البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات).

2 – معظم حجم الذرة من الفراغ.

3 – في مركز الذرة توجد نواة موجبة الشحنة تتكون من البروتونات، والنيوترونات.

4 – للإلكترون طبيعة جسيمية وموجية في آن واحد، أي إنه يجمع بين خواص المادة والإشعاع.

5 – يتم شغل معظم الفراغ الذري بالمدارات التي تحتوي على الإلكترونات.

6 – المدارات ليست ثابتة ومحددة الاتجاه، ويوجد على كل مدار عدد محدود من الإلكترونات، فلا يستطيع المدار الأول الاحتفاظ بأكثر من إلكترونين. ويستطيع المدار الثاني الاحتفاظ بثمانية إلكترونات، والثالث بـ 18 إلكتروناً، والرابع بـ 32 إلكتروناً، والخامس بـ50 إلكتروناً، والسادس بـ 72 إلكتروناً، والسابع بـ 98 إلكتروناً. غير أن هذه المدارات الخارجية لا يكتمل بها عدد الإلكترونات مطلقاً.

7 – يتحدد السلوك الكيميائي لأي ذرة بعدد الإلكترونات الموجودة في مدارها الخارجي.

8 – عند انضمام إلكترون إلى الذرة فإنه يشغل أقل مستويات الطاقة، الذي تكون المدارات فيه قريبة من النواة (مستوى الطاقة الأول).

وتكون الإلكترونات الموجودة في المدارات الخارجية (مدار التكافؤ) هي المسؤولة عن التفاعل بين الذرات.

الجديد في الذرة

لم يتوقع رواد الفيزياء النووية أن يروا في وقت قصير تطبيقاً عملياً لما لديهم من معرفة. لكن الباحثين اكتشفوا عام 1938 أن قذف نواة ذرة اليورانيوم بنيوترون يسبب انشطارها إلى جزءين وإطلاق طاقة. وقد أطلقوا على هذه العملية اسم: الانشطار النووي. وقد استُخدم الانشطار النووي في صناعة القنابل النووية التي ساعدت على وضع نهاية مأساوية للحرب العالمية الثانية في عام 1945. ولفتت الأسلحة النووية انتباه حكومات عدد غير قليل من الدول إلى أهمية تطوير الفيزياء الذرية. ونتيجة لهذا، رُصدت مبالغ طائلة من الأموال للأبحاث النووية بعد الحرب. كما كانت الاستخدامات السلمية للانشطار النووي محل اهتمام متزايد. ففي الخمسينيات من القرن العشرين، بدأ تشغيل أول محطة نووية لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال الطاقة الحرارية التي تنتج من الانشطار النووي لنظير عنصر اليورانيوم 235، كما بدأ العلماء في ذلك العقد في تطوير القنبلة الهدروجينية. وقد تبين أن البروتون والنيوترون لا يمكن أن يكونا مجرد جُسيمات بسيطة، ووجد العلماء أن النيوترون يحتوي على كميات متساوية من الشحنات الموجبة والسالبة. كما اكتشف الباحثون مئات الجسيمات الجديدة المتشابهة جداً، ما قاد إلى القول إن كل الجسيمات النووية مكونة من تنظيمات مختلفة من عدد قليل من هذه الأجزاء الصغيرة. وبحلول عام 1964، توصل الباحثون إلى قرائن تدل على ماهية الأجزاء الأساسية المكونة للبروتونات والنيوترونات والجُسيمات النووية الأخرى. فقد طرح عالما الفيزياء الأمريكيان موراي جل ـ مان وجورج زفايج نظرية تصف هذه الأجزاء. وسمّى جل ـ مان هذه الأجزاء بجسيمات الكوارك.

وبيَّن علماء الفيزياء عام 1971 أن هذه الجسيمات أصغر كثيراً من البروتونات والنيوترونات. ولكن هل جسيمات الكوارك هذه هي وحدات البناء الأساسية النهائية للذرات؟

لا أحد حتى الآن يستطيع أن يقدم إجابة شافية وافية عن هذا السؤال، ولعل الغد يميط لنا اللثام عما توارى عنّا من الأسرار النووية، وفي الوقت نفسه يضع أمامنا طلاسم أخرى تحتاج إلى من يفك رموزها.. فلا يزال ما خفي أعظم!

ماري كوري..

من الفقر إلى قمة النجاح

د. رشا فهمي البشير

ولدت العالمة النووية الشهيرة ماري كوري في 1867/11/7 في وارسو عاصمة بولندا، واسمها الأصلي مانيا بولونوفسكي. كان والداها يعملان في سلك التدريس وكان بلدها بولندا خلال الخمسين سنة التي سبقت ولادتها يعيش في غليان سياسي، حيث قسم سنة 1815 إلى أجزاء من قبل الدول المجاورة لها وهي الإمبراطورية الروسية وبروسيا والنمسا، وكانت العاصمة وارسو ترزح تحت سيطرة الجيش الروسي، لذا هب الوطنيون للمحافظة على الهوية البولندية والمجتمع البولوني.

عانت أسرة ماري كوري بسبب انضمام أفرادها إلى الوطنيين البولونيين، وكانت أحوالهم المادية بائسة، لكنهم ربوا أولادهم على أهمية التعلم والاهتمام بالعلم الحديث الذي يرفع من مقامهم ومقام بلدهم، ويخلصهم من أحوالهم المعيشية المتدنية. وقبل أن تبلغ ماري الحادية عشرة من عمرها توفيت أختها بمرض التيفوس وأمها بمرض السل الرئوي.

عرفت كوري بعبقريتها ونبوغها منذ صغرها، فكانت الأولى دائماً على أقرانها، وقد توقع العالم الروسي مندليف الذي وضع الجدول الدوري للعناصر الكيميائية أن يكون لها اسم مرموق في عالم الكيمياء عندما شاهدها وهي طفلة تخلط بعض المواد في المختبر. وفي سنة 1883 حين كان عمرها 15 عاماً حصلت ماري على الشهادة المدرسية العليا بالمرتبة الأولى، ونالت ميدالية ذهبية، وكان من الصعب عليها تسلمها من المدير العام للمدارس الروسي الجنسية.

تقول ماري: «تعلمت من حياتي أنّ الفقر لا يقف حائلاً أمام الطموح والمثابرة».

وفي ذلك الوقت لم يكن الروس يسمحون للمرأة بالدراسة في جامعة وارسو، ولذلك درست ماري في جامعات متنقلة في وارسو تفتح ليلاً خوفاً من أن يكشف الجيش الروسي أمرها، ولكن سرعان ما أدركت ماري وأختها برونيا أنه لا بد من البحث عن جامعة عريقة في أوروبا الغربية لإكمال دراستهما الجامعية، وقد تعاهدت الأختان بأن تدرس برونيا دراسات طبية في باريس، وتقوم ماري بالعمل مربية أطفال لتوفير الاحتياجات الدراسية لأختها، وعندما تبدأ أختها بالعمل والكسب تذهب ماري إلى باريس للدراسة.

أول امرأة تنال الدكتوراه في فرنسا وتحصل على جائزة نوبل مرتين

كانت متفوقة دائماً على أقرانها وتنبأ لها العالم الروسي مندليف الذي وضع الجدول الدوري للعناصر الكيميائية وهي طفلة بأن يكون لها اسم مرموق في عالم الكيمياء

آينشتاين: ماري وحدها من بين جميع المشهورين التي لم يفسدها المجد

مربية أطفال

لذا عملت ماري في قرية تبعد 150 كيلومتراً عن وارسو عند صاحب مصنع للسكر مربية لأطفاله. وكانت تستغل أوقات فراغها في تعليم أولاد العمال بمصنع السكر بعيداً عن أعين الجيش الروسي الذي يمنع التعليم البولوني، ويحذر من يقوم به بالعقاب. وكانت ماري شديدة الشغف بالمطالعة في مواضيع مختلفة، وقد وجدت نفسها في الرياضيات والفيزياء والكيمياء.

الانتقال إلى فرنسا

وعندما قارب عمر ماري 24 عاماً أصبح لديها مال يكفيها للدراسة الجامعية، وتحسنت أحوال والدها، فذهبت إلى باريس سنة 1891 والتحقت بجامعة السوربون الشهيرة، واستطاعت أن تحصل على

شهادة الماجستير في الرياضيات والفيزياء خلال ثلاث سنوات معتمدة على مثابرتها في دراستها ما أنساها في بعض الأحيان تناول طعامها.

وقد كان لجهودها المتميزة في الفيزياء الدور الأكبر في حصولها على منحة دراسية، وقامت مجموعة من المصانع وجمعية تشجيع الصناعات الوطنية في باريس بدعمها لدراسة القوى المغنطيسية لبعض المعادن التي تحتاج إليها لأبحاثها.

قصة زواجها

كانت ماري بحاجة إلى مختبر لإجراء أبحاثها فالتقت العالم الفرنسي بيير كوري في سنة 1894 الذي سمح لها باستعمال مختبره المتواضع، وهو الذي كان له اكتشافات مهمة في المغنطيسية والبلورات.

وقد توثقت العلاقة بين ماري وبيير، فشجعته على إكمال أطروحة الدكتوراه في المغنطيسية، ورقي بعد نيلها إلى مرتبة بروفيسور.

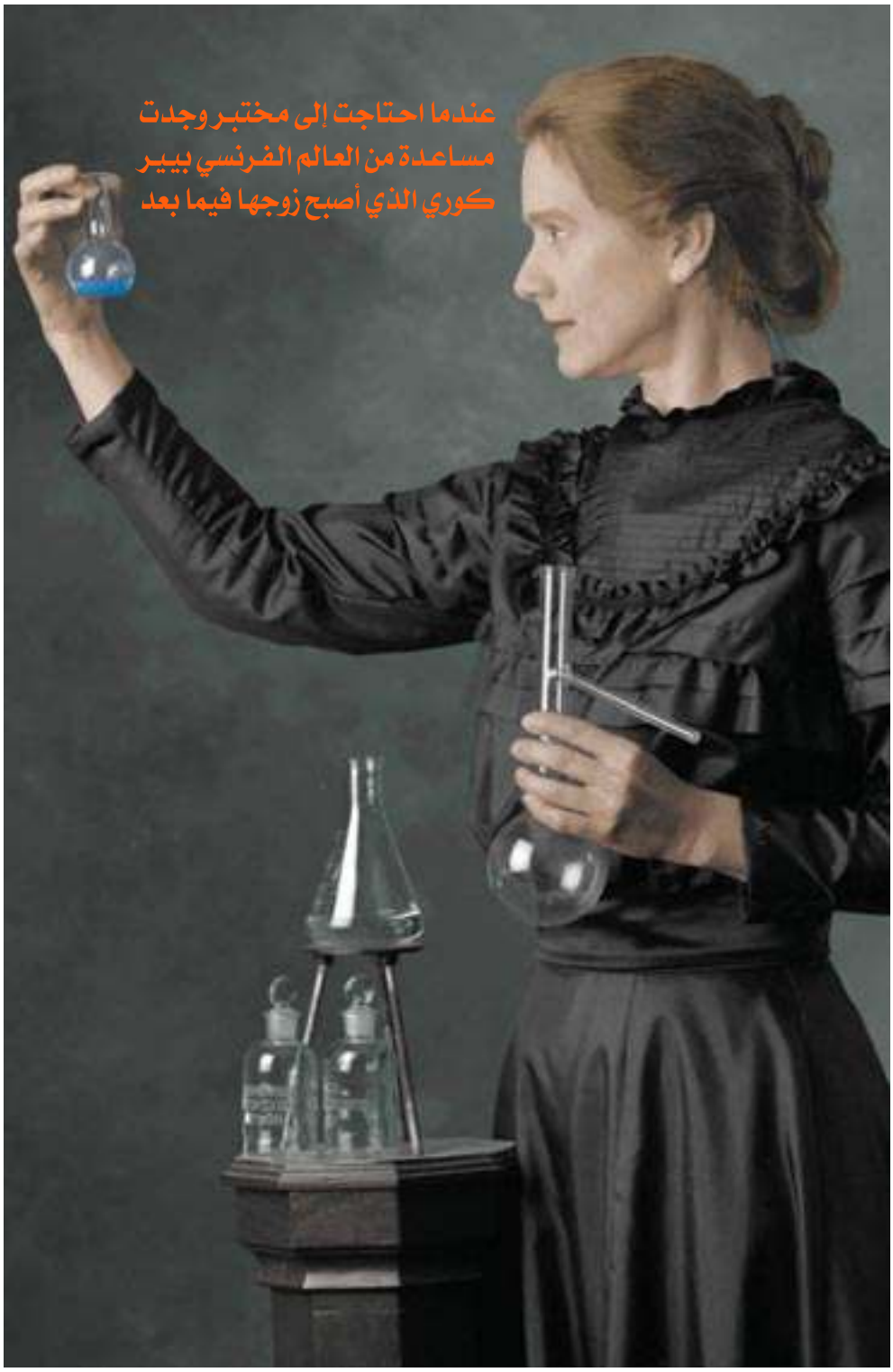
تزوج بيير من ماري سنة 1895 وغيرت اسمها إلى ماري وحملت كنية زوجها لتصبح ماري كوري وعرفت إعلامياً بمدام كوري.

نظرية النشاط الإشعاعي

اهتم بيير وزوجته ماري بدراسة خصائص اليورانيوم وخاماته، وقد تبين لهما أن جميع خامات اليورانيوم والثوريوم تظهر نشاطاً إشعاعياً متوسطاً باستثناء أحد الخامات المعروف باسم خام البتشبلند (أكسيد اليورانيوم) المستخرج من بوهيميا، الذي أظهر نشاطاً إشعاعياً يفوق الخامات الأخرى بأربع مرات.

قام الاثنان في مختبرهما الباريسي بتخزين كميات ضخمة من مادة البتشبلند التي تستخرج من المناجم، وتحوي نسبة ضئيلة من المعادن المشعة. تولت ماري مهمة تحضير المواد وفصلها، وهي تحتوي على 30 عنصراً كيميائياً وذلك لاكتشاف العنصر الذي يشع.

وفي عام 1898 توجت أبحاث الزوجين كوري باكتشاف عنصرين مشعين جديدين في خام البتشبلند أطلقا عليهما اسمي البولونيوم والراديوم،



مدام كوري أول امرأة تحصل على جائزة نوبل فضلاً عن شهادة الدكتوراه من باريس

ويعود زيادة النشاط الإشعاعي للخام إلى وجود هذين العنصرين فيه.

عزل الزوجان مليغرامات قليلة من كلوريد الراديوم، وتطلبت عملية عزل تلك الكمية الضئيلة قدراً مذهلاً من العمل الشاق المضني، وأكثر من عشرة آلاف عملية بلورة وإعادة بلورة، وأحياناً كان على ماري أن تمضي اليوم كله تقلب خليطاً يغلي بقضيب ثقيل من الحديد في مثل حجمها تقريباً، وقد فقدت مدام كوري 20 باوناً خلال هذا العمل.

وللراديوم نشاط إشعاعي يزيد على النشاط الإشعاعي لليورانيوم بنحو مليون مرة.

حازت ماري الدكتوراه سنة 1903، وهي أول سيدة تحصل عليها في فرنسا. ومات بيير سنة 1906 في حادث مروري وأكملت ماري العمل بعده، وبعد 4 سنوات استطاعت عزل عنصر الراديوم بشكل نقي.

أول امرأة تحصل على نوبل

استحق الزوجان كوري جائزة نوبل في الفيزياء بالمشاركة مع بيكريل عام 1903 لدورهما في النشاط الإشعاعي، وكانت كوري أول سيدة في العالم تحصل على هذه الجائزة.

وفي عام 1911 نالت كوري جائزة نوبل للمرة الثانية، وذلك بعد خمسة أعوام من وفاة زوجها.

كان لماري ابنتان هما إيرين وإيف، اقترنت إيرين خطى والدتها ونالت وزوجها فريدريك جوليوت عام 1935 جائزة نوبل في الكيمياء لاكتشافهما النشاط الإشعاعي الاصطناعي.

وكرم الزوجان كوري بإطلاق اسمهما على الوحدة كيوري لقياس النشاط الإشعاعي وكذلك إطلاق اسم كوريوم على عنصر جديد ما بعد اليورانيوم.

معهد الراديوم

أنشأت مدام كوري معهد الراديوم ومختبراً للأبحاث البيولوجية لدراسة مرض السرطان إحياء لذكرى زوجها بيير، وذلك بمساعدة زملائهما من العلماء الذين استطاعوا إقناع الحكومة الفرنسية ومؤسسة باستور الخاصة بإنشاء صندوق لدعم هذا المشروع، وقد تولت رئاسة مختبر النشاط الإشعاعي بالمعهد في حين أشرف زملاؤها على مختبر الأبحاث الطبية.

وفاتها

في 1934/7/4 توفيت ماري بسبب سرطان الدم نتيجة لإشعاعات الراديوم، وهو الإشعاع نفسه الذي نالت بسببه جائزتي نوبل، وذلك لتعرضها لجرعات هائلة منها دون إجراءات وقائية.

وقال عنها آينشتاين: (إن ماري كوري من بين جميع المشهورين هي وحدها التي لم يفسدها المجد). وقد تركت هذه الباحثة المتميزة وراءها إرثاً واكتشافات علمية في إيجاد الطاقة النووية أدت إلى تسهيل علاج السرطان بالإشعاع والبدء بانطلاق علوم الطب النووي وتقاناته.

تصميم ومثابرة وتحد للحياة

ماري كوري سيدة عظيمة.. تحدت الفقر وامتازت بالتصميم والصبر والمثابرة على العلم والمعرفة، تفجرت عبقريتها المبدعة منذ نعومة أظفارها. عملت مربية للأطفال لتكمل دراستها الجامعية، واختارت جامعة السوربون الفرنسية وأبدعت فيها، وحصلت على منح دراسية ومساعدات لإكمال أبحاثها، فنالت شهادتي الماجستير والدكتوراه في الكيمياء ونوبل مرتين. وكانت بذلك نابغة من بين بنات عصرها، حيث نقشت في التاريخ بصمات ستبقى خالدة على مدى الدهر، وكانت ضحية اكتشافاتها المتميزة في النشاط الإشعاعي.

توفيت بسرطان الدم نتيجة إشعاعات الراديوم التي نالت بسببها جائزتي نوبل بعد تعرضها لجرعات هائلة منها دون إجراءات وقائية

ماري كوري أشهر السيدات العالمات

تركت اكتشافات علمية في إيجاد الطاقة النووية سهلت علاج السرطان بالإشعاع وبدء انطلاق علوم الطب النووي وتقاناته

الوقود النووي (*)

د. محمد فاروق أحمد

يعد الوقود النووي أغنى أنواع الوقود بالطاقة، فالطاقة الحرارية المتولدة عن انشطار غرام واحد من الوقود الانشطاري أو القابل للانشطار تبلغ 82 ألف مليون جول، وهذا يكافىء كمية الطاقة المتولدة عن 2.77 طن من الفحم الحجري الجيد، كما تعادل الطاقة المتولدة عن تفجير عشرين طناً من مادة (تي إن تي) الشديدة الانفجار. وينبغي الإشارة إلى أن كفاءة تحويل تلك الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية في الوقت الحالي تبلغ 33%، بالنسبة لغالبية المفاعلات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية، وقد تصل إلى نحو 40% في عدد من هذه المفاعلات.

يتضح من ذلك أن غراماً واحداً من المواد الانشطارية أو القابلة للانشطار يولد طاقة كهربائية مقدارها 27 ألف مليون جول تكفي لتشغيل مصباح كهربائي قدرته 60 واطاً فترة تزيد على 14 سنة بشكل متواصل (أي ليلاً ونهاراً).

ومن جانب آخر، فإن الطاقة المتولدة عن اندماج ذرات غرام واحد في خليط مكون من النظيرين الثاني (الديتريوم 2) والثالث (التريتيوم 3) للهدروجين، بنسب وزنية مقدارها نحو 40% و 60% على التوالي، تبلغ 329 ألف مليون جول، أي مايزيد على أربعة أضعاف الطاقة المتولدة من انشطار غرام واحد من مادة انشطارية.

ويعود السبب في ذلك إلى طبيعة القوى النووية الفائقة، التي تربط بين الذرات مقارنة بالقوى الكهربائية الواهية نسبياً.

أحد المفاعلات النووية

أنواع الوقود النووي

يندرج الوقود النووي تحت نوعين رئيسيين هما: الوقود الانشطاري أو القابل للانشطار الذي يستخدم كمصدر للطاقة في التطبيقات العلمية والعسكرية، والوقود الاندماجي الذي لا يستخدم إلا في الأغراض العسكرية التدميرية.

الوقود الانشطاري

الوقود الانشطاري وقود مصنوع من مواد يطلق عليها اسم المواد الانشطارية، ومنها اليورانيوم 235، والبلوتونيوم 239، ومواد قابلة للانشطار مثل اليورانيوم 238.

ويطلق مصطلح المواد الانشطارية على النظائر التي تنشطر نواتها بفعل أي من النيوترونات الحرارية أو النيوترونات البطيئة، ويقصد بالنيوترونات الحرارية تلك النيوترونات التي تبلغ طاقتها 0.025 إلكترون فلط، وتبلغ سرعتها نحو 2000م/ث، وتقابل سرعات الجسيمات النووية بتأثير الحركة الحرارية العشوائية، أما النيوترونات البطيئة فهي نيوترونات ذات طاقة أعلى نسبياً (نحو

(*) المقالة منقولة بتصرف عن مجلة العلوم والتقنية الصادرة عن مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - السنة 20 العدد 79 رجب 1427هـ - أغسطس 2006م.

واحد إلكترون فلط). وتبلغ سرعتها 10000 م/ث تقريباً.

أما المواد القابلة للانشطار فهي النظائر التي تنشطر نواتها بالنيوترونات السريعة، ولا يحدث ذلك إلا إذا زادت طاقة النيوترون الممتص على 1.8 ميغا إلكترون فلط. وينقسم الوقود الانشطاري إلى وقود طبيعي ووقود مصنع.

الوقود الطبيعي

وهو عبارة عن اليورانيوم بنظائره الثلاثة: U238 وU235 و U234، يوجد في القشرة الأرضية بنسبة تركيز متوسطة، تبلغ نحو 1.8 غم لكل طن من التربة وتتفاوت هذه النسبة تفاوتاً هائلاً من مكان إلى آخر. وتعد الأمكنة التي يتراوح فيها تركيز عنصر اليورانيوم في التربة، بين 0.03% و0.5% مناجم ملائمة لاستخراج اليورانيوم، مع اختلاف تكاليف استخلاص الكيلوغرام الواحد من هذه المناجم تفاوتاً كبيراً وفقاً للتركيز. وتوجد معادن اليورانيوم في القشرة الأرضية، بصورة أساسية، في صورة ثنائي أكسيد اليورانيوم، وفي أحيان نادرة جداً في صورة أكسيد ثلاثي اليورانيوم ثماني الأكسجين. كذلك توجد كميات من اليورانيوم في مياه البحار، بتركيز 0.003 جزء في المليون، في حين يبلغ هذا التركيز في الطين الموجود في قيعان البحار نحو 1جزء من المليون. ومن واقع هذه التراكيز تقدر كمية اليورانيوم الطبيعي الموجودة في مياه البحار والمحيطات بنحو 4000 مليون طن. وفي الوقت الحالي يستخدم أكسيد التيتانيوم الهدروجيني (HTO) لامتصاص اليورانيوم من ماء البحر، ثم يستخدم بعد ذلك محلول كربونات الأمونيوم لفصل اليورانيوم.

