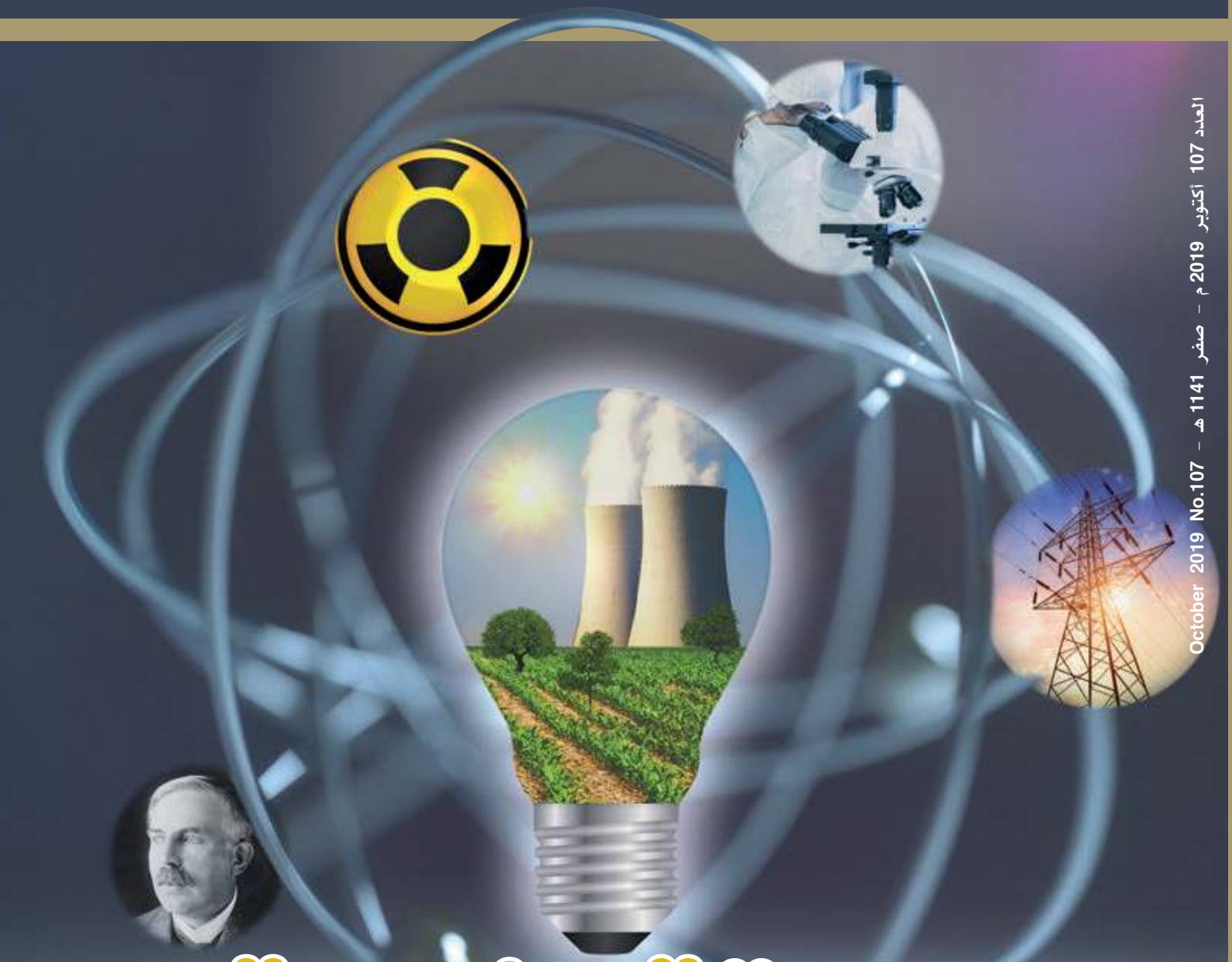
KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي



العدد 107 أكتوبر 2019 م - صفر 1141 هـ
October 2019 No.107

الطاقة النووية

استخدامات سلمية لخدمة البشرية

دكّ حصون مقاومة المضادات الحيوية | الرُوبوت الفَتّاك | قمة المناخ 2019

التقدم العلمي
العدد 107 أكتوبر 2019 م - صفر 1441 هـ
October 2019 No.107

❖ رئيس مجلس الإدارة

حضرة صاحب السمو أمير البلاد

الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

حفظه الله ورعاه

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

أعضاء مجلس الإدارة

أ. د. فايزة محمد الخرافي

أ. مصطفى جاسم الشمالي

أ. أسامة محمد النصف

د. يوسف حمد الإبراهيم

أ. هاني عبد العزيز حسين

د. صلاح عبداللطيف العتيقي

أ. خالد خضير المشعان

المدير العام

د. عدنان أحمد شهاب الدين

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 107 - أكتوبر 2019 م - صفر 1441 هـ

October 2019 No.107

رئيس التحرير

د. سلام أحمد العبلاني

توفر الطاقة النووية حلاً واعداً لمتطلبات الطاقة المتزايدة في جميع أنحاء العالم، لاسيما مع ارتفاع عدد السكان بوتيرة متزايدة، وازدياد حاجة عدد كبير من مجالات الحياة إليها. وتُظهر هذه الطاقة ميزة كبيرة على طاقة الوقود الأحفوري بسبب قلة غازات الدفيئة المنبعثة منها.