تبلغ نسب النظائر الثلاثة في اليورانيوم الطبيعي نحو 99.275% لليورانيوم 238، ونحو 0.72% لليورانيوم 235، ونحو 0.005% لليورانيوم 234. وتعني هذه النسب أن اليورانيوم 235 يوجد في الطبيعة مختلطاً باليورانيوم 238، بواقع 7.2 كغم من اليورانيوم 235 لكل طن من اليورانيوم الطبيعي المستخرج من أي مصدر من مصادره الطبيعية (الأرض أو الماء). ولايستخدم الخليط الطبيعي لعنصر اليورانيوم كمصدر للطاقة النووية إلا في عدد قليل من مفاعلات الطاقة النووية، كما لا يستخدم في هذا الخليط لأغراض عسكرية إلا في الطور الثالث من الرؤوس النووية الثلاثية الطور.

أما الوقود المستخدم لتوليد الطاقة في معظم مفاعلات الطاقة النووية، فهو وقود من اليورانيوم الطبيعي الآنف الذكر، مخصب بمادة انشطارية كاليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239، حيث تراوح نسبة التخصيب بأي من هذين النظيرين الانشطاريين بين 2% و15% من الوزن الإجمالي لعنصر اليورانيوم في لب المفاعل، تبعاً لنوع المفاعل. وتعود الحاجة إلى تخصيب الوقود بالمادة الانشطارية إلى ما يعرف بالمقطع العرضي لانشطار اليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239 بالنيوترونات الحرارية الذي يزيد بمئات المرات عن المقطع العرضي لانشطار اليورانيوم 238. ويقصد بالمقطع العرضي للانشطار احتمال حدوث الانشطار عند سقوط نيوترون واحد على هدف مساحته 1 سم مربع يتضمن ذرة واحدة انشطارية أو قابلة للانشطار، ويبين الجدول (أعلاه) قيم بعض المقاطع العرضية للانشطار أو للامتصاص (دون انشطار) بوحدة بارن (تساوي $10x1^{-24}$سم2) كما يبين الجدول متوسط عدد النيوترونات المتولدة من انشطار واحد لبعض النظائر الانشطارية والقابلة للانشطار.

يتم الحصول على اليورانيوم 235 اللازم للتخصيب بفصله عن اليورانيوم الطبيعي باستخدام عدد من الطرق الفيزيائية المعقدة والطويلة والمكلفة، نظراً لاستحالة فصله بالطرق الكيميائية، مثل: طريقة الانتشار الغازي، وطريقة الطرد المركزي، وطريقة الدوامات، وطريقة الفصل باستخدام مصادر ليزر خاصة، وطريقة التوازن الطوري القائمة على الاختلافات الطفيفة في درجة التطاير بين مركب سادس فلوريد اليورانيوم للنظيرين.

وتجدر الإشارة إلى أن أفضل طرق الفصل في الوقت الحاضر غير قادرة على فصل كامل كمية اليورانيوم 235 من الخليط الطبيعي لهذا العنصر. وإنما يمكن فصل ما لا يزيد على نحو 4.5 كغم من اليورانيوم 235 من كل طن من عنصر اليورانيوم الطبيعي، ويسمى اليورانيوم المتبقي عن الفصل اليورانيوم المستنفد (المنضب) الذي لا يحتوي الطن منه إلا على نحو 3 كغم من اليورانيوم 235.

ويتضح أن كل طن من وقود المفاعلات النووية الذي تبلغ فيه نسبة التخصيب 3% يتضمن 30 كغم من اليورانيوم 235. ولما كان كل طن من اليورانيوم الطبيعي يحوي 7.2 كغم من اليورانيوم 235 فإنه يلزم إضافة 22.8 كغم يورانيوم 235، تؤخذ من كمية تراوح بين 5 و 7 أطنان من اليورانيوم الطبيعي، تبعاً لطريقة التخصيب المستخدمة، فتصبح هذه الكمية الأخيرة يورانيوم مستنفداً (منضباً).

البيان	يورانيوم 235	بلوتونيوم 239	يورانيوم 238
مقطع عرضي للانشطار	585	730	--
مقطع عرضي للامتصاص	108	303	2.8
عدد نيوترونات الانشطار	2.45	2.85	--

قيم المقاطع العرضية لانشطار بعض النظائر

يطلق مصطلح المواد الانشطارية على النظائر التي تنشطر نواتها بفعل أي من النيوترونات الحرارية أو النيوترونات البطيئة

الوقود النووي المستخدم في صناعة الأسلحة النووية الانشطارية الأحادية الطور يستخدم وقوداً غني الإخصاب تصل فيه نسبة اليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239 إلى نحو 90% من إجمالي عنصر اليورانيوم وذلك لخفض مقدار الكتلة الحرجة اللازمة للتفجير الذاتي للسلاح

مفاعل نووي لإنتاج الطاقة الكهربائية

أما في الوقود النووي المستخدم في صناعة الأسلحة النووية الانشطارية الأحادية الطور، فإنه يستخدم وقود غني التخصيب، تصل فيه نسبة اليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239 إلى نحو 90% من إجمالي عنصر اليورانيوم، وذلك لخفض مقدار الكتلة الحرجة اللازمة للتفجير الذاتي للسلاح، ولزيادة كفاءة استغلال الطاقة في التفجير.

الوقود المصنع

يتمثل في تحويل اليورانيوم وفق عدة تفاعلات من خلال المفاعلات النووية إلى البلوتونيوم 239، الذي يتميز بأن المقطع العرضي لانشطاره (أي احتمال انشطاره) بالنيوترونات الحرارية يزيد بنحو 24% على مثيله اليورانيوم 235، ولذلك يمكن استخدام وقود مخصب بالبلوتونيوم 239 بنسبة تخصيب أقل لإنتاج مقدار الكتلة الحرجة نفسها للطور الانشطاري من السلاح النووي.

ويمكن الحصول على البلوتونيوم 239، كمنتج جانبي داخل المفاعلات النووية عن طريق اقتراب نيوترون حراري أو بطيء، أو حتى نيوترون بطاقة بينية (أي بطاقة أعلى من طاقة النيوترونات البطيئة ولكنه أقل من حد الطاقة اللازمة للانشطار وهو نحو 1.8م إلكترون فلط) من نواة ذرة اليورانيوم 238، الذي لا ينشطر بالنيوترونات الحرارية البطيئة، وقد يمتص هذا النيوترون في هذه النواة فتتحول إلى نواة اليورانيوم 239 التي تتفكك تلقائياً لنشاطها الإشعاعي، بعمر نصف يبلغ 23.5 دقيقة من خلال تفكك (بيتا) لتتحول إلى نواة النبتونيوم 239 بعمر نصف قدره 2.35 يوم، التي يتكون منها البلوتونيوم 239 (العنصر رقم 94 في الجدول الدوري للعناصر) من خلال تفكك (بيتا)، وبذلك ينتج البلوتونيوم 239 صنعياً بصورة تلقائية داخل المفاعل النووي.

وتجدر الإشارة إلى أن معدل إنتاج البلوتونيوم داخل المفاعل النووي يختلف تبعاً لنوع هذا المفاعل، ولأسلوب تهدئة النيوترونات داخله (أي تحويلها من نيوترونات سريعة إلى نيوترونات حرارية وبطيئة). وكذلك تبعاً للتشكيل الهندسي للب المفاعل، وغير ذلك.

الوقود الاندماجي

تتكون أهم أنواع الوقود النووي الاندماجي من نظائر العناصر الخفيفة، مثل نظائر الديتيريوم ($^{2}_{1}H$)، والتريتيوم 3 ($^{3}_{1}H$)، والليثيوم 6 ($^{6}_{3}Li$) والليثيوم7 ($^{7}_{3}Li$) حيث إن نظير الديتيريوم (D) هو نظير مستقر للهدروجين (لا يتفكك إشعاعياً) وهو موجود في الطبيعة في المادة المعروفة باسم الماء الثقيل، الذي يتكون الجزيء الواحد منه من ذرتي ديتيريوم 2 بدلاً من ذرتي هدروجين 1 وذرة أكسجين 16. ويوجد الديتيريوم 2 في الطبيعة في المياه بما فيها مياه البحار والمحيطات بنسبة تبلغ نحو 0.0148% بالنسبة لنظير الهدروجين ($^{1}_{1}H$)، وبذلك يمكن القول إن كل طن من المياه الموجودة على سطح الأرض يتضمن نحو 32 غراماً من نظير الديتيريوم 2، لذلك تقدر احتياجات هذا النظير في المياه على سطح الأرض بنحو 45 - 50 ترليون (أي مليون مليون) طن، وهي الكمية التي يكفي استغلال 10% منها لإمداد العالم كله بالطاقة اللازمة لعشرات الملايين من السنين، عند النجاح في استغلال الطاقة الاندماجية.

أما التريتيوم ($^{3}_{1}H$) فهو نظير آخر للهدروجين، وهو نظير مشع بعمر نصف يبلغ 12.35 سنة، ويتفكك تلقائياً إلى الهليوم ($^{3}_{2}He$) الخامل والمستقر إشعاعياً مع إصدار جسيمات (بيتا) منخفضة الطاقة. ويعد نظير التريتيوم شديد الندرة في الطبيعة، حيث لا يتجاوز مخزونه في المياه على سطح الكرة الأرضية 20 كغم، وبذلك

يستحيل استخلاص أي كمية ضئيلة منه في المياه، ومع ذلك فإنه يسهل تحضير كميات كبيرة منه عن طريق قذف عنصر الليثيوم الذي يتضمن نظيري الليثيوم 6 والليثيوم 7 بالنيوترونات، حيث يؤدي قذف نواة الليثيوم 6 بنيوترون، إلى تكون ذرة هليوم 4، وذرة تريتيوم 3.

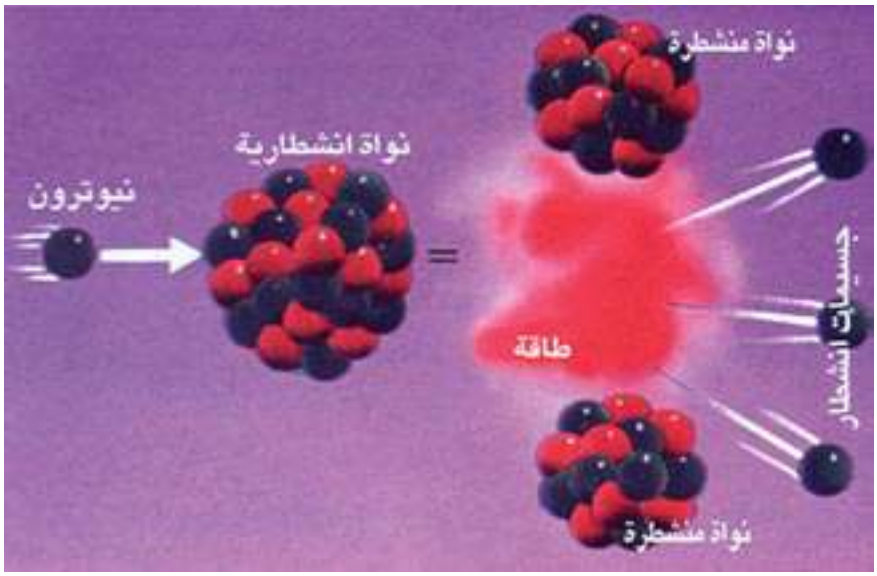
وعند قذف نظير الليثيوم 7 بالنيوترون، قد تحدث استطارة (أي تشتت) غير مرنة للنيوترون، مع منح جزء من طاقته لنواة الليثيوم 7، التي سرعان ما تتفكك إلى ذرة هليوم 4 وذرة تريتيوم، وفقاً لتفاعل التشتت غير المرن.

ويمثل هذان التفاعلان أحد المصادر المهمة للتريتيوم المستخدم في التفجيرات النووية الاندماجية (المعروفة بالقنابل الهدروجينية).

ويوجد عنصر الليثيوم بنظيريه ضمن مكونات الهواء بنسبة تركيز محدودة، كما يوجد في الماء بنسبة تركيز تبلغ نحو 0.18 غرام في المتر المكعب، بذلك يزيد مخزون الليثيوم على الأرض على مخزون بعض أنواع الوقود الأحفوري كالنفط، وتبلغ نسبة وفرة نظير الليثيوم 6 في الليثيوم الطبيعي نحو 7.5%، في حين تبلغ هذه النسبة لنظير الليثيوم 7 نحو 92.5%. وتجدر الإشارة إلى أنه يسهل فصل نظيري الليثيوم أحدهما عن الآخر بالعديد من الطرق الفيزيائية لوجود فرق محسوس في كتلتيهما (يزيد على 16.6%) الأمر الذي لا يتحقق عند فصل نظيري اليورانيوم 235، 238، اللذين لا يتجاوز فرق الكتلة بينهما 1.27%.

توليد الطاقة النووية

تتولد الطاقة النووية أساساً من خلال تفاعل الانشطار النووي لبعض النوى الانشطارية أو القابلة للانشطار (وهي نظائر ثقيلة)، أو من خلال تفاعل الاندماج النووي لبعض النظائر الخفيفة، مثل نظائر الهدروجين. عموماً لايحدث الانشطار النووي إلا إذا كان مجموع كتل الذرات الداخلة في التفاعل الانشطاري أعلى من



نمط التفكك الانشطاري

مجموع كتل جميع نواتج الانشطار، ويحدث هذا الأمر عند انشطار النظائر الثقيلة، الانشطارية أو القابلة للانشطار، حيث يتحول فرق مجموعي الكتل الداخلة في التفاعل الانشطاري والناتجة عنه إلى طاقة وفقاً لعلاقة آينشتاين لتكافؤ الكتلة (m) والطاقة (E)، وذلك بضرب فرق مجموعي الكتل الداخلة والخارجة في مربع سرعة الضوء، التي تساوي نحو 300 مليون (متر/ثانية). كذلك فإنه عند اندماج نوى الذرات الخفيفة مثل نوى نظائر الهدروجين تكون الكتلة الناتجة عن الاندماج أقل من كتلتي النواتين المندمجتين، ومن ثم يتحول فرق الكتلة إلى طاقة وفقاً لعلاقة التكافؤ السابقة. وهناك طرق أخرى لتوليد كميات ضئيلة جداً من الطاقة الكهربائية من المصادر المشعة، وليس نتيجة الانشطار أو الاندماج، لاستخدامها لتغذية بعض الأجهزة المعمرة بالجهد الكهربائي، كأجهزة تنظيم ضربات القلب التي تغرس في مرضى القلب، أو مصادر التغذية بالكهرباء لبعض الأجهزة الصغيرة في المناطق النائية البعيدة عن مصادر الكهرباء.

طاقة الانشطار

يتحرر عند انشطار نواة واحدة من نوى المواد الانشطارية أو القابلة للانشطار طاقة تراوح بين 190 و 210 ميغا إلكترون فلط، تبعاً لنوع الشظيتين النواتين المتكونتين عن الانشطار. وتنتج نواة اليورانيوم 236 بمجرد امتصاص نواة اليورانيوم 235 للنيوترون الحراري، ثم تنشطر (ذرتين)، متوسطتي الكتلة، وعدد (V) من النيوترونات السريعة، وكمية من الطاقة الحرارية مقدارها (Q) لنواتج الانشطار من شظايا ونيوترونات وفقاً لتفاعل معين.

وتختلف شظايا الانشطار وعدد النيوترونات الناتجة من انشطار إلى آخر، حيث تنحصر نواتج الانشطار بين نظائر الخارصين (الزنك) (Zn) والغادولينيوم (Gd). فعلى سبيل المثال، يمكن أن ينتج عن الانشطار نظيرا السترونشيوم 94 والزينون 140 ونيوترونان وفقاً لتفاعل انشطار معين.

ولما كان ناتجا هذا التفاعل دائماً نشيطين إشعاعياً نتيجة لزيادة نسبة النيوترونات، فإنهما يتفككان أكثر من تفكك متتابع، مصدرين جسيمات (بيتا) في كل مرة، وفي أحيان قد تصدر النظائر الوليدة المتكونة إشعاعات (غاما) عقب تفكك (بيتا)، من ذلك: تفكك نظير الاسترونشيوم 94 باعثاً جسيم بيتا ونيوتروناً مضاداً إلى الإيتريوم 94 المشع، الذي تفكك بدورة باعثاً جسيم (بيتا) آخر

ونيوترينو مضاداً، ومكوناً الزركونيوم 94 المستقر وفقاً لسلسلة معينة من التفكك المتتابع.

كذلك يتفكك الزينون 140 إلى السيزيوم 140، الذي يتفكك بدوره إلى الباريوم 140 ومنه إلى اللانثانيوم 140، مع إصدار جسيم (بيتا) ونيوترينو مضاد في كل مرة، وكذلك إصدار بعض فوتونات (غاما)، ثم يتفكك هذا الأخير إلى السلينيوم 140 المستقر وفقاً لسلسلة من التفككات المتتابعة.

وفى جميع التفككات، تنطلق جسيمات (بيتا) بطاقات حركية متفاوتة كما تحمل فوتونات (غاما) كميات أخرى من الطاقة. تتوزع الطاقة المتولدة عن انشطار ذرة واحدة (أي الـ 200 م أف [ميغا إلكترون فلط] في المتوسط) وفقاً لما يلي:

- شظايا الانشطار (176 م أ ف).
- نيوترونات الانشطار (6 - 7 م أ ف).
- إشعاعات (غاما) المنطلقة لحظة الانشطار (5-6 م أف).
- إشعاعات (غاما) المنبعثة نتيجة تفككات (بيتا) (5 م أف).
- جسيمات (بيتا) الناتجة عن التفكك المتتابع لشظيتي الانشطار (5م أف).
- جسيمات النيوترينو المضادة (11م أ ف).

وتتحول معظم الطاقة الحركية للنواتج المذكورة إلى طاقة حرارية داخل لب المفاعل ومجمع الوقود الحرج. وفي معظم مفاعلات الطاقة النووية تعتبر كمية الطاقة المتحولة إلى طاقة حرارية في لب المفاعل عن انشطار ذرة انشطارية واحدة مساوية لنحو (190م أ ف) وهي تكافىء 3.04×10^{-11} جول (بوحدات الطاقة في النظام المعياري العالمي) لذلك فإنه للحصول على طاقة حرارية تعادل 1 واط من مفاعل نووي فإنه يجب أن يحدث فيه عدد من الانشطارات في الثانية الواحدة يساوي مقلوب المقدار السابق، أي يساوي 3.29×10^{10} انشطار في الثانية الواحدة.

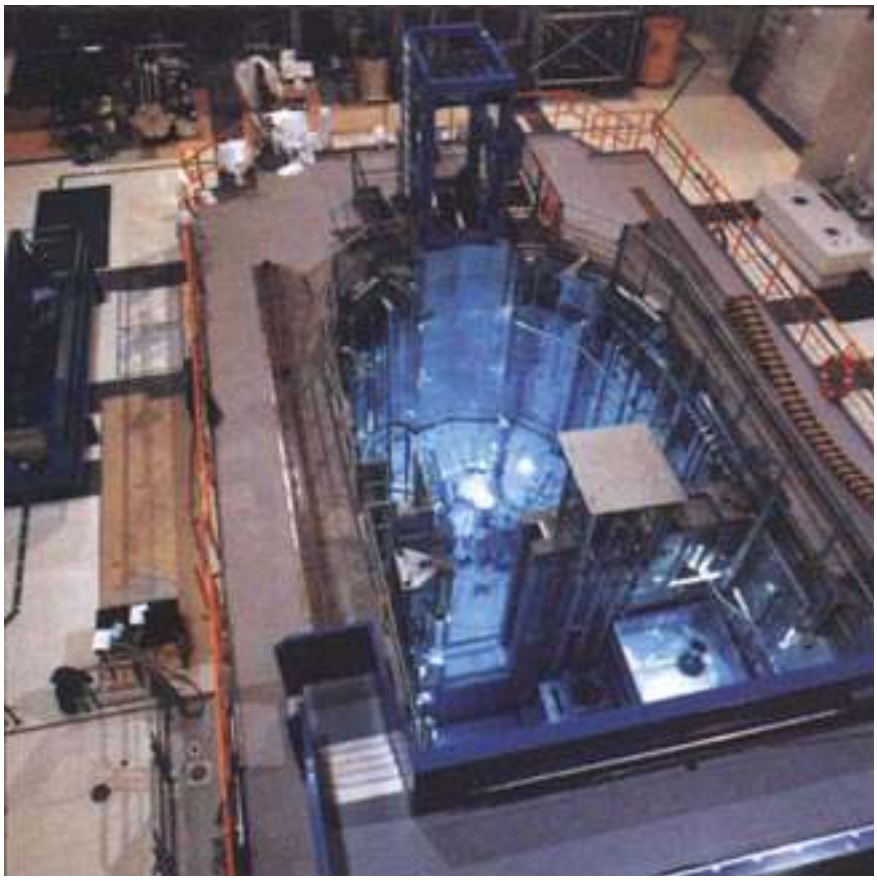
مفاعل ماء ثقيل CANDU

طاقة الاندماج

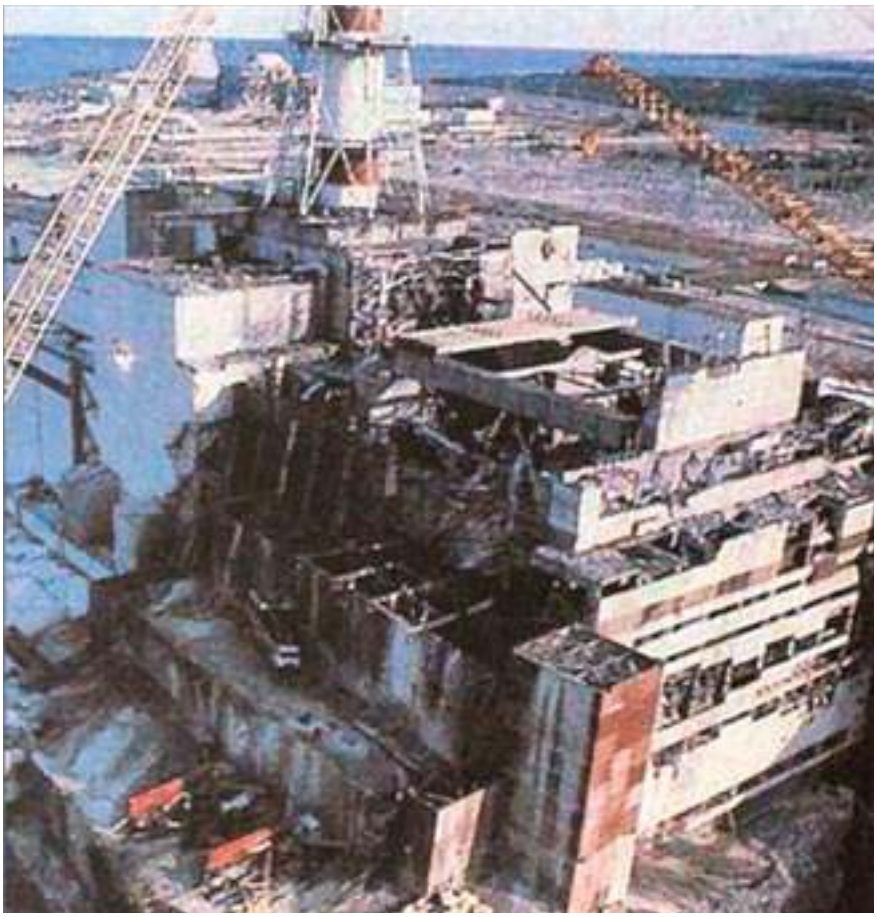
تتعدد تفاعلات الاندماج التي يتميز كل منها بإطلاق كميات عالية متفاوتة من الطاقة، إلا أنها رغم ذلك غير عملية، إما لندرة مواردها فى الطبيعة أو لصعوبة الاندماج النووي بسبب التنافر الكهربائي الشديد بين نواتي نظيري الاندماج لكبر شحنة إحدى النواتين. ومن أشهر هذه التفاعلات تفاعلا الاندماج بين ذرتين من الديوتيريوم (D)، وتفاعل الاندماج بين ذرة الديوتيريوم (D) وذرة التريتيوم (T).

يندرج الوقود النووي تحت نوعين رئيسيين هما: الوقود الانشطاري أو القابل للانشطار الذي يستخدم كمصدر للطاقة في التطبيقات العلمية والعسكرية والوقود الاندماجي الذي لا يستخدم إلا في الأغراض العسكرية التدميرية

ويتضح أن التفاعل الاندماجي الأخير يعطي أكبر مردود للطاقة (17.6م أ ف) للاندماج الواحد، لذلك تركز مشاريع تطوير وإنتاج مفاعلات الاندماج النووي حالياً على هذا التفاعل الذي يتميز بإمكانية حدوثه عند درجة حرارة منخفضة، نظراً لصغر قوة التنافر بين نواتي الاندماج، إلا أنه مما يؤسف له أن الوقود الاندماجي لا يستخدم في الوقت



منظر من داخل مفاعل الماء الخفيف



إحدى كوارث انفجار تشرنوبيل

الحالي إلا للتدمير، لتصنيع القنابل الهدروجينية والقنابل الثلاثية الطور، أما الاستخدام السلمي لهذا الوقود كمصدر للطاقة، فمازالت تعترضه عقبات تقنية تتمثل أساساً في عدم السيطرة على معدل حدوث الاندماج الحراري وانطلاق الطاقة دفعة واحدة، ولا يتوقع استغلال هذه الطاقة سلمياً قبل ما بين عامي 2030 و 2020 وبذلك اقتصر استخدام هذا الوقود حتى الآن على تصنيع الأسلحة النووية والاندماجية.

المفاعلات النووية

تم خلال العقود الخمسة الماضية تطوير وتشغيل نوعيات متعددة من مفاعلات الطاقة الكهربائية، تختلف من حيث نوع الوقود المستخدم (كاليورانيوم الطبيعي أو المخصب بدرجات متفاوتة من التخصيب).

ويمكن تصنيف مفاعلات الطاقة على أساس نوع المبرد المستخدم (كالماء الخفيف أي العادي أو الغاز مثل ثنائي أكسيد الكربون أو الهليوم أو فلز الصوديوم المصهور)، أو على أساس نوع المهدئ (مثل الماء الخفيف أو الثقيل الغرافيت أو حتى دون مهدئ مثل المفاعلات الولودة السريعة).

مفاعلات الماء الخفيف

تعتبر مفاعلات الماء الخفيف التي تبرد وتهدأ بالماء الخفيف الأكثر والأوسع انتشاراً، فهي تسهم في إنتاج أكثر من 86% من الكهرباء من خلال المفاعلات النووية في العالم، وذلك باستخدام وقود من اليورانيوم الطبيعي المخصب باليورانيوم 235، والبلوتونيوم 239، بنسبة تركيز تبلغ نحو 3% حيث تكون المادة الانشطارية هي مصدر الطاقة في هذه المفاعلات، في حين لا تسهم المادة القابلة للانشطار في أي نسبة محسوسة من الطاقة المتولدة. وقد تم تطوير أنواع عديدة من هذه المفاعلات تراوح قدرتها بين 400 و 15000 ميغاواط.

جميع الدراسات حول التأثيرات الصحية والبيئية تؤكد أن الطاقة النووية الاندماجية ستكون من أنظف مصادر الطاقة صحياً وبيئياً على الإطلاق

مفاعلات الماء الثقيل

هذا النوع من المفاعلات بإمكانه استخدام وقود اليورانيوم الطبيعي أو الضعيف التخصيب باليورانيوم 235، مثل مفاعلات الكاندو (CANDU) واستخدام الماء الثقيل كمهدئ، والماء الخفيف كمبرد. وقد تم تطوير أنواع متعددة من هذه المفاعلات في كندا بقدرات تراوح بين 650 و 900 ميغاواط لتعمل بوقود ضعيف التخصيب بدلاً من اليورانيوم الطبيعي، وتبرد بالماء الخفيف بدلاً من الماء الثقيل. وتتميز هذه المفاعلات الجديدة بإمكانية إعادة استخدام اليورانيوم الضعيف التخصيب الذي استهلك في مفاعلات الماء الخفيف ولم يعد صالحاً للاستخدام فيها، الأمر الذي يوفر نوعاً من التآزر بين مفاعلات الماء الخفيف، ومفاعلات الماء الثقيل، وذلك يمثل دعماً لدورة إعادة معالجة الوقود النووي، وإعادة تدوير البلوتونيوم 239 الناتج، إضافة إلى الدورات القائمة على تحويل الثوريوم 232 لليورانيوم 233 الانشطاري.

المفاعلات المبردة بالغاز

المفاعلات المبردة بالغاز هي مفاعلات يستخدم فيها اليورانيوم الطبيعي وقودا والغرافيت مهدئاً وغاز ثنائي أكسيد الكربون مبرداً، حيث يغلف الوقود المكون من ثنائي أكسيد اليورانيوم بغلاف رقيق من سبيكة المغنيزيوم. وقد تم تطوير هذه

الاستفادة من الطاقة النووية في وقود السفن والغواصات

المفاعلات لزيادة المردود الحراري لوحدة الحجم من لب المفاعل. وتبلغ كفاءة هذه المفاعلات في تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية نحو 39%.

المفاعلات المبردة بالماء الخفيف

انتشر تصميم المفاعلات المبردة بالماء الخفيف والمهدأة بالغرافيت تحت الاسم الروسي المعروف (RBMK) وقدرته 1000 ميغاواط. ويتم احتواء وقود هذه المفاعلات في أنابيب كبيرة نسبياً، وتبرد بالماء العادي المعروف بالخفيف الذي يسري في الأنابيب تحت ضغط مرتفع، ومحاطة بكتل من الغرافيت تعمل كمهدئ.

المفاعلات الولودة السريعة

تقوم جميع المفاعلات السابقة على مبدأ استخدام النيوترونات الحرارية لشطر ذرات اليورانيوم 235 أو البلوتونيوم 239 بعد تهدئة النيوترونات السريعة الناتجة عن الانشطارات النووية باستخدام مواد التهدئة الخفيفة المتنوعة، مثل الماء الخفيف أو الثقيل، أو الغرافيت. وهنا تنبغي الإشارة الى أن قدرة النيوترونات الحرارية أو البطيئة على تحويل المادة القابلة للانشطار مثل اليورانيوم 238 إلى مادة انشطارية هي البلوتونيوم 239، هي قدرة محدودة للغاية، أما المفاعل الولود السريع فهو مفاعل يعمل بالنيوترونات السريعة المتولدة من الانشطارات النووية دون تهدئة، حيث لا تستخدم فيه أي مادة مهدئة للنيوترونات السريعة، وبذلك يتم تحاشي تهدئة النيوترونات السريعة بمقطع عرضي (أي باحتمالية) أكبر على التفاعل مع المادة القابلة للانشطار، وهي اليورانيوم 238، وتكوين اليورانيوم 239، الذي سرعان ما يتحول إلى البلوتونيوم 239 الانشطاري، وبذلك يمكن توليد كميات أكبر من المادة الانشطارية لزيادة معدل تكونها في هذه المفاعلات، مقارنة بالكميات المستهلكة. ويعود السبب في تسمية هذه المفاعلات بالولودة السريعة (Fast breeder reactors-FBR) إلى أن كمية مادة البلوتونيوم الانشطارية المتولدة فيها تزيد على كمية المادة المستهلكة، فضلاً عن استخدام النيوترونات السريعة. وتجدر الإشارة إلى أن كفاءة تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية في المفاعلات الولودة السريعة تبلغ 40% الأمر الذي يزكيها على غيرها من المفاعلات النووية.

■ **الوقود الاندماجي لا يستخدم في الوقت الحالي إلا للتدمير ولتصنيع القنابل الهدروجينية والقنابل الثلاثية الطور**

■ **الاستخدام السلمي كمصدر للطاقة مازالت تعترضه عقبات تقنية تتمثل أساساً في عدم السيطرة على معدل حدوث الاندماج الحراري وانطلاق الطاقة دفعة واحدة**

مفاعلات الاندماج النووي

تقوم مفاعلات الاندماج النووي على تسخين خليط من نظائر الهدروجين أو الليثوم عند درجة حرارة كبيرة تراوح بين 90 و80 مليون درجة مئوية (أعلى من الدرجة الداخلية للشمس) للوصول بمواد الخليط إلى الحالة الرابعة (البلازما) التي تعرف بأنها الحالة التي تكون عندها جميع ذرات المادة متأينة (أي يكون الإلكترون منفصلاً عن النواة).

ويجب احتواء البلازما بعيداً عن جدران الوعاء حتى لا تفقد طاقتها نتيجة التصادمات، فيتوقف التفاعل الاندماجي خلال أجزاء صغيرة من الثانية، ويكون ذلك بعدة طرق مثل: طريقة الجاذبية كما يحدث في النجوم، وطريقة القارورة المغنطيسية المعروفة باسم (توكوماك) وطريقة القصور الذاتي وغيرها. ويرى العلماء أن أنجح الطرق العملية لاحتواء البلازما حالياً (بعيداً عن جاذبية النجوم) هي القارورة المغنطيسية التي تطبق فيها مجالات مغنطيسية خارجية شديدة لاحتواء البلازما الساخنة وعزلها عن جدران الوعاء الحاوي، ولاتزال هناك محاولات لتطوير مفاعلات لاحتواء البلازما، وإنتاج مفاعل اندماج نووي لتوليد الطاقة.

أما في مجال التدمير فقد استخدمت الطاقة الاندماجية منذ عام 1953 في القنابل الثنائية الطور المعروفة بالقنابل الهدروجينية، أما في التفجيرات النووية الاندماجية فتستخدم قنبلة مصنوعة من مادة انشطارية لرفع درجة حرارة المواد الاندماجية التي تحيط بالمادة الانشطارية عادة للدرجة اللازمة لإحداث الاندماج بين مكوناته.

التأثيرات البيئية

يصاحب دورات الوقود، بدءاً من الاستخراج ومروراً بالمعالجة والاستخدام، وانتهاء بالتخلص من النفايات المتخلفة عن كامل الدورة، سلسلة من التأثيرات البيئية والصحية.

لايستخدم الخليط الطبيعي لعنصر اليورانيوم كمصدر للطاقة النووية إلا في عدد قليل من مفاعلات الطاقة النووية كما لا يستخدم هذا الخليط لأغراض عسكرية إلا في الطور الثالث من الرؤوس النووية الثلاثية الطور

وتقسم هذه التأثيرات إلى تأثيرات مباشرة وأخرى غير مباشرة.

وتبرز التأثيرات المباشرة نتيجة التعرض لإطلاقات المواد الضارة بصفة مستمرة عند التشغيل الروتيني المستمر، أو عند الحوادث الطارئة، وهذا يحدث تغيرات في البيئة قد تؤدي إلى فقدان سلامة البيئة، بصفة عامة، أو إلى تغيير نمط الأنظمة الإيكولوجية، أو إلى فقدان حياة بعض الكائنات، خاصة الدقيقة.

أما التأثيرات غير المباشرة فقد لا يكون لها أضرار مباشرة على البيئة أو صحة البشر، وقد لا تظهر نتائجها بشكل فوري، ولكنها تستحدث تأثيرات على البيئة والصحة في المستقبل. ومن أمثلة التأثيرات غير المباشرة على البيئة والصحة: زيادة احترار الأرض بفعل غازات الدفيئة، وأهمها ثنائي أكسيد الكربون، الأمر الذي قد يؤدي إلى أضرار بشرية كثيرة وانخفاض إنتاج الغذاء وإحداث تغير في توزيع الأمراض.

ومن التأثيرات غير المباشرة أيضاً سقوط الأمطار الحمضية التي قد تؤدي إلى تحريك الفلزات، بما فيها فلزات العناصر الثقيلة، إلى السلسلة الغذائية ومياه الشرب.

ومع ذلك فإن مخاطر دورة الوقود النووي الانشطاري والقابل للانشطار تعد عند الحد الأدنى في سلسلة المخاطر الصحية والبيئية، سواء المباشرة أو غير المباشرة، مقارنة بمصادر الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز). فبعد تشغيل دورة الوقود النووي، وتشغيل مفاعلات الطاقة بما يزيد على 10000 مفاعل/سنة، لم تؤد دورة الوقود النووي إلى تأثيرات صحية أو بيئية يعتد بها، إلا ما وقع في تشيرنوبيل في أبريل 1986، الذي تعود أسبابه إلى أخطاء فادحة ارتكبها المشغلون، مخالفين قواعد التشغيل الآمن، فضلاً عن إحدى خصائص المفاعل الذي وقع فيه الحادث، وهي المفاعلية الموجبة عند القدرات المنخفضة.

أما بالنسبة للطاقة النووية الاندماجية، فإنه على الرغم من أن التوقعات تؤكد عدم إمكانية استغلال هذه الطاقة سلمياً قبل عام 2020، فإن تقييم التأثيرات الصحية والبيئية لدورتها الكاملة يؤكد أنها ستكون من أنظف مصادر الطاقة صحياً وبيئياً على الإطلاق.

سلامة الأغذية المعاملة بالتشعيع الذري

م. عبد الحميد حسن شقير

الحفاظ على الموارد الغذائية لتصبح كافية ومتوافرة وآمنة يشكل تحدياً كبيراً لجميع شعوب العالم؛ لأنّ الغذاء الذي ننتجه تنافسنا عليه الأحياء الأخرى مثل الحشرات والأحياء الدقيقة. ولا يقتصر دور الأحياء الدقيقة بالذات على إفساد الغذاء بل يتعدى ذلك إلى جعله غير صالح بل وغير آمن للاستهلاك الآدمي. كما أنّ بعض الأغذية تنتج في مواسم معينة، وكثير منها سريع الفساد إذا لم تتخذ الاحتياطات الكفيلة لتصنيعها وتخزينها بصورة جيدة وآمنة، ما قد يؤدي إلى نقص بعض الأغذية في فترات معينة من العام.

تقديرات منظمة الأغذية والزراعة (FAO) تفيد بأن 25% من الأغذية المنتجة في كل أنحاء العالم تتعرض للتلف بعد حصادها نتيجة للإصابة الحشرية والبكتيريا والقوارض. وهذا الصراع حفّز الإنسان إلى البحث عن وسائل للتقليل من هذه الإصابات، ونشأت عبر العقود الماضية وسائل عدة لحفظ وتصنيع الأغذية، ساهمت في توفير الغذاء على مدار العام وإطالة فترة صلاحيته. إضافة إلى جعله في صورة أكثر قبولاً لدى المستهلك، ومنها طريقة حديثة بدأت تشق طريقها منذ سنوات وهي طريقة معاملة الأغذية بالتشعيع.

تقنية تشعيع الأغذية

تشعيع الأغذية هو معاملة الغذاء بنوع معين من الطاقة يتضمن تعريض الغذاء لكمية محكمة ومحددة من الأشعة المؤينة. ويتم التشعيع بتمرير الأغذية المراد تعقيمها على شريط متحرك خلال مركز الإشعاع الذي يكون مصدره غالباً (الكوبالت أو السيزيوم) وهما مادتان تبثان أشعة (غاما)، أو أجهزة خاصة لإنتاج أشعة (بيتا)، أو الأشعة السينية، كما تستخدم أحياناً الإلكترونات المسرّعة بطاقة قصوى تصل إلى عشرة ملايين إلكترون فلط والمنتجة بالمسرعات الإلكترونية، إذا كانت المادة الغذائية المراد معالجتها غير سميكة.

وتستخدم عملية التشعيع لحفظ الأغذية وإطالة فترة صلاحيتها، وذلك بقتل معظم خلايا البكتيريا والميكروبات الموجودة طبيعياً في الأغذية وتسبب فسادها وتلفها، وكذلك القضاء على سمومها التي يمكن أن تسبب التسممات الغذائية بأنواعها المختلفة. كما أنّ عملية التشعيع تبطئ من عملية النمو الطبيعي للنباتات وتؤخر تبرعمها وتؤجل نضوج الثمار والخضار من خلال تأثيرها على عملية الانقسام أو بعرقلة السيطرة على هرمونات النمو، ما يسهل الاتجار بها ونقلها عبر العالم أو تخزينها في المستودعات مدة طويلة.

وتعد تقنية تشعيع الأغذية أحد البدائل الحديثة المستخدمة في عملية حفظ الغذاء، شأنها في ذلك شأن البسترة والتعليب والتجفيف والتجميد وغيرها من الطرق التقليدية.

تطبيقات التشعيع

للتشعيع تطبيقات عدة في مجال الغذاء وهي على النحو التالي:

التعقيم:

يستخدم التشعيع حالياً لتعقيم أكثر من 50% من الأدوات الطبية المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية، ويمكن استخدام التقنية نفسها لمعاملة الغذاء، وقد أجريت أبحاث عديدة في هذا المجال. ويمكن استخدام جرعة عالية نوعاً ما للقضاء على كل الأحياء الدقيقة الموجودة في الغذاء. وبالإمكان تخزين الغذاء المعقم في عبوات خاصة لسنوات عديدة في درجة حرارة الغرفة دون حدوث أي فساد. وهذه العملية شبيهة بعملية التعليب التي تستخدم فيها معاملات حرارية لحفظ الغذاء.

وقد دعم الجيش الأمريكي العديد من الأبحاث المتعلقة بتعقيم الغذاء بالتشعيع للحصول على أغذية جيدة النوعية للاستخدامات الحربية. وتم إنتاج بعض من هذه الأغذية في الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي إلا أن طعمها وملمسها لم يكونا ملائمين إلى أن أدخلت تحسينات عديدة في هذا المجال منذ ذلك الوقت، وأثبتت التجارب أنّ اللحوم الحمراء ولحوم الدواجن المنتجة حالياً والمعقمة بطريقة التشعيع لاقت قبولاً يفوق المعلب، من حيث الطعم والملمس والحفاظ على العناصر الغذائية. وهذا مستخدم بشكل تجاري في عدة بلدان مثل فرنسا وجنوب إفريقيا وروسيا ولأغراض خاصة في دول أخرى، مثل تغذية مرضى نقص المناعة ورواد الفضاء في رحلاتهم الفضائية.

والجدير بالذكر أن العديد من الأغذية مثل اللحوم الحمراء ولحوم الدواجن وبعض الأسماك والخضراوات يمكن تعقيمها بالتشعيع، إلا أن بعضها الآخر لا يمكن تعقيمه بهذه الطريقة، فمثلاً منتجات الألبان لا يمكن معاملتها بهذه الطريقة لتأثيرها على طعم هذه المنتجات. ويمكن القول إن منتجات الألبان غير مرشحة لهذه الطريقة على الأقل في الوقت الحاضر.

البسترة بالتشعيع:

إن طرق التصنيع المستخدمة التي تقلل من أعداد الأحياء الدقيقة دون القضاء عليها كلياً لها عدد كبير من الاستخدامات، ومثال ذلك بسترة الحليب. والغرض الأساسي من بسترة الحليب هو القضاء على الأحياء الدقيقة الممرضة التي قد توجد فيه وتأخير فساد الحليب بتخفيض الميكروبية بدرجة كبيرة، ولهذه الطريقة تأثير طفيف على الطعم والقيمة الغذائية إلا أنها لا تؤدي إلى تعقيم الحليب.

وإنّ جرعات من التشعيع أقل من تلك المستخدمة للتعقيم يمكن استخدامها للغرض نفسه الذي تؤديه البسترة، وبإمكان هذه الجرعات تأخير الفساد في بعض الأغذية الطازجة السريعة التلف مثل الأسماك والقشريات وتخفيض أعداد الأحياء الدقيقة في البهارات والقضاء على البكتيريا والطفيليات وإطالة فترة صلاحية الفواكه، مثل الفراولة، بتأخير نمو الفطريات. والبسترة بالتشعيع لها تأثير طفيف لا يذكر على الطعم والقيمة الغذائية لهذه المنتجات.

وتعتقد الجهات المتخصصة بسلامة المستهلك أنّ هناك حاجة ماسة لمعاملات تصنيعية مثل البسترة لضمان سلامة المنتجات الطازجة مثل اللحوم الحمراء ولحوم الدواجن، وهذا النوع من الأغذية عرضة في الغالب للتلوث بالأحياء الدقيقة، مثل السالمونيلا التي تعتبر من الأحياء الدقيقة التي يمكن قتلها بالتشعيع. والطهي الجيد للحوم كفيل بالقضاء على هذه الأحياء الدقيقة إلا أن هذه الأحياء الموجودة في اللحوم تسبب العديد من حالات التسمم الغذائي سنوياً، خاصة عند الإهمال في تداولها واستخدامها (الطهي غير الجيد، أكل اللحوم النيئة، استخدام أدوات ملوثة في الإعداد). ومما لاشك فيه أن التداول الجيد لهذه المنتجات يقلل من حدوث حالات التسمم، إلا أن البسترة بالتشعيع تعتبر البديل وربما الطريقة العملية المثلى للحد من حالات التسمم الغذائي.

الحد من الإصابات الحشرية:

يؤدي استخدام جرعات منخفضة من التشعيع إلى قتل الحشرات في الحبوب والأغذية الأخرى، وبالإمكان إحلال التشعيع لقتل الحشرات بدلاً من المواد الكيميائية المبخرة مثل (إيثلين ثنائي البروميد) لما يسببه من تلوث بيئي وأضرار على طبقة الأوزون. ولعل هذا هو السبب الرئيسي لجهود الولايات المتحدة الأمريكية حالياً لاستخدام التشعيع في مجال الأغذية. وتستخدم حالياً بعض المبخرات الأخرى بدلاً من (الإيثلين الثنائي البروميد)، الا أن لهذه المواد مساوئ عدة تتمثل في الأخطار الصحية التي يتعرض لها العاملون في هذا المجال.

ويتوقع على المدى الطويل أن يكون التشعيع الخيار الأمثل كبديل للمبخرات للتحكم في التغيرات التي تحدث للأغذية بعد الحصاد.

وباستخدام تقنية التشعيع فإنه يمكن التخلص من الآثار الكيميائية للمبيدات التي تظل في الأغذية. بل يمكن القول إن قتل الحشرات بالتشعيع يؤدي إلى الاستفادة من الغذاء بدرجة كبيرة عن طريق تقليل الكميات التالفة والمصابة بالحشرات، التي يجري التخلص منها قبل وصول الغذاء للمستهلك، وذلك في حد ذاته ميزة كبيرة، خاصة في الدول النامية التي يتم فيها التخلص من مقادير كبيرة من الأغذية المصابة ما يؤدي إلى خسائر اقتصادية باهظة.

وبالطبع فإن ذلك لا يعني أن التشعيع هو الحل الوحيد أو الحل السريع لمشكلات المواد الكيميائية المبخرة لأن تقنية التشعيع حالياً لايمكن استخدامها بتوسع؛ وذلك راجع ببساطة إلى أن التجهيزات اللازمة لها لا تتوافر في الكثير من المناطق الزراعية، إضافة إلى ذلك لا يمكن استخدام التشعيع في نقاط معينة كما هي الحال في المختبرات، كما أن بعض المحاصيل تتطلب المزيد من الأبحاث لمعرفة الجرعة والظروف المثلى للقضاء على الحشرات.

استخدام تقنية التشعيع للتخلص من الآثار الكيميائية للمبيدات

تستخدم لحفظ الأغذية وإطالة فترة صلاحيتها بقتل معظم خلايا البكتيريا والميكروبات الموجودة طبيعياً وتسبب فساد الأغذية وتلفها

جرعات الإشعاع المسموح بها

أعلنت اللجنة المشتركة للخبراء في تشعيع الأغذية التي شكلتها وكالات الأمم المتحدة المختصة عام 1980 أن تشعيع الأغذية بجرعات متوسطها 10 كيلوغراي من الإشعاع يحافظ على سلامة الغذاء ولا يؤدي إلى مشكلات ميكروبيولوجية. وأصدرت اللجنة الاستشارية حول الأغذية المشعة والمستحدثة في لندن بيانا في عام 1986 جاء فيه: «نشعر بالرضى لأنه ما من مبرر يمنع، استنادا إلى الأنظمة السارية بشأن الصحة العامة، التشعيع التأيني للأغذية حتى حدود متوسط عام للجرعة يصل إلى 10 كيلوغراي بأشعة (غاما) أو بالأشعة السينية بطاقات تصل إلى 5 ملايين إلكتروفولت أو بإلكترونات طاقتها تصل إلى 10 ملايين إلكترون فولط».

مبنى منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)

الفاو: 25% من الأغذية المنتجة في كل أنحاء العالم تتعرض للتلف بعد حصادها نتيجة للإصابة الحشرية والبكتيريا والقوارض

الغذاء المشعع هو الذي تعرض لإشعاع أكسبه بعض الصفات الجيدة أما المشع فهو الذي يكون ملوثاً بمواد مشعة وأصبح هو ذاته مصدراً للإشعاع

وقد بلغ عدد الدول التي سمحت بإنتاج وبيع الأغذية المشعة نحو 42 دولة منها: الأرجنتين وبلجيكا وبنغلادش والبرازيل وكندا والصين وبريطانيا وكرواتيا وكوبا والدنمارك وفنلندا وفرنسا وروسيا وجنوب إفريقيا وإسبانيا وتايلاند وأوكرانيا وأمريكا وفيتنام ويوغسلافيا.

وكان مجموع ما صرحت به تلك الدول من أصناف التغذية يزيد على 40 صنفاً، وهناك 28 دولة تقريباً تستخدم تقنية التشعيع الغذائي بصورة تجارية.

سلامة الغذاء المشعع وقيمته الغذائية

عملية تعرض الغذاء للإشعاع ينتج عنها تغيرات كيميائية قليلة جداً، ولم يعرف عن أي من هذه التغيرات أنّها مؤذية أو خطرة. وينتج عن بعض التغيرات الكيميائية مواد تدعى «نواتج التشعيع». وقد ثبت أنّ هذه النواتج منتشرة وشائعة، كالغلوكوز وحمض النمل وثنائي أكسيد الكربون، وهذه موجودة في الأغذية بصورة طبيعية أو أنها تتشكل فيها بفعل المعالجة الحرارية كالطهو. وقد قدرت إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية الكمية الإجمالية لنواتج التشعيع عند جرعة واحد كيلوغراي بأنها لا تتعدى ثلاثة أجزاء في المليون.

أما بالنسبة للجذور الحرة التي تتشكل خلال التشعيع فهي كذلك تتشكل عند المعالجات الأخرى للغذاء، مثل تحميص الخبز، وفي أثناء الأكسدة تأخذ مجراها في الأغذية على نحو طبيعي.

وقد أجريت بحوث مستفيضة خلال ما يزيد على ثلاثين عاماً للتعرف إلى التأثيرات المختلفة للإشعاع على أصناف عديدة من المواد الغذائية، النباتية منها والحيوانية على حد سواء، وتم إطعام الفئران لعشرات الأجيال.

كما تم إطعام مجاميع من الناس الغذاء المشعع لفترات طويلة ولم تظهر أية تأثيرات عليهم، وتم إثبات سلامة وصلاحية الغذاء المعالج بالإشعاع. وأجمعت الهيئات واللجان الدولية والوطنية المتخصصة مثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، والمجموعة الاستشارية للتشعيع الغذائي على أن استخدام جرعات

الجذور الحرة التي تتشكل خلال التشعيع تتشكل عند المعالجات الأخرى للغذاء

لا تزيد على 10 كيلوغراي في تشعيع أي منتج غذائي لا يسبب مخاطر سمية، وبالتالي فإنه لم يعد هناك ما يدعو لإجراء الاختبار للأغذية المعالجة بمثل هذه الجرعات، وإن تشعيع الغذاء بمثل هذه الجرعات لا يحدث مشكلات غذائية أو إحيائية معينة. ولا يعني هذا بالضرورة أن تعريض الغذاء لجرعات تزيد على ذلك يجعله غير صالح، بل إن تعقيم اللحوم لحفظها دون تبريد مدة طويلة يتطلب جرعة اكبر.

أما فيما يتعلق بالقيمة الغذائية، فإنّ تشعيع الغذاء لا يولد مشكلات خاصة فيها، وإنّ النقص الذي يحصل في بعض الفيتامينات حيث تشير بعض التجارب إلى أنّ الإشعاع قد يدمر ما يراوح بين 30 و 40% من فيتامينات الطعام، إلا أن تجارب أخرى تبين أن هذه النسبة تراوح بين 30 و 40%. وهذا التباين في النتائج ناتج عن عدة عوامل أهمها صعوبة دراسة ما يحدث للفيتامينات داخل الأنسجة الحية، واختلاف أنواع الفيتامينات من ناحية حساسيتها للإشعاع، فالفيتامينات الذائبة في الماء تكون شديدة الحساسية للأشعة المؤينة؛ فالثامين فيتامين (B1) من أكثر عناصر مجموعة فيتامينات (B) حساسية، كما أن جرعة من الأشعة تزيد على 5 كيلوغراي يمكنها تدمير فيتامين (C). أما الفيتامينات الذائبة في الدهون (ADEK) فتختلف استجابتها للإشعاع، فالجرعة التي تدمر الفيتامين (A) لا تؤثر على فيتامين (C)، ويتأكسد فيتامين (E) بالمواد المتخللة إشعاعياً، في حين لا يكاد يؤذي الإشعاع الفيتامين (K) الموجود في أنسجة الأغذية النباتية، إلا أنّه يقوم بتدميره تدميراً شبه تام عندما يوجد في اللحوم.

وعلى العموم فإنّ الأبحاث العلمية التي أجراها البروفيسور جيفري كامبل بلات أستاذ تقنية الأغذية في جامعة ريدينغ ببريطانيا أثبتت أنّ كل طرق الحفظ ومعالجة الأغذية الأخرى، بما فيها الطهو، تقلل من القيمة الغذائية للأطعمة مثل ما يفعل التشعيع، خاصة إذا استخدمت هذه التقنية في حدود النطاق الصحي المسموح به.

تبطئ عملية النمو الطبيعي للنباتات وتؤخر تبرعمها ونضوج ثمارها من خلال تأثيرها على عملية الانقسام أو بعرقلة السيطرة على هرمونات النمو ما يسهل الاتجار بها ونقلها عبر العالم تقنية التشعيع ليست الحل الوحيد أو السريع لمشكلات المواد الكيميائية المبخّرة لانه لا يمكن حالياً استخدامها بتوسع

عقبات ومشكلات

من المشكلات الفنية التي تواجه تقنية تشعيع الأغذية عدم استنباط طريقة واحدة يعول عليها تمكن من تحري التشعيع فى جميع أنواع الأغذية، أو معرفة مستوى الجرعة التشعيعية التي شعع بها الغذاء لغرض المراقبة

والاختبار، ويرجع هذا جزئياً إلى أنّ العملية التشعيعية لا تغير من وجهة النظر الفيزيائية (مظهر المنتج أو شكله أو درجة حرارته)، كما أن التغيرات الكيميائية التي تحدث لا تكاد تذكر. ومع هذا فإنّ هناك بعض الطرق لقياس التعرض الإشعاعي في أصناف محددة من الطعام، مثل المقاييس الحرارية الضوئية التي تستخدم للبهارات، ومقاييس طيف الرنين الإلكتروني التي تستخدم في اللحوم والدواجن والأغذية البحرية المحتوية عظاماً أو أصدافاً، وهناك بحوث كثيرة تجرى حالياً لحل هذه المعضلة باستخدام العديد من الطرق الفيزيائية والكيميائية والإحيائية.

ومن أهم العقبات التي تواجه تسويق الغذاء المعالج بالإشعاع، تخوف الناس من اسم الإشعاع الذري لارتباطه بأذهانهم بالقنابل والحوادث الذرية، والخلط الحاصل بين الغذاء المشعع والغذاء المشع. فالغذاء المشعع هو الغذاء الذي خضع لتعرض محدود من الإشعاع تحت ظروف معينة لإكسابه بعض الصفات الجيدة للوصول إلى هدف معين.

أما الغذاء المشع فهو الذي يكون قد تلوث بمواد مشعة وأصبح هو ذاته مصدراً للإشعاع، كما وقع بعد حادث تشرنوبيل عام 1986، ويحظر دولياً تناول الغذاء المشع إذا كان تلوثه الإشعاعي أعلى من حد معين. ومع هذا فإنّ التجارب العملية في تسويق المواد الغذائية المعالجة في بعض البلدان – التي ترفق معها بطاقات توضح أنها معالجة إشعاعياً مع تبيان غرض المعالجة – تظهر أنها تباع جنباً إلى جنب مع نظائرها غير المشعة ولا يبدي المستهلكون أي تردد في شراء الأغذية المشعة.

غاب أصله ونسب إلى غير أهله جهلاً أوتجاهلاً

ريادة العرب في علم التعمية واستخراج المعمى (الشفرة وكسرها)

لا يكاد التاريخ الإنساني يذكر أمة من الأمم اهتمت بالعلم وشجعته وأنزلته المنزلة اللائقة به كالأمة العربية الإسلامية إبان عصورها الزاهرة، حتى لقد غدا ميدانُ تفاخر الخلفاء والأمراء مبلغَ ما يضم مجلسهم من رجال العلم والمعرفة والشعر والبيان، وغدت حواضرنا العربية الإسلامية - دمشق وبغداد والقاهرة والقيروان - موئلاً للبحث العلمي ومصدراً للإشعاع المعرفي الثرّ.

د. محمد حسان الطيان

وبرز من خلال ذلك نخبة من العلماء والفلاسفة والحكماء والمفكرين نبغوا في كل الميادين، فلم يدعوا باباً إلا طرقوه، ولا علماً إلا سبروا أغواره، بَلْهَ ما أبدعوه من ابتكارات جديدة، وما أضافوه من علوم مفيدة أضفت على ما خلفوه من تراث طابعاً مميّزاً غنياً مفعماً بالعناصر الفعالة والقوى الخلاقة والطاقات المبدعة.

من بين تلك العلوم التي ابتكرها العرب وأضافوها إلى سجلّ الحضارة الإنسانية علم التعمية واستخراج المعمى (الشِّفرة وكسر الشفرة). وقد جاء وضعه في مرحلة مبكرة من عمر الحضارة العربية الإسلامية، منذ أواسط المئة الثالثة للهجرة، عندما اشتدت الحاجة إلى ترجمة علوم

الأمم المجاورة والوقوف على ما عُمِّي فيها وأشكل أو ما رمِّز وأخفي، ثم تطور وعظم شأنه بعد توالي هجمات المغول والصليبيين في القرنين السابع والثامن حين اشتدت الحاجة إلى المراسلات السرية.

نجم آفل

ثم أفل نجمه بانحسار ركب الحضارة العربية، وتحول إلى فنٍّ بديعيّ لايستعمل إلا للتفكّر والتملّح، ولا يكاد يمتُّ بصلة إلى أصول ذلك العلم، بل لقد غدا العرب فيه عالةً على غيرهم من الأقوام كالفرس والروم.

من هنا غاب أصل علم التعمية واستخراج المعمى ونسب إلى غير أهله جهلاً أو تجاهلاً. بل لقد غاب اسمه الحقيقي وهو التعمية وغدا معروفاً بين الناس باسم علم الشفرة وكسر الشفرة. وكان من جميل صنع الله بي أن شرّفني وزميلّيَّ د. محمد مراياتي ود. يحيى مير علم بالكشف عن المخطوطات المخبوءة في هذا العلم، وتحقيقها، ودراستها، ونشرها، في رحلة علمية استغرقت نحواً من عشرين عاماً، أخرجنا منها سِفْرين كبيرين من أسفار هذا العِلم حققنا فيهما أحد عشر مخطوطاً من مخطوطات التعمية في تراثنا العربي. وما زلنا نتطلع إلى إخراج السِّفْر الثالث، الذي يثبت بما لا يدع مجالاً للشك أن العرب المسلمين كشفوا رموز الهيروغليفية قبل شامبليون بألف عام على الأقل.

تعريف التعمية

التعمية Cryptography: تحويل نص واضح إلى آخر غير مفهوم باستعمال طريقة محددة يستطيع من يعرفها أن يفهم النص.

مجموعة من المخطوطات التاريخية

واستخراج المعمى: تحويل النص المعمى إلى نص واضح لمن لا يعرف مسبقاً طريقة التعمية المستعملة.

الكشف عن مخطوطات التعمية

يعود اهتمامنا بعلم التعمية إلى نحو من عشرين عاماً إذا أوقفنا الدكتور مراياتي على كلمة للأستاذ (دافيد كهن) كبير مؤرخي التعمية، يقول فيها: «ولد علم التعمية بشقّيه بين العرب فقد كانوا أول من اكتشف طرق استخراج المعمى وكتبها ودوّنها». اعتمد كهن في مقولته هذه على ما اطلع عليه في كتاب صبح الأعشى في صناعة الإنشاء للقلقشندي (821 هـ/1418م). حيث أفرد القلقشندي فصلاً لما أسماه: «إخفاء ما في الكتب في السرِّ»، عوّل فيه على كلام رجل يدعى ابن الدريهم، وأكثر النقل عن رسالته المسماة «مفتاح الكنوز في إيضاح المرموز». تلك الرسالة التي اشتملت على كثير من قضايا التعمية وطرقها ومناهج استخراجها وأمثلة تطبيقية عليها. كل ذلك دعا كبير مؤرخي التعمية إلى القول بأن ابن الدريهم العربي (1366م) هو أبو التعمية في العالم وليس آلبرتي الإيطالي (1466م)، غير أنه أعرب عن أسفه الشديد لضياع هذا المخطوط وعدم تمكنه من الوقوف عليه. وتبلغ القضية ذروتها حين ترد الرسائل إليه مُنكرةً هذا الكشف، مطالبة بالدليل، زاعمة أن ابن الدريهم شخصية أسطورية خرافية لا حقيقة لها ولا وجود لصاحبها.

المخطوط الضائع

استنطقنا أولاً كتبَ التراجم والسير فأنبأتنا بوجوده، وروت لنا طرَفاً من أخباره، غير أن غايتنا لم تتحقق، وكانت جولة مطوّلة في رحاب المكتبة الظاهرية بدمشق التي كانت تضم نحواً من اثني عشر ألف مخطوط، بذلنا الوسع في استعراض جذاذاتها، وحظينا ببعض رسائل منسوبة لابن الدريهم، ولكن غايتنا لم تتحقق أيضاً، فالمخطوط المطلوب مازال مجهولاً، وكان لابد من مواصلة البحث والارتحال في سبيله، وهكذا انتقل التنقيب والتنقير من دمشق إلى اسطنبول، ومن الظاهرية إلى السليمانية حيث ترقد الكثرة الكاثرة من مخطوطات العربية رهينة المحبسين: الغربة، وخزائن الكتب الموصدة. وهناك وجدنا ضالتنا بعد بحث متواصل في فهارس نحو من تسعين مكتبة ضُمّت إلى السليمانية، وهي تشتمل على أكثر من مئة ألف مخطوط عربي. اهتدينا إلى مخطوط رسالة «مفتاح الكنوز في إيضاح المرموز» وذلك ما كنا نبغي، بل حظينا بأضعاف ما كنا نرجو ونبغي؛ إذ وقفنا على مجموعة قيمة من رسائل التعمية، أعادت أوّلية هذا العلم إلى القرن الثالث الهجري بدلاً من القرن الثامن، وإلى فيلسوف العرب الكندي (260هـ) بدلاً من ابن الدريهم الموصلي (762هـ). وكان ثمرة ذلك كله موسوعة «علم التعمية واستخراج المعمى عند العرب»، التي طُبع جزؤها الأول عام 1987 والثاني عام 1997، ومازال العمل مستمراً والبحث جارياً. وكان من سوالف الأقضية أن أرسلنا الجزء الأول إلى كبير مؤرخي التعمية دافيد كهن فجاءنا جوابه يحمل فرحته الغامرة تترجمها كلماته التي قال فيها عن الكتاب: «إنه إسهام عظيم في تاريخ علم التعمية ومدعاة كبرى لامتناني الشخصي وتقدير سائر المهتمين بهذا البحث والمؤرخين له، وسنكون مدينين دوماً بالشكر له...»، وقد قام مركز الملك فيصل ومدينة الملك عبدالعزيز بالرياض بترجمة الكتابين إلى اللغة الإنكليزية وتكريم مؤلفيهما.

وصدر من هذه الترجمة خمسة أجزاء حتى الآن في كل جزء رسالة من رسائل التعمية.

أهمية علم التعمية

يحظى علم التعمية واستخراج المعمى بمكانة مرموقة بين العلوم، وقد اكتسب أهمية بالغة في العالم الغربي منذ مطلع القرن الماضي، فقد تبين خلال الحربين العالميتين خاصة، أن كثيراً من الوقائع التاريخية في الحرب الثانية قد اتخذت صوراً ظاهرة وأخفت حقائق مذهلة مضت عشرات السنين قبل أن يكشف اللثام عن سرها، من ذلك مثلاً معارك رومل – مونتغمري المشهورة، فقد ظهر بعد مضي ثلاثين عاماً عليها أنها كانت تخفي وراءها معركة في التعمية واستخراج المعمى، هي أهم بكثير مما جرى على أرض الصحراء من وقائع وعمليات حربية. ولقد ضحى الإنكليز بقاعدة كاملة من قواعدهم (CONVENTRY) لئلا يعلم الألمان أنهم استطاعوا استخراج إحدى معمياتهم في الحرب، إذ قررت حكومة تشرشل ترك

أفل نجم هذا العلم بانحسار ركب الحضارة العربية وتحول إلى فن بديعي لا يستعمل إلا للتفكّر والتملُّح ولا يكاد يمت بصلة إلى أصوله

الألمان يدمرون القاعدة برغم وقوفهم على القرار الألماني وتوقيته وتفصيل العملية كاملاً عن طريق استخراج معمى الاتصالات الألمانية.

ولم يبق هذا العلم وقفاً على العمليات الحربية والمؤسسات العسكرية، وإنما تعدى إلى المؤسسات الحكومية، ولا أدل على ذلك مما ذكره كهن في كتابه عن حجم فعالية العاملين في التعمية واستخراج المعمى التي سماها «إمبراطورية التعمية واستخراج المعمى» والمرتبطة برئيس الولايات المتحدة. فهي تشغل منطقة واسعة يعمل فيها نحو 20 ألف موظف ويصرف عليها سنوياً نحو مليار دولار، ويرتبط بهؤلاء الموظفين ما يزيد على 80 ألف موظف، ما يرفع التكلفة السنوية لهذه الفعالية إلى 15 مليار دولار!! كما ذكر أن هذه الفعالية تحوي أكبر تجمع للحواسيب على وجه الأرض، ويتوافر لديها حواسيب من أجيال واستطاعات غير معلن عنها.

تحول كبير

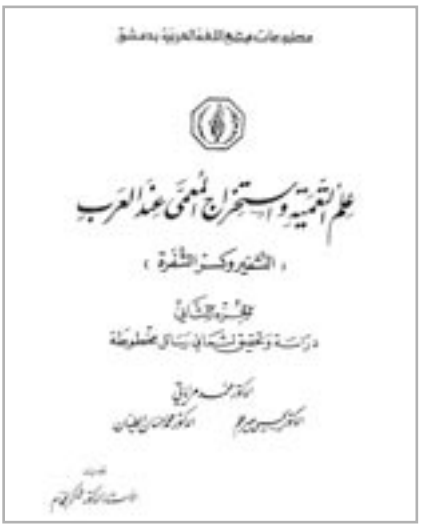
وقد شهد العقدان الأخيران تحولاً كبيراً في دائرة المهتمين بهذا العلم، بل في دائرة المستثمرين له والمستفيدين منه، حيث بات من المعروف أنه دخل مجال اهتمام الجهات غير الحكومية من مؤسسات وأفراد، ونستطيع أن نوجز ذلك في المجالات التالية:

1 - الصناعة والتجارة: إذ أصبح الحفاظ على المعلومات ضرورة أساسية تضمن الربح والنجاح.

2 - الشركات الخاصة بالبث التلفزيوني والقنوات الفضائية التي تعمد إلى تعمية البرامج التلفزيونية المبثوثة، فلا يستطيع رؤيتها إلا المشتركون الذين يدفعون اشتراكاً شهرياً مقابل المفتاح الذي يسمح بفك التعمية ورؤية البرامج، وهو دائم التغيير.

3 - المصارف: حسابات المصارف واتصالاتها وتحويلاتها والتحكم في كل ذلك عن بعد أدى إلى حاجة ماسة للتعمية خوفاً من العمليات غير المشروعة.

4 - الحواسيب: أدت ضخامة المعلومات - التي أخذت تحتويها ذواكر الحواسيب الآلية، وما تحويه نظم المعلومات من قواعد البيانات، وضرورة ضغط هذه المعلومات في حيز صغير - إلى النظر في حفظ هذه



صورتان ضوئيتان للجزأين الأول والثاني لكتاب علم التعمية واستخراج المعمى عند العرب

المعلومات من العبث أو السرقة عن طريق تعميتها، كما أن نقلها عبر خطوط شبكات الحواسيب يتطلب تعميتها عند هذا النقل.

5 - الكشف عن اللغات القديمة البائدة: كان لعلم استخراج المعمى أكبر الأثر في كشف رموز اللغات الهيروغليفية في مطلع القرن الماضي. ولايزال يستخدم في الكشف عن اللغات المسمارية بأنواعها المختلفة من حثية وفارسية قديمة وكلدانية.

وصفوة القول إن لعلم التعمية واستخراج المعمى أهمية بالغة وصلت إلى ذروتها في عصرنا الحاضر، وتوفر له من أسباب الرعاية والتطوير الشيء الكثير لدى الدول المتقدمة.

طرائق التعمية

يمكن إرجاع معظم الطرق التي عرفتها التعمية عبر تاريخها الطويل إلى إحدى طريقتين:

أولاً: التعمية بمعالجة الحروف:

وهي مقصود الباب وغايته، لأنها عملية يجري فيها اتباع طرق تلزم قواعد محددة تخص كلاً منها، وطرقها عديدة يمكن إرجاعها إلى إحدى أربع طرق رئيسية، سنستعرضها معتمدين على ما جاء في المخطوطات العربية:

أ - التعمية بالقلب أو البعثرة TRANSPOSITION:

وتكون بتغيير مواقع حروف الرسالة وفق قاعدة معينة، أي لا يستعان في هذه الطريقة برموز أو حروف ليست في الرسالة المعماة سواء أكانت كلمة أم عبارة أم نصاً، وهناك أساليب كثيرة تتفرع عن التعمية بطريقة القلب هذه أورد كثيراً منها ابن الدريهم في رسالته:

- ❖ كأن تكتب معكوساً، فتقلب حروف كل كلمة ضمنها، نحو: (محمد والد علي - دمحم دلاو يلع).
- ❖ أو تقدم الحرف الأخير، نحو (قاسم - مقاس).
- ❖ أو تبدل الأول من الكلمة بالآخر منها، نحو (رضوان - نضوار).
- ❖ أو تأخذ حرفاً من أول الكلمة وحرفاً من آخرها، نحو: (مسعود - مدسوع). وهو بالأرقام كما يلي:

النص الواضح: ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧
المصوب من التكسير: ١ ٧ ٢ ٦ ٣ ٥ ٤

أو يبدأ بالآخر قبل الأول كالطالع والغارب في التكسير نحو (مسعود - دموسع) وهو بالأرقام كما يلي:

النص الواضح: ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧
الطالع والغارب في التكسير: ٧ ١ ٦ ٢ ٥ ٣ ٤

أو يفعل ذلك في الكلام كله يأخذ من أوله وآخره حرفاً حرفاً حتى يفرغ.

وأصل هذه الطريقة يقوم على أخذ حرف وترك عدد من الحروف حتى ينقضي النص ثم العودة لأخذ الحرف الثاني وترك عدد الحروف نفسه، فالرسالة مثلاً إن كانت في عشرين حرفاً، كقولنا «الحديث يا خيل الله اركبي» تكتب حروفها في سطرين مناصفة على النحو التالي:

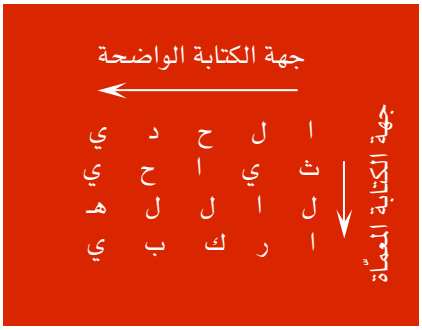
ا ل ح د ي ث ي ا خ ي
ل ا ل ل ه ا ر ك ب ي

ثم تعمى بطريقة القلب المتقدمة بأخذ حرف وترك أربعة، فتغدو حروفها:

ا ث ل ا ل ي ا ر ح ا

ل ك د خ ل ب ي ي هـ ي

وتكافئ هذه الطريقة طريقة القلب المعروفة لدى كتابة النص في أسطر، في كل منها خمسة أحرف، يجري قلبها وقراءتها عمودياً فتخرج التعمية السالفة، وهذه صورتها:



2 - التعمية بالإعاضة أو التبديل SUBSTITUTION:

تقوم على أن يبدل بكل حرف حرف آخر أو رمز من خارج النص وفق قاعدة محددة، ويمكن أن يتم هذا التعويض بطرق مختلفة وكثيرة، وقد عدَّ منها ابن الدريهم في رسالته طرقاً عديدة كأن:

❖ يصطلح على إبدال حرف بحرف معين دائماً حيث وقع وفقاً لواحد من الأقلام المعروفة آنذاك، من مثل القلم القمي (وهو بيت شعر يشتمل على حروف العربية كلها دون تكرار):

كم أو حط صلا له در سع

في بز خش غض ثج تذ نق

فيبدل الكاف بالميم والميم بالكاف، فيكتب (محمد: كطكر) أو يتم التبديل وفقاً لقلم آخر مثل وضعهم:

طرقت شموس فظل ذا جزع

خبلاً حديثك نصه غض

فيكتب: (عمر: زشط)

❖ أو يبدل كل حرف بما بعده من حروف (أبجد) فيبدل الألف بالباء.. مسترسلاً إلى أن يبدل الغين بالألف لأن الحروف كالدائرة يبدل آخرها بأولها، فيكتب (محمد: نطنه). أو يبدل الحرف بثالثه فيكتب (محمد: سيسو) أو برابعه فيكتب (محمد: عكعز).. فينتج عن ذلك ثمانية وعشرون اصطلاحاً.

❖ أو يبدل الحرف بما بعده من حروف (أبجد) حرفين حرفين فيكتب (محمد: نزنج). أو يبدل الحرف بثالثة، فيكتب (محمد: سوسب)، أو برابعة أو بخامسة، أو يبدل الحرف بما قبله فيقوم من ذلك ثمانية وخمسون اصطلاحاً، مع الاحتراز من أن يكون المترجم مغربياً لاختلاف ترتيب حروف (أبجد) عندنا عما هو عليه لديهم، وهو (أبجد، هوز، حطي، كلمن، صعفض، قرست، ثخذ، ظغش).

أصالة العرب وأسبقيتهم

إن علم التعمية واستخراج المعمى علم عربي الأصل والنشأة والتطور، ويمكننا هنا أن نوجز السبق الذي حققه العلماء العرب والمسلمون في هذا المجال بالنقاط التالية (مع تصحيح ما نسب خطأ إلى غيرهم وحقه أن ينسب إليهم):

1 - الكندي (260 هـ /874م): هو أول من كتب مخطوطاً في استخراج المعمى وذلك في القرن الثالث الهجري الموافق للقرن الثامن الميلادي، أي قبل سبعة قرون ممن ينسب له مؤرخو الغرب كتابة أول مخطوط في هذا العلم وهو الإيطالي ألبرتي.

2 - وهو أول من فرق بوضوح بين طريقتي التعمية الأساسيتين الإبدال والقلب وذلك قبل بورتا بسبعة قرون أيضاً.

3 - وهو أول من استخدم فكرة الكلمة المحتملة التي تنسب خطأ إلى بورتا.

4 - ابن عدلان النحوي (666 هـ/ 1268م): أول من استخرج النصوص بدون فاصل وهو ما أسماه بالمدمج وذلك قبل بورتا بثلاثة قرون.

5 - ابن الدريهم (762 هـ/ 1359م) هو صاحب فكرة جدولة (VIGENERE) المشهور والذي تأخر عنه قرنين من الزمان.

6 - وهو الذي عرض طريقة التعمية باستعمال شبكة بسيطة سابقاً بذلك كاردانر بقرنين من الزمان أيضاً.

3 - التعمية بزيادة حروف أو كلمات أغفال أو بحذف حروف:

وتقوم على زيادة حروف أو كلمات NULIS أو إسقاط حروف OMISSION. وللتعمية بهذه الطريقة أساليب عديدة ذكر كثيراً منها ابن الدريهم في رسالته، كأن:

❖ يكرر الحروف، أو يكرر المفرد منها.

❖ أو يسقط منها حرفاً حيث وقع.

❖ أو يبدل حرفاً بحرفين يختارهما إما متشاكلين مثل (ط ظ) وإما متغايرين مثل (ب ع).

❖ أو يزيد من كل كلمة حرفاً من الحروف في أولها أو ثانيها أو ثالثها أو آخرها. أو حرفين دائماً متماثلين أو متغايرين، أو حرفاً في كلمة وحرفاً في أخرى، أو يزيد في الأولى ألفاً وفي الثانية باء هكذا إلى آخر الحروف، إما على اصطلاح (أبجد) وإما على اصطلاح حروف المعجم. فينتج عما تقدم اصطلاحات كثيرة.

❖ أو يصطلح على أن يتهجى الحرف بهجائه. فيكتب (محمد: ميمحا ميمدال). أو يكتبها حرفاً مصوباً وحرفاً معكرساً (ميما حميملاد) أو يبتدئ بالعكس فيكتب (أحمد: فلاحاميمدال).

❖ أو يدخل في الكلام حروفاً أجنبية، فيأخذ من كل كلمة أولها، فيكتب (محمد: ماحال مسكين دنف) أو آخرها، فيكتبها (ظلم مريح شم العبد) أو وسطها فيكتبها (يمن بحب شمس حدر).

❖ أو يصطلح على أن يأخذ من كل كلمة ثانيها، فيكتب (محمد: لم يحسن عمل هده) أو ثالثها فيكتبها (ألم أرحك يوم نجد).

4 - التعمية المركبة SUPER ENCIPHERMENT OR COMPOSITE CIPHER:

وتكون باستخدام طريقتين أو أكثر من أساليب التعمية التي سبق ذكرها ضمن الطرق الثلاث المتقدمة، وهي التعمية بالقلب أو الإعاضة والتبديل أو بزيادة حروف أو كلمات أغفال أو نقصانها، وينتج عن تطبيق ذلك عدد لا يحصى من طرق التعمية المركبة، نجتزئ من إيرادها بمثال واحد، كأن تعمى عبارة «محمد والد علي»

بالطريقتين الأولى «القلب» والثانية «التبديل» فتكتب «هنطن همبز كمف». وتفسير ذلك أننا قلبنا الكلمات أولاً فأصبحت العبارة: «دمحم دولا يلع» ثم أبدلنا كل حرف بما بعده في ترتيب أبجد هوز: «بعد الدال هاء، وبعد الميم نون.. الخ» فأصبحت العبارة «هنطن همبز كمف».

ثانياً: تعمية المعاني بالتورية:

يندرج تحت هذا النوع ما استخدمه العرب في جاهليتهم من الرمز والملاحن والمعاريض ثم ماعرف في القرون المتأخرة بالأحاجي والألغاز، وهو أقرب إلى التعمية البديعية، ولها مصنفات مستقلة، لن نخوض فيها هنا.

مبادئ استخراج المعمى

ثمة مبادئ أساسية يؤخذ بها في استخراج معمى النثر، وهي:

1 - استعمال الصفات الكمية للحروف QUANTITATIVE:

ويدعوها الكندي الحيل الكمية وتقوم على معرفة تواتر الحروف أو دورانها FREQUENCY COUNT في اللسان الذي تعالجه، أي معرفة مراتب تلك الحروف في الاستعمال، لتقابل بمراتب الرموز المستخدمة في الرسالة المعماة، ولعل الكندي أول من قام بإحصاء الحروف في الكلام المزيد لاستعمالها في حل المعمى، وذلك اعتماداً على ما ورد في نص معين، فيكون الأول لأكثرها عدداً والثاني للذي يليه وهكذا، وتبعه في إحصاءات أخرى بعض أعلام الترجمة كابن دنينير وابن عدلان وابن الدريهم، وكان ابن عدلان أكثرهم عناية بمراتب الحروف، فقد جعلها عنواناً للقاعدة الأولى، وقسمها على طريقة أكثر أهل الفن إلى ثلاث مراتب: كثيرة الدوران، ويجمعها قولك: (الموهين) ومتوسطته، ويجمعها قولك: (رعفت بكدس قحج) وقليلته، وهي مجموعة في بداية كلمات قول الناظم:

ظلم غزا طاب زورا ثاويا
خوف ضنى شبت صبا ذاويا

وينبغي التنبه هنا إلى أمر ذي شأن، وهو أن مراتب الحروف تختلف باختلاف المادة

يحظى بمكانة مرموقة واكتسب أهمية بالغة في العالم الغربي منذ مطلع القرن الماضي

اللغوية المحصاة، فمراتبها في إحصاء الجذور تختلف قليلاً عن مراتبها في إحصاء الكلام العادي لنصوص فيها المزيد والمجرد.

إن مبدأ استعمال تواتر حروف اللغة المعماة (مراتبها) في استخراج النص المترجم، هو واحد من أشياء كثيرة سبق إليها العرب في هذا العلم، إذ لم يكتب عن هذا المبدأ لدى الغربيين إلا في القرن الخامس عشر الميلادي عندما وضع ألبرتي أول رسالة في التعمية.

2 - استعمال الصفات الكيفية للحروف QUALITATIVE

ويدعوها الكندي الحيل الكيفية، وقوامها معرفة أحكام بنية الكلمة أو نسجها، وما يكون من حروفها أصلياً أو متغيراً أو زائداً أو صامتاً أو مصوتاً، وما يقارن من الحروف وما لا يقارنه تقديماً وتأخيراً، أو بتقديم أو بتأخير، وما يكثر دورانه من الثنائيات DIGRAPH OR DIGRAM مثل (لا، ما، من...) والثلاثيات TRIGRAPH OR TRIGRAM مثل (كما، على، إلى)، وما يكثر دورانه في أوائل الكلمات مثل (الواو، الباء، الكاف، الفاء، الياء، الـ التعريف)، وفي أواخرها مثل (الألف، الهاء، النون) ومبلغ تكرار (تصنيف) كل حرف من حروف العربية في الكلمة الواحدة، وما كان من الألفاظ المطابقة (الرباعي المضاعف) مثل (هدهد، زلزل، مدمد) وحدّ أقل كلام وأكثره في الحروف والأسماء والأفعال، ومبلغ نهاية كل من الأفعال والأسماء قبل الزيادة.

وهذه الطريقة في استخراج المعمى غالباً ما يلجأ إليها أصحاب الترجمة حينما يكون النص قصيراً ولا يبلغ أن تتكرر فيه حروف العربية ثلاث مرات حتى يصح عليها تطبيق مراتبها، مما لا يجدي معه استعمال الصفات الكمية أي تواتر الحروف ومراتبها، في حل المعمى، وقد سبق الكندي إلى التنبيه على أهمية كثرة حروف النص «لتصح فيه الكثرة والقلة»، ثم تبعه ابن عدلان الذي جعل الحد الأدنى له تسعين حرفاً.

وتعتمد هذه الطريقة التحليلية على معرفة لغوية معجمية وصرفية وصوتية، وقد عالج الكندي في رسالته هذه المعارف على نحو معجب، ودرسها دراسة مدققة، وبلغ غاية الإبداع في استقصائه للقوانين الصوتية الناظمة لائتلاف الثنائيات (تمازجها أو اقترانها) وتنافرها (عدم اقترانها)، وعرض كل حرف من حروف العربية وأتبعه بما لا يأتلف معه من الحروف بالتقديم والتأخير، أو بالتقديم وحده، أو بالتأخير وحده، وهذا الاستغراق لأحكام نسج الكلمة العربية لم نجده عند من سبق الكندي إلا منجماً على الحروف في المعاجم العربية، واقتصرت كتب أخرى ككتب المعرّب والنحو وغيرهما على إلماعات يسيرة منه لا تكاد تسدُّ رمقاً أو تشفي غلّة.

ترجمة: محمد مصطفى الدنيا

هل كانت لغة واحدة أصل كل اللغات؟ ❖

هل ولّدت لغة واحدة كل اللغات الأخرى؟ إذا كان هناك لغويون وعلماء وراثة يدعمون هذا الرأي، فإن الكثير من العناصر العلمية تدحضه، هاهو تفسير ذلك:

لنأخذ كلمة "mère" (أم) باللغة الفرنسية، ونستعرضها في بعض اللغات المختلفة، كاللاتينية، والإنكليزية، والألمانية، والروسية، والليتوانية، أو الإيرلندية والسنسكريتية. سنحصل على: mater, mother, mutter, mat, motyna, mathair, matar. تبدو جميع هذه الكلمات أنها تنتمي إلى الأصل نفسه دون شك. تضاف إلى قرابات المعاني والأصوات هذه ما يسميه اللغويون «كليات اللغة» universaux du langage، أي التوافقات الشكلية التي يبتنى منها النحو وقواعد اللغة في اللغات جميعها تقريباً، كتنظيم الجمل في فاعل - فعل - مفعول به، أو أيضاً علامة الجمع الواقعة في نهايات الأسماء.

باختصار، تنطوي اللغات، أياً كان تباينها وتنوعها، على تشابهات مدهشة. هل هي مجرد تقاربات منشأها المصادفة؟ أم أنها بصمات موروثة عن حالات التواصل والتماس بين الجماعات السكانية وقد تراكمت عبر الأزمان؟ هذا هو التفسير، إلا إذا مر بخاطر أحدهم تفسير آخر لا ريب فيه. ولكن ماذا لو أن الـ 7000 لغة المتكلمة اليوم في الكوكب تتحدر من لغة هي نفسها؟

اللغات تنطوي على تشابهات غريبة فيما بينها فهل تحدرت جميعها من لغة أصيلة واحتفظت ببعض آثارها؟

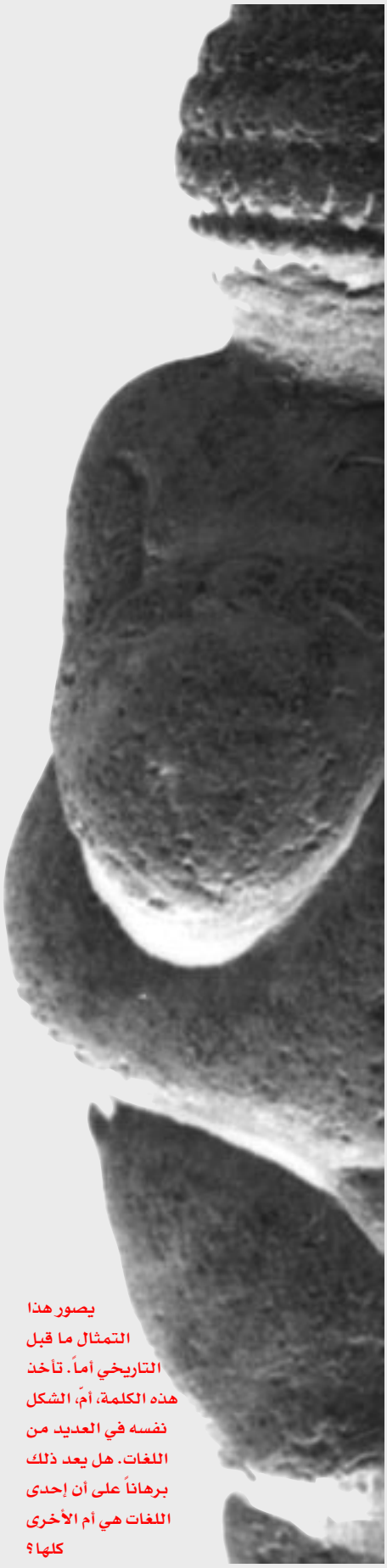
التشابهات بين اللغات ربما تكون آتية من التبادلات الكثيرة خلال التطور البشري

300 أسرة لغوية

ليست هذه الفكرة، حول وجود لغة أصلية، حديثةَ العهد. بدأ اللغويون منذ نهاية القرن الثامن عشر بفهرسة عناصر القرابة اللغوية، ومن هنا حدداً أكثر من 300 أسرة لغوية. وربما كان للغات الأسرة الهندو - أوروبية بذلك جد مشترك: «لغة بدئية أولى» protolangue، ظهرت منذ آلاف السنين في الأناضول (تركيا الحالية). ومن الطبيعي تماماً أن يوجد بعض ملامح هذه اللغة السلفية، مثل التوافق القائم في كلمة "mère"، في مختلف «اللغات

❖ عن: Science & Vie, octobre, 2006 مجلة «العلم والحياة»، الفرنسية، أكتوبر 2006.

لم يستطع أحد من العلماء تحليل آليات نمو الدماغ البشري المرتبطة باكتساب اللغة بالتفصيل ولكن من المؤكد أن الطفل يستفيد من قدرته على إدراك الأصوات التي تحيط به



يصور هذا التمثال ما قبل التاريخي أماً. تأخذ هذه الكلمة، أمّ، الشكل نفسه في العديد من اللغات. هل يعد ذلك برهاناً على أن إحدى اللغات هي أم الأخرى كلها؟

السليلة» الأوروبية. إلا أن بعض الباحثين دفعوا هذا المنطق منذ ذلك الحين إلى حدوده القصوى، حين تصوروا أن هذه الأسر الأصلية جاءت كلها من لغة أم كبرى، اختفت اليوم. وكان يلزم بعدُ إثبات ذلك. وإبان ثمانينيات وتسعينيات القرن العشرين تحديداً، أخذ عالم اللغة الأمريكي «جوزف غرينبرغ»J.Greenberg بهذه الفرضية، ومن بعده أيضاً تلميذه «ميريت روهلن» M. Ruhlen، من جامعة ستانفورد. ونشر مع «جون بنغتسون» J. Bengtson الرأي القائل بوجود «لغة أم» في كتابهما «أصول اللغات» L`Origine des langues، الذي ظهر عام 1994، حسب رأيهما، ربما تكون «اللغة أمّ الأخرى كلها» قد ظهرت منذ نحو 50000 إلى 60000 سنة في قلب جماعة سكانية إفريقية.

وشهدت هذه الأعمال صدى واسعاً منذ نشرها، وتفاعل معها علماء من كل الآفاق والاختصاصات. واليوم أيضاً، يثير طرح «ميريت روهلن» جدالات حادة. ذلك أن باحثينا هذين يزعمان أنهما توصلا إلى إعادة بناء مفردات هذه اللغة الأصلية بشكل جزئي. بأية أعجوبة تمكنا من ذلك؟ من خلال مقارنة لغات حية وميتة فيما بينها، ببساطة، وهو في الواقع منهج معروف عند اللغويين في إعادة بناء لغة محكية قبل اختراع الكتابة، أي قبل نحو 3500 سنة من اليوم. إلا أن لهذا المنهج حدوده. يرى كثير من الباحثين أن من المتعذر فنياً القيام بعملية إعادة بناء لغة من الماضي يتجاوز عمرها 8000 إلى 10000 سنة، لعدم توافر العناصر الأركيولوجية واللغوية التي يعتد بها. لكن ذلك لا ينطبق على «روهلن» و«بنغتسون». فمن أجل صياغة نظريتهما حول اللغة الأم، قارنا عدداً صغيراً من العبارات التي اختاراها من أكثر من 1300 لغة حالية وماضية، تنتمي إلى 32 أسرة. ثم طبقا نموذج شجرة النسب: كلما توغلنا عمقاً في الزمن مقتربين من الأصل المشترك، ازداد عدد التشابهات اللغوية بين اللغات الماضية، في حين أن اللغات المعاصرة هي على العكس شديدة التباين حيث إنه «تسنى الوقت» لها كي تختلف وتتباعد. ومع إعادة بناء تاريخ التغيرات الطارئة على بعض الكلمات، ومع التقدم في الرجوع إلى الوراء، من تغير إلى تغير، تمكن اللغويان بذلك من العودة 50000 سنة في الزمن، متبعين طريقة علماء الوراثة الذين يرتكزون على الساعة الجزيئية horologe moléculaire في إعادة تركيب الزمن من خلال الطفرات الوراثية.

كثير من المقاربات..

ما نتيجة هذه الأعمال؟ أعاد الباحثان بناء 27 جذراً ربما كانت تنتمي إلى اللغة الأم، التي ربما كانت تشير حسب رأيهما إلى أشياء، وأعضاء التناسل أو إلى أجزاء من الجسم – على غرار الجذر tik الذي يعني «إصبعاً» أو «واحداً» un. هنا تتعقد الأمور. أولاً، يرتكز هذا الإثبات ضمنياً على أن اللغات الماضية كانت تتطور إجمالاً بسرعة تطور اللغات الحالية نفسها. إلا أن هذا التطور «أمكن أن يكون أسرع في بعض الفترات، بتأثير عوامل ثقافية اجتماعية أو بيئية»، حسب عبارة «كريستوف كوبيه» Ch. Coupé، من مختبر «دينمية اللغة» في معهد علوم الإنسان (ليون، فرنسا). وهذا ما من شأنه أن يعيد النظر في وثوقية «الساعة اللغوية» l`horloge linguistique، وليس هذا كل شيء، لأن مناهج البحث عند الباحثين الأمريكيين ليست أقل عرضة للانتقاد. ويأخذ عليهما اختصاصي الكلام «لوي – جان بوييه» L.-J. Boë، من معهد التواصل الكلامي (ICP, CNRC) في غرونوبل، فرنسا، أنهما استعانا على نطاق واسع بالمقاربات الدلالية والصوتية اللغوية لمقاربة اللغات فيما بينها، وذلك تحديداً بأن ماثلا الكلمة التي تشير إلى الإصبع بكلمة الرقم 1، أو بأن نظراً إلى الأصوات (b) و(p) و(m) على أنها متماثلة. ولدعم انتقاداته، أنجزت مجموعة «لوي – جان بوييه» و«بيير بسيير» P. Bessière من مختبر المعلوماتية Gravir في المركز الوطني للأبحاث العلمية في غرونوبل تحليلاً رجحانياً 1 لهذه المقاربات على أساس نماذج

لما كانت اللغات تنطوي على تشابهات غريبة فيما بينها فهل تحدرت جميعها من لغة أصلية واحتفظت ببعض آثارها؟ إذا كان هناك باحثون يدافعون عن هذا الرأي فإنه لا يصمد أمام البحث والتدقيق ذلك أن العلم الحديث كشف اليوم سر ظهور تلك اللغات وتطورها

تحصى حالياً على غرار الهندو أوروبية التي تضم نحو 430 لغة ست وعشرون أسرة لغوية في العالم يتفق اللغويون على أنه لا توجد بينها قرابة

إحصائية. النتيجة: يمكن أن تكون الجذور الـ 27 قد وجدت أيضاً بالمصادفة!

يقول «بوبييه»: «يستخدم روهلن وبنغتسون كثيراً من المترادفات (24) والقليل من الأصوات (3 صوائت و10 صوامت)، وكثيراً من اللغات على أساس الأسر (14)، وهو ما يحرف طريقتهما ويوفر لها فرصاً بنسبة 100% كي يتوصلا إلى نتائجهما».

إن فرضية وجود لغة أصلية هي مغرية. وينبغي القول إن لهذه الفكرة قيمة الحدس: ربما يكون البشر الحديثون ما قبل التاريخيين، «آباء البشرية»، قد أوتوا الكلام، فنشروه وفق هجراتهم في العالم كله. إنها حكاية بسيطة وتضفي قيمة على الإنسان إذ يتعاطى اللغة، خاصة نوعنا... ولكن، على المستوى العلمي، تتوافق بصورة كبيرة مع النتائج الأخيرة لعلم وراثة السكان، التي ترتكز على تحليل «دنا» DNA الجماعات السكانية في مختلف مناطق العالم. ذلك أن هذه الأعمال تدعم فرضية «حواء الإفريقية» التي وضعت عام 1987، والتي تفيد بأن جماعة صغيرة من أفراد «الإنسان العاقل» Homo sapiens غزت الكوكب انطلاقاً من إفريقيا، منذ نحو 100000 إلى 40000 سنة، وحلت محل السكان المحليين الممثلين بـ «الإنسان المنتصب» Homo erectus. إذاً، ربما كان هنالك مهد أصلي للإنسان الحديث تطور فيه شعب كامل... وأمكنه فيه أن يتكلم اللغة الأم!.

لكن المشكلة هي أن هذا الصرح الجميل ليس مقنعاً لمعظم علماء الأحافير. ووفقاً لمؤرخ ما قبل التاريخ «فرانشيسكو ديريكو» F.D`Errico، فإن هذه النظرية تفترض أن جماعة سكانية، واحدة، في عصر معين، قد بدأت تتكلم. وأفضت الميزة التي حصلت عليها من ذلك إلى انتشارها على نطاق واسع، إلى درجة أن هذه الجماعة أمكنها أن تحل محل الأخرى جميعها أو أن تفرض لغتها عليها. وكان لا بد أن يكون هذا التغير المفاجيء ملحوظاً في السجل الأركيولوجي. هل توجد آثار لمثل هذا التطور؟ بقي أحد النماذج هو المرجح لزمن طويل، أي نموذج الثورة الثقافية المفاجئة التي تزامنت مع مجيء الإنسان العاقل إلى أوروبا، منذ 40000 سنة، مع بدء العصر الحجري القديم الأعلى. كان ذلك تغيراً مباشراً ومفاجئاً أتاح تصور فكرة انتشار لغة أم؛ هذا إلا إذا كانت هذه الفكرة «لا تتوافق والوقائع الأركيولوجية الحديثة» كما يشرح «ف. ديريكو».

سيرورة متدرجة

قلنا يمر عبر اللغة لأن خلق الرموز الخاصة وتحويلها إلى ثقافة وإلى قواعد، والإسناد إلى المتخيل أو إلى فكرة مجردة يتطلب حسب رأي «ف. ديريكو» استخدام لغة ما. إذاً، فالآثار الأركيولوجية الدالة على فكر رمزي عند جماعة من الأفراد هي براهين غير مباشرة على وجود اللغة. وتلك هي مسلمة مقبولة عموماً عند علماء الأحافير، مثل «ماريلين باتو - ماتيس» M. Patou Mathis، التي عبرت عن اقتناعها بأن «وجود فكر رمزي يتطلب قابليات استعرافية بشرية نوعية، رفيعة المستوى، من الصعب إمكان فصلها عن اللغة».

إلا أن «ف. ديريكو» و«ماريان فانهيرن» من بريطانيا نشرا دراستهما حول أحافير أصداف صغيرة اكتشفت في مغارة بلومبس Blombos بجنوب إفريقيا، وكان عمرها، الذي قدر بنحو 75000 سنة، قد أعاد تاريخ اختراع الإنسان للحلي إلى فترة سابقة، أي إلى ما قبل مجيء الإنسان العاقل إلى أوروبا بزمن طويل! في الواقع، ظهر في الأصداف ثُقب صنعي وكذلك آثار اهتراء ناجم عن حملها وإشارات تكشف عن أنه كانت تعزى إليها وظيفة رمزية، بل إن الباحثَيْن أنفسهما نشرا حديثاً دراسة جديدة تعيد ظهور أول عقود الأصداف إلى نحو 100000 سنة، في سخول Skuhl بفلسطين ووادي جبانة Oued Djebbana في الجزائر.

إلا أن الأمر لا يقتصر على ذلك، فإذا كان «روهلن» يعيد ظهور اللغة الأم إلى نحو 50000 سنة، فإن هذا التاريخ

يناقض دراسة جديدة أنجزها الباحثان أنفسهما حول أشياء احتفالية أخرى استعملت رمزيات تختلف إحداها عن الأخرى. وفي ذلك ما يدل في الواقع حسب رأي «ف. ديريكو» على أنه وجدت في أوروبا ثلاث مجموعات إتنولغوية (لغوية عرقية) كبيرة على الأقل، منذ 40000 سنة: تشمل إحداها ألمانيا، وبلجيكا وشمال اللوار، وتضم الأخرى منطقة البيرينيه وحوض الأكيتين، ووجدت واحدة أخرى في محيط البحر المتوسط. يقول «ديريكو»: «كان الوضع الإتنولغوي منذ 40000 سنة قد أصبح معقداً كفاية». ولسنا نفهم بشكل دقيق كيف أمكن لمثل هذا التنوع اللغوي أن يوجد بعد 10000 سنة من الظهور المفترض للغة الأم في إقليم منعزل.

يبقى أن هنالك أصواتاً أخرى ترتفع بقوة بين علماء الوراثة مؤيدة فرضية اللغة الأم.

تأثير الهجرات

ولكن، هل يشكل ذلك مفاجأة حقاً؟ على كل حال، من الأسهل أن يجاور فرد فرداً من الجنس الآخر ومن ثم نقل جيناته (إلى الذرية) إن كانا يتكلمان اللغة نفسها! ويشير «كافالي - سفورزا» نفسه إلى وجود استثناءات لقاعدة التوافقات بين جينات ولغات. مثلاً، جماعات السامي Saami (شمال اسكندنافيا وسيبيريا) هم قوقازيون من الناحية الجينية، لكنهم يتحدثون بلغة من الأسرة الأورالية ouralique السائدة في روسيا الشمالية وفي سيبيريا، حيث السكان مغوليانيون (أشباه مغول) mongoloïdes من الناحية الوراثية. يفسر عالم الوراثة هذه الاستثناءات بأنها نتيجة الهجرات القليلة: قد يكون مهاجرون أوروبيون أعطوا فرع جماعات السامي الوراثي شكلَه القوقازي. ويمكن أن يكون ذلك نموذجاً لحلول لغة محل أخرى بتأثير المهاجرين الغالبين المتقاربين وراثياً. ولكن والحالة هذه لماذا لا نلاحظ التأثيرات «الإزاحية» déviants لمثل هذه الهجرات بالنسبة لتوافقات (ترابطيات) بين أشكال وراثية ولغات؟ ومع استثناء تسليمنا وتفسيرنا بأن الهجرات البشرية لم تشمل سوى عدد قليل من مناطق العالم - وهو أمر مستبعد جداً - فإن هنالك لغزاً لم يحل بعد.

هناك انتقادات أخرى تتجاوز نظرية اللغة الأم وموجهة إلى منطق النسب الشجري (شجرات النسب) نفسه الذي يقيم بنوّات بين اللغات. وهكذا، يرى «جان - بول دمول».J.-P Demoule أن هذه المقاربة تستبعد عملياً فكرة أن اللغة يمكن أن تنشأ من خلال تبادلات (عمليات تواصل) مستمرة حتى دون أن تكون قد تحدرت من لغة أخرى. ويرى هذا الباحث المختص باللغات الهندو - أوروبية أن هذه السيناريوهات النَسَبية généalogiques، التي تصف مصدراً وحيداً تنطلق منه مختلف الفروع، لا يمكن أن تكون كافية كي تعكس الحقيقة المعقدة لتطور اللغات. وينتقد «دمول» بشكل خاص الشجرة التي تأخذ بعين الاعتبار التشابهات بين اللهجات idiomes (اللغات) الهندو - أوروبية على أساس أنها تتحدر من لغة بدئية أناضولية أو شرق أوسطية. «الشعب الصغير الذي كان يتكلم لغة أماً هندو - أوروبية لم يعثر عليه علماء الآثار في أي مكان!. لقد فعل الأوروبيون كل شيء من أجل أن يخترعوا لأنفسهم أسطورة من أصل مختلف عن الأسطورة التوراتية. جعلتنا هذه الأسطورة نعتقد أن شعباً فاتحاً ومسيطراً قد فرض لغته على السكان القريبين جغرافياً وأن هذه اللغة انتشرت بعد ذلك مع حدوث اختلافات في أوروبا كلها. إلا أن اللاتينية واللغات الرومانية التي تحدرت منها تمثل الحالة الوحيدة المثبتة جيداً تاريخياً حيث حدث ذلك على هذا النحو نتيجة سعة سيطرة الإمبراطورية الرومانية».

يرى «دمول» أن التشابهات بين اللغات ربما تكون آتية من التبادلات الكثيرة خلال التطور البشري. عدا ذلك، أمكن لعوامل اجتماعية مرتبطة بالظروف البيئية أن تسرع أو تبطىء التغيرات اللغوية، وبالتالي درجة التشابهات أو الفوارق بين اللغات. هكذا، حسب قول «كريستوف كوبيه»C. Coupé، أمكن لعالم البشريات «دانييل نيتل» D. Nettle، من جامعة أكسفورد، أن يبين خلال تسعينيات القرن الماضي وجود علاقة متبادلة متناسبة عكسياً بين درجة تنوع منطقة ما ودرجة خطرها الإيكولوجي، خصوصاً التعرض للجفاف، بالنسبة لمزارعي إفريقيا الغربية.

سن الأيل المثقوبة من العصر الأورينياسي

الحذر من التشابهات

كيف نبرر التشابهات المحيرة بين اللغات التي لا يوجد بينها رابط لغوي معروف، المتكلمة في أمكنة أو في أزمنة بعيدة جداً، دون الاستناد إلى مفهوم اللغة الأم؟ كيف نفسر أن الجذر teo مستخدم لوصف الإلهي في الوقت نفسه عند يوناني العصور القديمة

يفترض إنتاج الحليّ خلال ما قبل التاريخ ممارسة اللغة ومن هنا تأتي أهمية بعض الاكتشافات مثل سن الأيل المثقوبة (الصفحة السابقة) من العصر الأورينياسي Aurignacien (30000 سنة) وهي تتيح الرجوع إلى ما قبل الآثار المكتوبة بزمن طويل التي تعود فقط إلى ما قبل 5500 سنة كحد أقصى (وهنا كتابات هيروغليفية وكتابات مسمارية وكتابات آرامية)

وآزتيك أمريكا ما قبل الكولومبية؟ مصادفة، بكل بساطة، يجيب المؤرخون. ذلك أنه يجب أن لا نعول على المظاهر، ولعبةُ التشابهات خادعةٌ غالباً: ليس للكلمة الفرنسية feu (نار) ونظيرتها الألمانية feuer مثلاً الأصل المباشر نفسه. تتحدر الأولى من اللاتينية focus في حين تتحدر الثانية من اليونانية pyros. هناك أيضاً بعض التشابهات في تفسير المكونات الطبيعية والفسيولوجية للمتكلمين الأوائل في التاريخ البشري. قد تكون تماثلات الأشكال بين اللغات ناجمة عن خاصيات الجهاز الصوتي ومنظومة إدراك الكلام في المخ عند أسلافنا.

هل أكدت علوم الدماغ هذه الرؤية؟ ليس بعد، «لم يستطع أحد أن يحلل بالتفصيل آليات نمو الدماغ المرتبطة باكتساب اللغة. ولكن من المؤكد أن الطفل، كي يتكلم، يفيد من قابلية مخه الفطرية في إدراك الأصوات وفي التحليل الإحصائي لشدة ونغم ومدة أصوات الجملة من أجل أن يستنتج منها ما هي كلمات لغته. لهذا السبب، لا تتوافر لدينا عناصر كي نقول إن هذه البنية الاستعرافية تقلل الوحدات الصوتية الممكنة، التي يعتبر نقلها، من جيل إلى جيل، شأناً اجتماعياً وثقافياً قبل أي شيء آخر»، وفقاً لملاحظة «فيليب فيرنييه» Ph. Vernier، اختصاصي نمو الجهاز العصبي.

ظهور اللغات: بين المصادفة والضرورة

عندما جعل بعض خبراء الذكاء الصنعي عدداً من الإنسالات تلعب بالكرة، حققوا المأثرة بنجاح: رؤية ولادة لغة جديدة. كانت تجربة غير مسبوقة كشفت سر الظروف التي نشأت فيها لغات بشرية... دون اللجوء إلى أية لغة أم.

الرجوع إلى أصل اللغات، واكتشاف ما إذا كانت الكلمات التي يتبادلها كل فرد، بالأمس كما اليوم، تتحدر من لغة أصلية وحيدة... هو ما تسعى فروع علمية مختلفة للوصول إليه على نحو غير مباشر، بتطبيق مجموعة من المعارف الوثيقة الصلة بالحاضر على الماضي. ولكن، هناك مقاربة أخرى: المقاربة التي يمكن أن تقوم على ملاحظة أفراد وهم يبتكرون مفردات وقواعد نحوية تنبثق دون أي مكان، ثم يثبّتونها ويتبنّونها؛ أي باختصار المقاربة التي تجعلنا نرى ولادة لغة على الطبيعة دون أن يكون لظهورها علاقة بشيء ينتمي إلى أرض الواقع، هل هي مهمة مستحيلة؟ لا، طبعاً. ذلك لأن الباحثين في الذكاء الصنعي أنجزوها في أحد مختبرات باريس، من خلال متكلمين مدهشين إنسالات (روبوتات) تلعب بالكرة! ليست هذه الأعمال، التي أنجزت عام 1999، برئاسة «لوك ستيلز» L. Steels، من مختبر Sony CSL مجدِّدة فقط بحد ذاتها، فقد قدمت أيضاً معلومتين أساسيتين: فمن جهة، أن الزمن اللازم لظهور لغة ما هو قصير جداً؛ ومن جهة أخرى، أن المصادفة تؤدي دوراً رئيسياً في هذه الظاهرة. وفي ذلك ما يدحض أكثر قليلاً فكرة وجود «لغة أم» أياً كانت.

كان اللقاء قد جرى في إحدى قاعات تجريب مختبر Sony CSL. هنا، كان إنسالان، من تلك التي تحمل اسم «إيبو» Aibo، الإنسالات الصغيرة الشهيرة الرباعية القوائم، التي تسوّقها شركة «سوني»، يجولان حول كرة برتقالية وضعت على الأرض مباشرة، فوق السجادة. فجأة، توقف كلاهما حين وجدا، من خلال الكاميرا الدقيقة التي زودا بها، وضعاً يتيح لكل منهما أن تكون الكرةُ وشريكُه في ساحة نظره في الوقت ذاته.

الإسبرانتو لغة يتكلمها نحو مليوني شخص حول العالم وهي تسعى لتكون لغة عالمية تشجع التواصل بين مختلف الثقافات

بعد أن وقفا هكذا، أطلق الإنسالان الصغيران إشارة صوتية، وحرك المجرِّب الكرة فوراً، فتدحرجت. تابع الإنسالان مسارهما بعينهما الإلكترونية بانتباه. وحين توقفت، أطلق أحدهما، من خلال مرسل سمعي مدمج، نوعاً من الجملة غير مفهومة المعنى أبداً، منطوقة في لغة غير معروفة. ومرت برهة من الترقب... إلى أن أشار ندٌّه بعد بضع ثوان لاحقة بـ «نعم» وهو يهز رأسه من الأعلى نحو الأسفل. ثم حرك المجرِّب الكرة من جديد، وتبادل الإنسالان الأدوار... فماذا يعني هذا النشاط التبادلي الغريب؟ يعني ببساطة أن هذين الإنسالين كانا يقومان بإنشاء... لغة جديدة. وهذا ما فسره «لوك ستيلز»: «أوجد هذان الإنسالان لنفسيهما، بفضل هذه المحادثات المتكررة مرات كثيرة، لغةً مشتركة شيئاً فشيئاً، لغة تتيح لهما وصف حركات الكرة. كان الإنسال الأول، خلال كل إطلاق للكرة، ينطق جملة، معبرة، مثلاً: «ذهبت الكرة إلى يساري»، أو أيضاً «لم تتحرك الكرة كثيراً ويومىء الإنسال الآخر حينذاك، بحركة مناسبة من رأسه، إن كان قد فهم الجملة المنطوقة. يستذكر كل منهما الإجابة، ثم تطلَق الكرة من جديد».

وكانت النتيجة مفاجئة. ذلك أنه إذا كانت التجربة بعيدة عن الاكتمال حتى الآن، فإن الإنسالين تمكنا من أن يشكلا، من خلال 5000 رمية كرة فقط، جملاً مثل ladole،pugiza titelu gugita، أو أيضاً remibu voxuna votozu fupowi، التي يمكن أن نترجمها على التوالي: «توقفت الكرة إلى يساري»، «تتدحرج الكرة أمامك»، أو «تتدحرج الكرة من يسارك إلى يميني».

دور المصادفة الحاسم

من المؤكد أن ظهور لغة ما عند الإنسال «إيبو» هو على الأقل ظهور خاطف... والأدهى في الأمر أنه لم يكن في ذاكرة الإنسالين في بدء التجربة، التي جرت عام 2004، أية كلمة أو قاعدة لغوية: انبثقت لغتهما من لا شيء! كيف نفسر مثل هذه الأعجوبة؟ ذلك لأن الباحثين كانوا قد طبّقوا مسبقاً، في القرص الصلب disque dur، لدى كل إنسال «إيبو»، ثلاثة أنماط من الإمكانيات. يكمن الأول في قدرة الإنسال على «تجزئة» الواقع الإبصاري الذي تدركه، وذلك من خلال خلق كل أنواع الفئات بهدف وصف هذا الواقع، ثم على ربط كلمات بكل من هذه الفئات. مثلاً، توجد إنسالات «إيبو» فئات لوصف وضعات الكرة المختلفة، أو المسافة التي تقطعها بعد إطلاقها. تقوم الإمكانية الثانية على توليد كلمات وقواعد لغوية بشكل اتفاقي عند وجود إنسالات قبالة وضع جديد لا تمتلك إزاءه أية أداة لغوية بعد. أما بالنسبة للإمكانية الثالثة، فتكمن في نزوع كل إنسال إلى موافقة أدواته الخاصة باستمرار مع أدوات الآخر.

ومن أجل أن نفهم كيف أمكن لهذه الإمكانيات الثلاث أن تولّد لغةً، لنتصور مثالاً، خيالياً، يتوصل فيه الإنسالان إلى إدخال كلمة ذات معنى في معجم مفرداتهما: «لم تتحرك الكرة كثيراً». لا نزال هنا ضمن الانطلاقة الأولى للتجربة. تتدحرج الكرة قليلاً جداً نحو اليسار. كان هذا الحدث قد تجزأ منذ وقت سابق في رأس الإنسال، المفترض أنه يتكلم أولاً، إلى عدد كبير من الفئات، وفقاً للإمكانية الأولى: تموضُع الكرة، وسرعتها، والمسافة التي اجتازتها.

لنتخيل أن إنسالاً قرر وصف الحدث وفقاً لهذه الفئة الأخيرة، إلا أنه لا يملك بعد أية كلمة لتسميتها، لأن التجربة في بدايتها. وإذا ما استخدم إمكانيته الثانية، فإنه يولّد حينذاك الكلمة «بوزوكو» bozoko التي يمكن ترجمتها إلى «لم تتحرك الكرة كثيراً». كيف سيرد الإنسال «إيبو» الثاني؟ بما أنه ليس لديه هو أيضاً أية كلمة متاحة بعد، فإنه يهز من الناحية المنطقية رأسه من اليمين إلى اليسار، قاصداً بذلك أنه لم يفهم. ولكن لنتصور الآن أنه بعد إطلاق تالٍ للكرة، يجب على هذا الإنسال الثاني أن يصف بدوره وضعاً مماثلاً: بما أنه يحتفظ بأثر هذا إطلاق الكرة الأول في ذاكرته، فإنه سيستخدم عندئذ الكلمة التي اخترعها الإنسال الآخر، أي كلمة «بوزوكو»، مستخدماً هنا الإمكانية الثالثة التي زود بها، أي النزوع إلى أن يوافق أدواته اللغوية الخاصة مع مثيلتها عند الآخر. سيرد الإنسال الأول على هذه الكلمة بإشارة «نعم» من رأسه: تشكل «بوزوكو» منذئذ جزءاً من معجم المفردات المشترك لدى الاثنين. كان وجود هذه الإمكانيات الثلاث وحده كافياً لانبثاق لغة مشتركة... يذكر بهذا الصدد دور المصادفة الحاسم هنا. لما كان الإنسالان حرين في ابتكار الكلمات التي تخطر في رأسيهما من أجل وصف وضع جديد، فإنه إذا ما تكررت التجربة، ستظهر حتماً مجموعة أخرى من الكلمات، تفضي إلى لغة أخرى مختلفة.

إذاً، إذا كانت المصادفة والسرعة هما ما ميز ظهور لغة عند هذين الإنسالين، فهل يمكن سحب هذه النتائج على البشر؟ الباحثون في Sony CSL في باريس مقتنعون بذلك: «الإمكانيات الاستعرافية الثلاث التي زودنا بها الإنسالين موجودة أيضاً عند الإنسان. في الواقع، لدينا ذاكرة اسمها الترابطية associative وهي تمكننا من أن نقسم الواقع إلى فئات مختلفة وأن نربط بينها بعناصر مرمَّزة، ألفاظ أو إشارات مثلاً. لدينا أيضاً القدرة على ابتكار عناصر جديدة مرمزة حين يلزمنا أن نصف وقائع جديدة. أخيراً، لدينا القدرة على ملاءمة تصرفاتنا الخاصة مع تصرفات الآخرين»، وفقاً لشرح «لوك ستيلز». ويتذرع الباحثون بأن هذه الإمكانيات كانت موجودة لدى البشريات hominidés الأولى المتكلمة: «الظروف البدئية التي تطورت فيها هذه البشريات مشابهة لتلك التي وجدت فيها إنسالاتنا الإيبو في بداية التجربة». وتأييداً لهذا

اللغات بالأرقام: عدد اللغات المستخدمة في كل قارة

القارة	عدد اللغات	النسبة العالمية
آسيا	2269	%32.7
إفريقيا	2092	%30.3
المحيط الهادئ	1310	%19.0
أمريكا	1002	%14.5
أوروبا	239	%3.5
العالم	6912	%100

التأكيد، الذي يستحيل التحقق منه في الواقع، يقدر علماء الأنثروبولوجيا الأحفورية أن استعداداتنا الاستعرافية الحالية ظهرت منذ زمن طويل جداً. ويستندون في ذلك مثلاً إلى مستوى تعقيد الأدوات المكتشفة، أو أيضاً إلى حجم دماغ الهياكل العظمية التي عثر عليها، والذي نعرف أنه كان منذ أول مليون سنة من تطورنا قريباً كفاية من حجم أدمغتنا الحالية.

إذا كانت تجربة «ستيلز» مدهشة، فإنه لا يمكن التحقق مع ذلك من صحتها إلا من خلال الاختبار بين مجموعة من البشر. وقد سنحت هذه الفرصة تحديداً على ضوء أعمال عالمة اللغة الأمريكية «جودي كيغل» J. Kegl التي وصفت خلال ثمانينيات القرن الماضي اختراعَ لغة الإشارات النيكاراغوية. ظهرت هذه اللغة في نيكاراغوا، بعد إنشاء أول المراكز الخاصة بالأطفال الصم عام 1979. جُمع في هذه المراكز لأول مرة أطفال كانوا يعيشون حتى ذلك الحين معزولين بعضهم عن بعض ولم يتم تعليمهم أية لغة نوعية، نظراً لتعوّقهم. إلا أن جمعهم هذا تمخض لاحقاً عن حدث غير متوقع، وهو أنه في الوقت الذي فشلت كل المحاولات الرسمية لتعليمهم مختلف وسائل التواصل، ابتكر الأطفال بأنفسهم لغة إشارات جديدة تماماً. مكنتهم هذه اللغة المختلفة في كل شيء عن اللغات المسماة «شفوية» كما عن كل «لغة إشارات» أخرى، في غضون أشهر قليلة، من أن يتواصلوا فيما بينهم. وهكذا، خلال وقت قصير جداً، أجاد بعض هؤلاء الأطفال الذين رغبوا في أن يكلموا بعضهم بعضاً استنفار لياقاتهم

بوييه: منهج روهلن مخاتل، إذ يصل إلى هذه النتيجة في 100% من الحالات

الاستعرافية من أجل خلق لغة لم تكن موجودة من قبل. ومن هنا تأييدُ فرضية «ستيلز»، وعلى نحو أعم أيضاً، دفعُ الفرضية القائلة بوجود لغة أم، على أنها كانت أصل اللغات جميعها، نحو مزيد من قابلية التفتت.

نحو لغة وحيدة

من بين الـ 7000 لغة الموجودة اليوم في العالم، هناك نحو 90% منها مهدد بالانقراض. ويعود سبب ذلك إلى عدم وجود عدد كاف من المتكلمين بها. فهل يعني ذلك أننا نتجه اليوم نحو سيطرة لغة واحدة؟ لا، لأنه تتولد من كل لغة لغاتٌ جديدة.

لم تتوقف اللغات عن التغير عبر الأزمنة، حالها كحال جينومات génomes (مجموع المورثات) الأبدان الحية التي تتطفر جيلاً إثر جيل. كيف؟ يمكن أن تولّد لغةٌ واحدة مثلاً «لغات سليلة» عديدة. مثال ذلك أسرة اللغات المسماة «الهندو-أوروبية» indo-européennes يقر معظم علماء اللغة بأنها تتحدر جميعها من لغة وحيدة اسمها «اللغة

ديريكو: لا تتوافق فكرة اللغة الأم مع الوقائع الأركيولوجية الحديثة

الهندو - أوروبية البدئية الأولى» proto-indo-européenne. إنها اللغة التي ما يزال مكان ظهورها، منذ نحو 8000 إلى 9500 سنة، موضع جدل. ولكن، يعرف أنها ولّدت سلالة محببة تتألف اليوم من 430 لغة يتكلمها نحو 2.5 مليار شخص، من برست (فرنسا) إلى كلكتا (الهند).

عندما تنتشر لغة وحيدة في مناطق جغرافية واسعة وضمن جماعات سكانية لم تحافظ على عمليات تواصل مستمرة، لا يمكن للغات المتكلمة إلا أن تتباين مع مرور الزمن.

دور التعلم

ومع ذلك، ستستمر سيطرة هذه اللغات خلال العقود المقبلة ليس فقط بسبب استمرار وجود عدد كبير من المتكلمين بها. يؤدي تعلم «لغة ثانية» دوراً جوهرياً أيضاً في ذلك. في الواقع، يجتاز بعض اللغات، المسماة «واسعة الانتشار»، حدود مجموعتها اللغوية الأصلية ليتكلمها عدد متنام من الأفراد كـ «لغة ثانية». تأتي الإنكليزية في مقدمتها بالتأكيد، التي قد يتكلمها 500 مليون شخص في العالم كلغة ثانية (في حين أنها اللغة الأم لنحو 350 مليون شخص). إلا أن هذه اللغة لن تكون الوحيدة، إذ تنافسها لغة أخرى متنامية الانتشار: الصينية الحديثة 3، اللغة الثانية المرغوبة جداً، خصوصاً في بلدان آسيا.

هل يوجد إذاً خطر من أن تحل هذه اللغات ذات الانتشار الواسع ذات يوم محل كل الأخرى؟ هذا السيناريو ضعيف الاحتمال. أولاً لأن هناك 1300 لغة يتكلم كلاً منها أكثر من 100000 شخص، وهذا ما يستبعد قبْلياً خطر اختفائها، ثم، لأن اللغات ذات الانتشار الواسع يمكن أن تشكل هي نفسها بوتقة لتنوع مقبل. وهكذا، فإن الفوارق المهمة بين الإنكليزية «البريطانية»، و«الأمريكية» أو أيضاً «الأسترالية» تزداد اتساعاً يوماً بعد يوم، حتى إنها تتمخض عن صعوبات حقيقية في التواصل.

الإسبرانتو

إن Cxu vi parolas Esperanto? أجبت عن هذا السؤال، الذي يعني «هل تتكلم الإسبرانتو؟»، بالإيجاب، فذلك يعني أنك واحد من مليوني شخص متمكن من هذه اللغة في العالم. تسعى الإسبرانتو، التي أوجدها الطبيب البولوني «لودفيك زمنهوف» L.Zamenhof عام 1887، لأن تصبح «لغة عالمية» يتمكن منها الجميع كلغة ثانية، بهدف تشجيع التواصل بين الثقافات المختلفة. بنية الإسبرانتو اللغوية، المستوحاة من اللغات الهندو - أوروبية، هي بنية بسيطة، بهدف التمكن من اكتسابها بسرعة (من 6 إلى 8 أشهر). ورغم عدد متكلميها المتواضع، فإن الإسبرانتو ما تزال تنتشر ببطء، مستفيدة من ازدهار الإنترنت.

علوم وتكنولوجيا

مواد كيميائية لمعالجة السرطان

اكتشف فريق من العلماء أسلوباً جديداً لعلاج مرض السرطان عن طريق استخدام مواد كيميائية لا يُحدث استخدامها أي آثار جانبية، الأمر الذي سيحدث ثورة كبيرة في علاج هذا المرض العضال. وقد أجرى العلماء سلسلة تجارب تظهر طريقة جديدة لعلاج الخلايا المصابة بالورم عن طريق جرعات قليلة جداً من الأدوية المضادة للسرطان. وتشير الدراسة التي نشرتها صحيفة ذا اندبندنت البريطانية في شهر أبريل 2007 إلى أنه من الممكن خفض مستويات الجرعة إلى درجة أن الآثار الجانبية للعلاج لا يمكن أن تظهر على المريض. وسيتيح هذا الاكتشاف للعلماء المقدرة على تطوير العلاج وذلك عن طريق معالجة الجينات الموجودة في الجسم، وذلك حسب تقرير بثته محطة سي أن أن. ووجد العلماء أن سرطان الرئة والخلايا المصابة بالمرض يمكن جعلها حساسة بمقدار 10 آلاف مرة لعقار زتاكسولس المضاد للسرطان، وهو ما يمثل تحسناً غير مسبوق لقوة العلاج. وقد تمكن العلماء من تطوير عقار يسمى زتاكسولس، ويعرف أيضاً باسم زباكليتاكسيلس، يستخدم كذلك في معالجة سرطان المبيض وسرطان الثدي المتقدم. وقال العلماء الذين أجروا الدراسة إنه يجب التأكيد على ضرورة إجراء مزيد من البحوث على العقار في المختبر وعلى الحيوانات وذلك قبل أن يعطى لمرضى السرطان، الأمر الذي يستغرق من ثلاث إلى خمس سنوات على الأقل. وقال أستاذ بيولوجيا الخلية في المركز الطبي بجامعة ساوث ويست تكساس في دالاس، مايكل وايت: إن هناك أملاً وفائدة مباشرة للأفراد المصابين بالسرطان، وما زلنا في البداية لكن هذا النوع من النهج يسير بسرعة كبيرة جداً وفعالة، وإن عملية تطوير هذا العلاج ستكون أسرع بكثير من المتوقع.

وفحص العلماء مجموعة تقدر بأكثر من 21 ألفاً من الجينات، ووجدوا أن 87 جينة يمكن أن تؤثر على حساسية خلايا الأورام من العلاج الكيميائي، وست جينات لها علاقة بالحساسية من عقار زتاكسولس. والمهم في علاج السرطان هو تحديد الجينات التي يمكن معالجتها كيميائياً بجرعات قليلة لها قدرة على تخفيض حدة تأثير العلاج الكيميائي على المصابين بهذا المرض.

عقار جديد لعلاج الإيدز في الولايات المتحدة

أوصت لجنة طبية شكلتها الحكومة الأمريكية بالموافقة على تسويق عقار جديد لعلاج مرض نقص المناعة المكتسبة في الولايات المتحدة يعمل على استهداف خلايا المريض المصاب دون التأثير على الفيروس مباشرة.

وطالبت الهيئة المكونة من 12 عضواً إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية بإجازة الدواء الجديد المسمى maraviroc. وتأتي أهمية العقار من قدرته على الحد من تسلل فيروس HIV إلى كريات الدم البيضاء الضرورية لعمل جهاز المناعة.

إلا أن اللجنة التي غالباً ما تتقيد إدارة الأغذية والأدوية في الولايات المتحدة بتوصياتها طلبت إلى شركة فايزر المصنعة للدواء إجراء المزيد من الأبحاث حول الأعراض الجانبية لمزج هذا الدواء مع أدوية أخرى مماثلة يتلقاها مرضى الإيدز، إلى جانب دراسة تأثيراته على النساء والأطفال.

وكانت فايزر قد أدارت أبحاثاً مشتركة مع إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية، تم خلالها إثبات دور العقار في تخفيض نسبة فيروس HIV في الدم لدى تناوله كدواء مكمّل وفقاً لوكالة أسوشيتد برس.

إلا أن الإدارة تخشى من أعراض جانبية مشتركة لدى عقاقير أخرى مماثلة، تؤدي لاحقاً إلى فشل في عمل الكبد والغدد اللمفاوية، إلى جانب ما شهدته بعض حيوانات المختبر التي تم إعطاؤها العقار من خلل في انتظام دقات القلب.

وقد استدعى ذلك توضيحاً من الشركة التي قالت إن عقارها لا يترك أي تأثير على عمل القلب أو الكبد، كما لم يثبت أي علاقة له بأمراض السرطان مقارنة بسائر أدوية علاج الإيدز.

مسابقة في التكنولوجيا والفنون الرقمية

دعت شركة مايكروسوفت عملاق صناعة البرمجيات الطلاب في شتى أنحاء العالم إلى الإسهام في مسابقة كأس التخيل «ايماجين كب» للعام الحالي تحت عنوان «كيف تسهم التكنولوجيا في تقديم التعليم بطريقة أفضل للجميع».

وتجري فروع شركة مايكروسوفت المحلية في الدول العربية حالياً التصفيات المحلية للمسابقة تمهيداً لدعوة الفائزين في التصفيات للمشاركة في نهائياتها التي تستضيفها كوريا الجنوبية في شهر أغسطس المقبل.

وتجرى المسابقة هذا العام في ثلاثة محاور هي تسخير التكنولوجيا لتوفير الحلول وتحدي المهارات والفنون الرقمية. وينقسم محور حلول التكنولوجيا إلى تطوير البرمجيات والحلول التي تتيح تصغير أجهزة تكنولوجيا المعلومات، وتلك التي تتيح استخدامها بصورة محمولة وتطوير مواقع الإنترنت.

ومحور تحدي المهارات ينقسم إلى البحث عن أفضل حلول لمشكلات الخوارزميات ومسابقة حلول تكنولوجيا المعلومات ومسابقة (هوشيمي) التي يستخدم فيها الطلاب الذكاء الصنعي في توفير حلول تكنولوجية لبعض المشكلات. وينقسم محور الفنون الرقمية إلى التصوير والفيلم القصير ومسابقة تصميم واجهات المواقع. ويتعين على كل المشاركين في المسابقة بكل محاورها أن تدور أعمالهم حول عنوانها الرئيسي المعني هذا العام بقضية التعليم. وكانت المسابقة قد انطلقت قبل أربعة أعوام وشارك فيها خلال هذه الجولات أكثر من 100 ألف طالب من مختلف دول العالم. وبلغ عدد المشاركين في مسابقة العام الماضي وحده 65 ألف طالب من أكثر من 100 دولة بينها سبع دول عربية هي مصر والسعودية والأردن وتونس والمغرب والجزائر ولبنان. ويبلغ إجمالي قيمة الجوائز المالية التي تقدمها مايكروسوفت لهذه المسابقة 170 ألف دولار.

IBM تتكلم العربية

قررت شركة IBM الإلكترونية، تقديم هبة خاصة إلى الجيش الأمريكي، تتمثل في جهاز جديد قادر على إجراء ترجمة فورية من اللغة الإنكليزية إلى اللغة العربية وبالعكس.

ويحتوي الجهاز على مايكروفون يستقبل الأحاديث باللغتين ويحولها إلى نظام ترجمة متطور لديه، قبل أن يعود فيتلوها صوتياً عبر مذياعه.

وتأمل الشركة أن يساهم الجهاز في تعزيز قدرة الجنود الأمريكيين على التواصل مع محيطهم العربي في المناطق التي يعملون فيها.

وقد تردد أن قرار تقديم الجهاز كهبة، اتخذ على أعلى المستويات داخل الشركة، حيث تم عرض الأمر مباشرة على الرئيس الأمريكي جورج بوش.

وذكرت معلومات أن IBM قررت تقديم الجهاز الذي بلغت كلفة تطويره 45 مليون دولار إلى الجيش الأمريكي، بعدما تأثّر القائمون عليها بالأحداث الجارية في العراق.

يذكر أن شركة IBM تعتبر أحد أكبر متعهدي صناعات وزارة الدفاع الأمريكية مع حجم أعمال يفوق ثلاثة مليارات دولار سنوياً.

ويقوم الجيش الأمريكي حالياً بتجربة جهازين آخرين يعملان بالتقنية نفسها، علماً أن الاختبارات الجارية عليهما لم تصل بعد إلى المرحلة الميدانية.

مليون شجرة في نيويورك عام 2017

تسعى بلدية مدينة نيويورك إلى زراعة مليون شجرة بحلول العام 2017، في خطوة تأمل من خلالها خفض مستويات تلوث الهواء والمساعدة على خفض درجات الحرارة، وفقاً لمسؤولين في المدينة بحسب ما بثته محطة (CNN). ويعتبر برنامج الشجرة واحداً من 127 مقترحاً بيئياً وضع محافظ نيويورك، مايكل بلومبيرغ، خطوطها العريضة حديثاً في خطابه بمتحف التاريخ الطبيعي الذي تزامن مع يوم الأرض. وكانت إدارة مدينة نيويورك تعمل على مدى أكثر من عام على خطط تتضمن مجموعة كبيرة من الأفكار التي ينتظر أن تتضمن تفريم سائقي السيارات مبالغ إضافية عندما يدخلون مناطق معينة في مانهاتن، وذلك بهدف خفض حركة المرور والتلوث. ووضع بلومبيرغ، الذي تنتهي فترة ولايته الثانية محافظاً للمدينة عام 2009، هدف خفض مستويات غاز ثنائي أكسيد الكربون في نيويورك بحدود 30% خلال العقدين المقبلين.

وقال إن عدد سكان المدينة سيزيد على الأرجح بحدود مليون نسمة، علماً بأن عدد سكانها حالياً يبلغ 8.2 مليون نسمة، ولذلك فإنها تحتاج إلى خطة جديدة للتعامل مع الضغوط على بنيتها التحتية والبيئة. ومن المتوقع أن يبدأ العمل بمشروع تشجير نيويورك منتصف هذا العام، حيث ستتم زراعة 23 ألف شجرة سنوياً في السنوات العشر المقبلة، بحيث تصل في العام 2017 إلى الهدف المعلن.

يذكر أن مدينة نيويورك تنتج نحو 1% من إجمالي ما تنتجه الولايات المتحدة من انبعاثات غازات الدفيئة، وهي كمية تنتجها دول بكاملها، مثل إيرلندا والبرتغال.

فرنسي يفك لغز الأهرامات

قدم مهندس فرنسي نظرية جديدة حول الكيفية التي بنى فيها المصريون القدماء أهرامات الجيزة، التي تعد إحدى عجائب الدنيا السبع القديمة والوحيدة التي بقيت منها.

وظلت أهرامات الجيزة أعلى ما شيده الإنسان طوال أكثر من ألف عام، واستخدم المصريون القدماء تقانة بسيطة يمكن وصفها بأنها تقانة ما قبل التاريخ، غير أن هذه التقانة ظلت تشكل أحجية ولغزاً معمارياً، تماماً كالغموض الذي يلف تمثال «أبو الهول» نفسه. ورغم أننا في القرن الحادي والعشرين حالياً، فإنه لم يتمكن أحد حتى الآن من فك لغز بناء الأهرامات أو طلاسمها، ولا نعني الأسباب، بل الكيفية التي بنيت بواسطتها.

وكان أول من كتب عن الأهرامات، المؤرخ اليوناني هيرودوت، وذلك بعد بناء الأهرامات بنحو 2000 عام، وفي غياب أي حقائق، الأمر الذي أدى إلى ظهور العديد من النظريات بشأن كيفية بنائها. واستخدمت صناعة السينما في هوليوود الرواية اليونانية حول ذلك، وهي أن أكثر من 100 ألف من العبيد عملوا في بناء الأهرامات طوال نحو 20 عاماً، فيما يعتقد آخرون أن عملية البناء تمت بواسطة شق طريق ملتوية حول الأهرامات.

المهندس المعماري الفرنسي يقول إنه بعد دراسة الأهرامات على مدى ثماني سنوات، تمكن من حل اللغز باستخدام برنامج حاسوبي مستفيداً من تقنية الأبعاد الثلاثة.

ويعتقد المهندس، ويدعى جان بيير أودين، أن الأهرامات بنيت من الداخل أولاً، ثم تواصل البناء إلى الخارج، باستخدام ممر حلزوني داخلي ملتو.

سلالة جديدة لإنفلونزا الطيور

ظهرت في مصر للمرة الأولى سلالة جديدة لإنفلونزا الطيور. متحورة عن سلالة H5N1 الحالية، التي تصيب البشر.

هذا ما أعلنته منظمة الصحة العالمية التي قالت إن شخصين في مصر لقيا حتفهما في شهر مارس 2007 بسبب السلالة الجديدة ، واسمها S294 .

النسخة المكتشفة حديثا لفيروس إنفلونزا الطيور، رصدت في فيتنام للمرة الأولى عام 2005، وهي تبدي مقاومة لعقارالتاميفلو المستخدم حالياً للوقاية من المرض.

تغيرات جينية

مستشار منظمة الصحة العالمية الإقليمي للأمراض المستجدة حسن المهدي البشري يقول إن الفيروس الجديد عزل من الضحية دون معرفة ما إذا كان الفيروس قد تحور في الطيور قبل إصابة البشر أم تحور في البشر بعد العلاج.

وأضاف البشري إن منظمته درجت على جمع الفيروسات المسببة لإنفلونزا الطيور والإنفلونزا البشرية، وإرسالها إلى مختبرات مرجعية لمعرفة ما إذا كانت هناك أي تغيرات جينية في هذه الفيروسات، تحسباً لظهور سلالات جديدة قد يسهل انتشارها بين البشر مباشرة. وذكر أن هذه الدراسات تهدف إلى معرفة مدى استجابة هذه الفيروسات للعلاجات المتاحة حالياً، مبيناً أن «التحليلات الجينية للفيروسات التي استخرجت من المريضين اللذين توفيا تشير إلى احتمال انخفاض في فعالية الدواء المضاد للفيروسات، المعروف بالتاميفلو».

لجنة لمتابعة المرض

وكان مرض إنفلونزا الطيور قد ظهر في مصر للمرة الأولى بين البشر في مارس 2006 بعد شهر من اكتشافه بين الطيور. ومن بين 19 إصابة بالمرض توفيت 11 حالة.

وزارة الصحة المصرية حذرت من شراسة المرض في المرحلة المقبلة وقال نقيب الأطباء في مصر حمدي السيد إن نسبة الوفيات بين المصابين بلغت 100% أخيراً بعدما كانت 50% تقريبا عند بدء ظهور المرض في مصر. وهذا يعني أن كل من أصيب في الفترة الأخيرة بالمرض لقي حتفه.

كوكب صالح للحياة في مجموعة الميزان

حقق علماء الفلك فتحاً علمياً جديداً، حين أعلنوا للمرة الأولى اكتشاف كوكب خارج النظام الشمسي يعتقد أن ظروفه الطبيعية مشابهة لظروف كوكب الأرض بشكل يسمح بوجود حياة على سطحه، وذلك في شهر أبريل عام 2007 .

الكوكب الذي تفصله عن الأرض مسافة 120 تريليون ميل (20 سنة ضوئية) وهي مسافة غير كبيرة بالمعايير الكونية، يدور حول نجم يعرف باسم القزم الأحمر، وهو أصغر من شمسنا وأقل حرارة منها، ويعتقد العلماء أن مياهاً سائلة تجري على سطحه. وقد تم رصد الكوكب من قبل فريق مكوّن من 11 عالم فلك أوروبياً من خلال عدسة تلسكوب «المراقبة الجنوبية» الأوروبي في «لاسيلا» بدولة تشيلي، باستخدام جهاز خاص يبث ومضات ضوئية نحو المناطق المظلمة في الكون. وقد أعلنوا عزمهم توضيح تفاصيل اكتشافهم في نشرة خاصة تصدر قريباً. ومن المعروف أن نجم «القزم الأحمر» ينتمي إلى فئة من النجوم المختلفة عن شمسنا، حيث يصغرها حجماً وقوة، وهو يرسل أشعة حمراء بوتيرة تسمح له بالاحتفاظ بطاقته مدة طويلة جداً. ويبلغ وزن الكوكب المكتشف خمسة أضعاف وزن الأرض ويحتمل أن تكون كتلته صخرية، كحال كوكبنا - وهو ما يرجحه العلماء - أو جليدية مع مياه سائلة على سطحه، وفي هذه الحالة سيفوق قطره قطر الأرض بمقدار مرة ونصف المرة. إلا أن الفلكي المعروف ستيفن هوكينغ، دعا إلى التريث في الاستنتاجات حول هذا الكوكب، معلقاً على هذا الاكتشاف بالقول: أتوقع أن يكون هناك كواكب شبيهة بالأرض...لكن وجود الحياة عليها مسألة أخرى تماماً، وأضاف مازحاً، لم يزرنا الرجال الخضر الصغار بعد. وتفوق جاذبية C 581 جاذبية الأرض بمعدل 1,6 مرة، وهو على مسافة قريبة من شمسه أكثر بـ 14 مرة من كوكبنا فيما يعادل حجم شمسه عشرين ضعفاً من حجم القمر. يذكر أن الفترة السابقة للعثور على هذا الكوكب تخللتها عمليات مسح شملت 100 نجم في الكون بواسطة تلسكوب «المراقبة الجنوبية» عينه. وتتضمن شروط العثور على كوكب شبيه بالأرض توافر مجموعة من العوامل، أبرزها حجم الكوكب وبعده عن شمسه وكثافة كتلته وغلافه الجوي.

احتباس حراري قبل 55 مليون سنة

اكتشف علماء دنماركيون مسببات احتباس حراري حدث قبل 55 مليون سنة، وقد سبب ارتفاع درجات الحرارة فناء بعض الأنواع، ووصلت درجات الحرارة، الى مستوى استوائي في القطب الشمالي. ويقول العلماء إن انفجارات بركانية كبرى تسببت في تسخين تكتلات عضوية مما نتج عنه انبعاث كميات هائلة من الغازات وأدى في النهاية إلى الاحتباس الحراري. يذكر أن موضوع الاحتباس الحراري مطروح بقوة في السنوات الأخيرة ويثير جدلاً في الأوساط العلمية والاقتصادية، خاصة مع بروز خلافات حول مصدره ومسبباته.

جهاز جديد يرصد مسببات النوبات القلبية

يعد القلب من أهم الأعضاء التي يسعى الأطباء إلى التوصل للمزيد والمزيد من التقدم في مجالها، حيث يموت كل عام آلاف المرضى من جراء الأزمات القلبية، ويعالج أضعاف العدد نفسه من ذات المرض سنوياً، لذا تشكل أمراض القلب المجال الرئيسي للمتابعة الطبية عن بعد. وحديثاً نجح فريق أمريكي في تطوير تكنولوجيا جديدة لرصد مسببات النوبات القلبية على نحو يسهم في منع حدوثها مستقبلاً وليس مجرد علاجها. وأشار الدكتور زاهي فياض مدير معهد الرصد التحليلي والجزيئي في كلية جبل سيناء للطب في نيويورك، إلى أن تلك التكنولوجيا تعتمد على استخدام جهاز رصد متعدد وآخر للتحليل، من أجل معرفة أي تغيرات خطيرة في الجسم، سواء على الصعيد البيولوجي أو في الخلايا على نحو قد يتسبب في حدوث أزمات قلبية.

وأوضح فياض أن فريقه تمكن من استخدام تلك التكنولوجيا ورصد الشريان التاجي بشكل مباشر والحصول على صور أشعة تظهر التغيرات التي قد تتسبب في حدوث نوبات قلبية على نحو يسهم في منعها قبل وقوعها.

وفي هذا الإطار نجح الطبيب المصري مجدي يعقوب أستاذ أمراض القلب في معهد لندن الملكي، في تطوير صمام قلب من خلايا جذعية، في أول إنجاز فريد من نوعه في العالم، وهذا يفتح المجال أمام تطوير قلب بشري كامل وغير صنعي. واستخدم يعقوب في بحوثه خلايا جذعية مستخلصة من النخاع العظمي من أجل تطوير خلية تكون صالحة للاستخدام كصمام لقلب بشري. وأشار الفريق البريطاني إلى أن التجارب إذا نجحت على الحيوانات هذا العام، فإنّه سيتمّ استخدام الصمامات الجديدة في عمليات زرع قلوب لدى الأشخاص الذين يعانون أمراض القلب في غضون ثلاث سنوات. ونجح الأطباء في إجراء عمليات معقدة جداً على عدة شخصيات تم إنقاذها من الموت مثل أريك موركيمبي ودريك موريس الذي عاش بقلب مزروع طوال ربع قرن، فيما يعدّ رقماً قياسياً على مستوى أوروبا.

يذكر أن علماء سويسريين تمكنوا لأول مرة من تطوير صمامات قلوب بشرية عن طريق الخلايا الجذعية، ما يفتح المجال فيما بعد لإصلاح العديد من العيوب في قلب الإنسان. وأوضح العلماء أن التوصل إلى تطوير مثل هذه الصمامات في المختبر، أثناء فترة الحمل، بطريقة تمكن من زرعها في جسد الرضيع بعد ولادته، ستمكن الإنسان في يوم ما من استبدال مكونات القلب، في بعض الحالات وحتى قبل الولادة.

تقلص جليد القطب الشمالي

قال خبراء مناخ أمريكيون إن مساحة الجليد في القطب الشمالي في الشتاء الماضي كانت ثاني أصغر مساحة على الإطلاق في إشارة إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض.

وذكر المركز الوطني لمعلومات البحار والجليد في كولورادو إن مدى بحر الجليد أو تلك المساحة من المحيط التي تغطي الثلوج 15% منها كانت 7.14 مليون كيلومتر مربع في مارس 2007.

ويمثل هذا الشهر في الغالب نهاية الشتاء في القطب الشمالي، وهي الفترة التي يتجدد فيها الجليد الذي يغطي المحيط بعد وصوله لأدنى مستوياته في الصيف.

رسائلكم ومقالاتكم وصلتنا مع الشكر والتقدير

تهدف مجلة التقدم العلمي إلى نشر الوعي العلمي والثقافي بين قراء العربية. وتتناول ضمن موضوعاتها مجالات المعرفة المتنوعة بمقالات وبحوث مدعمة بصور هادفة، لتخاطب المستويات العلمية والثقافية المختلفة. وقد عنيت هيئة تحرير المجلة عناية خاصة بهذه الزاوية لحرصها على التواصل مع القراء الكرام.

شروط النشر في مجلة التقدم العلمي

- توجه المقالات العلمية إلى رئيس تحرير مجلة التقدم العلمي، وتكتب بخط واضح أو مطبوعة (يفضل أن تكون الطباعة على قرص حاسوبي)، ومرفقة بما يلي:
  1 - صور ملونة أصلية عالية النقاء، مع ذكر مصادر هذه الصور، ومراعاة ترجمة تعليقات وشروح الصور والجداول إلى اللغة العربية.
  2 - تعهد خطي من المؤلف أو المترجم بعدم النشر السابق للمقالة المرسلة.
  3 - سيرة ذاتية للمؤلف أو المترجم.
  4 - الأصل الأجنبي للترجمة.
- أولوية النشر تكون للمقالات المدعمة بالمصادر والمراجع.
- الموضوعات التي لا تنشر لا تعاد إلى أصحابها.
- يفضل أن لا تقل المقالة عن صفحتين ولا تزيد على عشر صفحات.
- يحق للمجلة حذف أي فقرة من المقالة تمشياً مع سياسة المجلة في النشر.

تشكر
التقدم العلمي
جميع الجهات
التي أهدتها
المجلات
والدوريات
الصادرة عنها..

ما تتضمنه الموضوعات المنشورة في المجلة يعبر عن وجهة نظر كتابها ولا يمثل بالضرورة وجهة نظر المجلة، ويتحمل كاتب المقال جميع الحقوق الفكرية المترتبة للغير.

بالمحبة والتقدير تسلمنا رسائلكم

دولة الكويت

- سمو رئيس مجلس الوزراء

الشيخ ناصر المحمد الأحمد الصباح «حفظه الله»

- رئيس اللجنة الوطنية لشؤون الأسرى والمفقودين

معالي الشيخ سالم الصباح السالم الصباح

- محافظ الفروانية

الفريق عبد الحميد الحجي

- محافظ حولي

الفريق عبدالله عبدالرحمن الفارس

- سعادة النائب بمجلس الأمة

علي فهد الراشد

المشرف العام - دار الآثار الإسلامية

الشيخة حصة صباح السالم الصباح

- وكيل وزارة العدل

المستشار سلطان نوح بورسلي

- الوكيل المساعد للشؤون المالية والقانونية والمنظمات الدولية بديوان المحاسبة

السيد سليمان داود البصيري

المدير العام للهيئة العامة للبيئة بالوكالة

السيد علي عباس حيدر

- عميد كلية الدراسات العليا

أ. د. عبدالله محمد الشيخ

- عميد كلية التربية بالإنابة

د. علي جاسم الشهاب

- الأمين العام لرابطة الأدباء الكويتية

الأستاذ حمد عبدالمحسن الحمد

- رئيس مجلس إدارة الجمعية الكويتية لرعاية الأطفال في المستشفى

د. هلال الساير

- رئيسة الجمعية الثقافية الاجتماعية النسائية

السيدة شيخة حمود النصف

- المدير العام المساعد لنظم المعلومات بغرفة تجارة وصناعة الكويت

السيد سعود خالد الزيد

- مدير إدارة الثقافة والفنون بالمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

السيد طالب الرفاعي

- مديرة إدارة العلاقات العامة بمعهد الكويت للأبحاث العلمية

المهندسة هيفاء المضف

- مديرة إدارة العلاقات العامة والتسويق بشركة المشروعات السياحية

السيدة هدى أحمد الصالح

الدول العربية

- عميدة شؤون المكتبات - المملكة العربية السعودية

د. نجاح بنت قبلان القبلان

- مدير تحرير مجلة العلوم التربوية والنفسية بجامعة البحرين

د. فيصل حميد الملا عبدالله

- مدير المعهد الديني - وزارة التربية والتعليم - البحرين

د. عبدالله مصطفى الفواز

- المدير العام المساعد بمركز جمعة الماجد للثقافة والتراث - دبي

د. محمد ياسر عمرو

- عميد كلية التربية - جامعة البحرين

أ. د. خليل يوسف الخليلي

وصلتنا مقالاتكم

من الكويت

- د. علي بو مجداد

من الإمارات

- د. ليلى صالح محمود العلي

من مصر

- أ. د. ياسمين بدوي
- رضا أحمد محمد محمد خليل
- د. رضا عبدالحكيم إسماعيل

من الجزائر

- أ. د. أبو بكر خالد سعد الله

من فنلندا

- أحمد عدنان

شكراً على إهداءاتكم

تشكر

النقد العلمي

جميع الجهات

التي أهدتها

المجلات

والدوريات

الصادرة عنها..

من الكويت

- مجلة العربي
- مجلة الكويت
- مجلة العالمية
- مجلة صرخة
- مجلة علوم وتكنولوجيا

من السعودية

- مجلة الفيصل
- مجلة العلوم والتقنية

من البحرين

مجلة العلوم التربوية والنفسية

من سوريا

مجلة المعرفة

الطاقة النووية

د. طارق البكري

محطات الطاقة النووية

تعتبر محطات التوليد النووية نوعاً من محطات التوليد الحرارية البخارية، تقوم بتوليد البخار بالحرارة التي تتولد في فرن المفاعل. والفرق أنه في محطات الطاقة النووية بدلاً من الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد فرن ذري يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع، يتكون من طبقة من الآجر الناري وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب، ثم طبقة من الأسمنت تصل إلى سماكة مترين، لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث.

حجر اليورانيوم

الطاقة النووية من الكهرباء إلى الصناعة والحماية وتحلية المياه

منذ اكتشاف النشاط الإشعاعي في أواخر سنة 1890، عرفت التطبيقات النووية تطوراً مهماً في العالم، حيث أصبحت تغطي جميع فروع الأنشطة السوسيو اقتصادية، دون إغفال المجال العسكري. وقد حاولت العديد من الدول اعتماد التكنولوجيا النووية، ووفرت لها الوسائل البشرية والمادية الضرورية، والتجهيزات والبنيات التحتية اللازمة من أجل تلبية الحاجيات المتزايدة على مستوى النمو الديمغرافي والاقتصادي.

وتدخل الطاقة النووية في العديد من القطاعات الحيوية مثل الصناعة والتطوير الصناعي وفحص الصناعات وخطوط الإنتاج، وتحديد مستوى وكثافة السوائل وسماكة المعادن، وفي مجالات الأمن والحماية من خلال استخدامها في أجهزة التفتيش وفحص الحقائب في المطارات، وتحلية المياه، اضافة الى توليد الكهرباء.

الماء الخفيف والماء الثقيل

الماء الخفيف هو الماء العادي الذي يستخدم في المفاعلات كوسيط وكمبرد، وأحد الوسائل للتخلص من الحرارة وتحويلها لبخار، ويدير زعانف العنفات (التوربينات) التي تدير مولدات القوي الكهربائية، أما الماء الثقيل فهو الذي له دور في الإنتاج النووي وله كثافة أعلى من الماء العادي.

اليورانيوم

نسمع هذه الأيام كثيراً بلفظة (يورانيوم).. فما هي هذه المادة؟

ببساطة هي المادة الخام الأساسية للبرامج النووية، واليورانيوم كمادة يمكن الحصول عليها من طبقات قريبة من سطح الأرض أو في باطنها، ورغم انتشارها في أنحاء العالم، فإن القليل منها فقط يوجد بشكل مركز كخام.

الراديوم

الراديوم عنصر كيميائي مشع يوجد في خامات اليورانيوم، ينتج عنه غاز الرادون. وقد اكتشفه الزوجان بيير و ماركوري.

الـــذرة

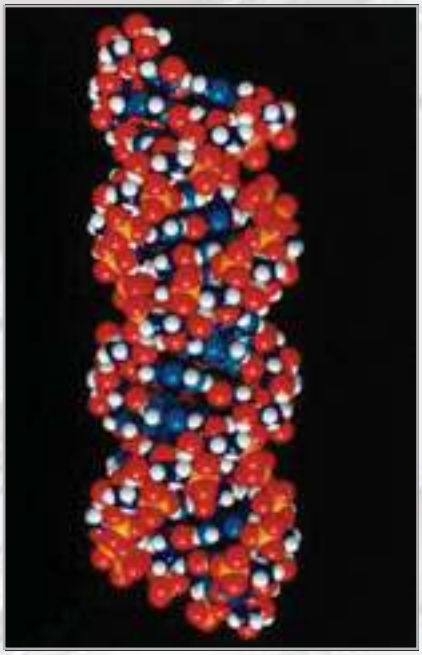
الذرة أصـغـر جـزء من مـادة عنصـر كيميـائي يمكن أن تنقسم إليه المادة وتظل حاملة لصفاتها الكيميائية.

النفايات النووية

بعض العناصـر الموجـودة في النفـايات النووية كالبلوتونيوم، ذات إشعاع عال وتظل لآلاف السنين في الهـواء المحـيط بنا، ولا يوجـد نظام آمن حتى اليـوم للتـخلص من هذه النفايات دون أخطار بيئية.

التسرّب الإشعاعي

المفاعلات النووية أصبحت سيئة السمعة بسـبب التـسـرّب الإشـعـاعي في مـحطة الطاقـة النووية في تشـرنوبيل بأوكـرانيـا عـام 1986، فـقـد أدى هذا التـسـرب إلى مـقـتل العـشـرات وتعـريض مئـات الآلاف



للإشعاع الذي سيستمر تأثيره على أجيال مقبلة.

تحلية المياه

اسـتـخـدام المفـاعـلات النووية في إنتـاج طاقة كهربائية أو حرارية بتكلفة منخفضة نسبياً، شجع دولاً كثيرة على إجراء دراسة جدوى لإمكانية استخدامها كمصدر للطاقة

لعمليات التحلية لإنتاج مياه الشرب. فكرة استـخـدام المفـاعـلات النووية كمصـدر في تحلية مياه البحر ليست وليدة اليوم، لكن الفكرة كـانـت مـحل دراسـة وتحليل منذ منتـصـف السـتـينيـات من القـرن الماضي. وبهذا الخصوص صدر عن الوكالة الدولية النووية سلسلة تقارير فنية ضمن برامجها استطلاع التحلية بالطاقة النووية، تضمنت عدة اجتماعات فنية متخصصة، آخرها في تلك الفـتـرة الاجـتـمـاع المتعلق باسـتـخـدام الحـرارة من المفـاعـلات النووية في إزالة الملوحة من مياه البحر، الذي عقد في فيينا خـلال الفـتـرة من 29-6 إلى 1-7-1977 ونتيـجة لعدم التيقن من موضع التكاليف وعـدم مـلائـمـة حـجم المحطات النووية المشيدة في ذلك الوقت مع محطات التحلية وقضايا السلامة المتعلقة بموضوع المحطة النووية بالقـرب من أعـداد كـبـيـرة من المستهلكين لمياه التحلية، تمت التوصية بأن تواصل الوكالة اهتـمـامـهـا بالتطويرات في مـجـال التـحلية بالطاقة النووية والتنظيم لاجتـمـاع بالخصوص عند توافـر الاهتمام الكافي.

هل تعلم

- الطاقـة النووية هي التي تنطلق أثناء انشطار أو اندمـاج الأنوية الذرية، وتشكل نحو ثلث الطاقة المصنّعة في العالم.
- العلماء ينظرون إليها كمصدر حقيقي للطاقة لا ينضب.
- هناك شكوك حول مـسـتـقـبلها بسبب تكاليفـهـا المرتفعة، والمخاوف المتعلقة بالسلامة، وصعوبة التخلص الآمن من نفاياتها العالية الإشعاع، وخوف بعض الناس من استخدامها في مجال الحروب.

ضرورة التوسُّع في استخدام الطاقة النووية

لاشك أن كلمة «مادة مشعة» تثير الذعر دائماً، فهي عالقة في ذهن الإنسان بما حدث في مدينتي هيروشيما وناغازاكي اليابانيتين في نهاية الحرب العالمية الثانية، بمعنى أنها عالقة في ذهن الإنسان في استعمالها السلبي. لكن كثيراً من الناس لا يدركون أن المواد المشعة هي أقدم من عمر الكرة الأرضية، وأقدم من عمر الإنسان نفسه، وأنها موجودة منذ نشأة الكون، وأن الإنسان تهيأ جسمه للتعامل مع بقايا هذه المواد المشعة الموجودة في الأرض وما يأتيه من الفضاء.

واليورانيوم، على سبيل المثال، له تأثير سمي إشعاعي كبير جداً، ويصنف من ضمن المواد الثقيلة العالية الكثافة وموجود طبيعياً في البيئة وفي جسم الإنسان، ويوجد نحو 90 ميكروغراماً من اليورانيوم في جسم الإنسان يستمده من الهواء والماء والغذاء.

وهنالك جانب إيجابي لاستخدام المواد المشعة، وخصوصاً اليورانيوم المستنفد (Depleted Uranium)، حيث تذكر منظمة الصحة العالمية أن استخدام اليورانيوم المستنفد يعود إلى ما قبل الاستخدامات العسكرية. وهذا النوع من اليورانيوم كان يستخدم منذ عشرات السنين في المجالات الطبية والصناعية. وهو الآن يستخدم بشكل كبير في محطات توليد الكهرباء العاملة بالطاقة النووية. ويحتوي اليورانيوم المستنفد من الناحية الإشعاعية على 60% من إشعاع مادة اليورانيوم بما يعني أنه أقل إشعاعاً.

والمتبقي من مادة اليورانيوم بعد عملية التشبيع لمفاعلات الطاقة يسمى اليورانيوم المستنفد، وهو يحتوي على النظير يورانيوم 238 بنسبة 99.8% وعلى النظير يورانيوم 235 بنسبة 0.2% وعلى النظير 234 بنسبة ضئيلة جداً.

وقد يوجد اليورانيوم المستنفد عند إعادة تصنيع الوقود المستخدم من المفاعلات، وفي هذه الحالة يكون النظير يورانيوم 236 موجوداً بكميات ضئيلة مع البلوتونيوم والأميريسيم والنبتونيوم.

وتشير الأبحاث إلى أنه في حال تعرض جسم الإنسان لليورانيوم فإن نسبة عالية منه تخرج مع فضلات الجسم الصلبة، وما يبقى في الدم يخرج مع الإفرازات السائلة.

ويمكن استخدام المواد المشعة في مجالات سلمية عديدة منها تعقيم بعض الكائنات المضرة بالمحاصيل الزراعية عن طريق تعريضها للإشعاع فلا تستطيع التناسل، وفي توليد الطاقة الكهربائية. والاتجاه العالمي الحالي هو البحث عن مصادر بديلة للوقود التقليدي، ومنها الطاقة النووية، التي لديها قدرة كبيرة على توليد طاقة هائلة، فمثلاً إن ذرة واحدة منشطرة من اليورانيوم تعطي 10 ملايين ضعف الطاقة الناتجة من احتراق ذرة الكربون، وفي الطب تستطيع المواد المشعة تحديد أمكنة الخلل في جسم الإنسان، والقضاء على كثير من الأورام السرطانية، وليس ثمة ضرر من توسع الدول العربية والخليجية في استخدام الطاقة النووية، خصوصاً أن سعر اليورانيوم حالياً يبلغ نحو 50 دولاراً أمريكياً للطن الواحد المنتج من المناجم.

وأعتقد أنه من المهم العمل على أن يكون هنالك اتصال مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة والمنظمات الحكومية وغير الحكومية في منطقة الخليج العربي لوضع استراتيجية مستقبلية لاستخدام الطاقة النووية في المجالات السلمية ولا سيما توليد الكهرباء.

بقلم:
د. علي محمد خريبط
استشاري بيئي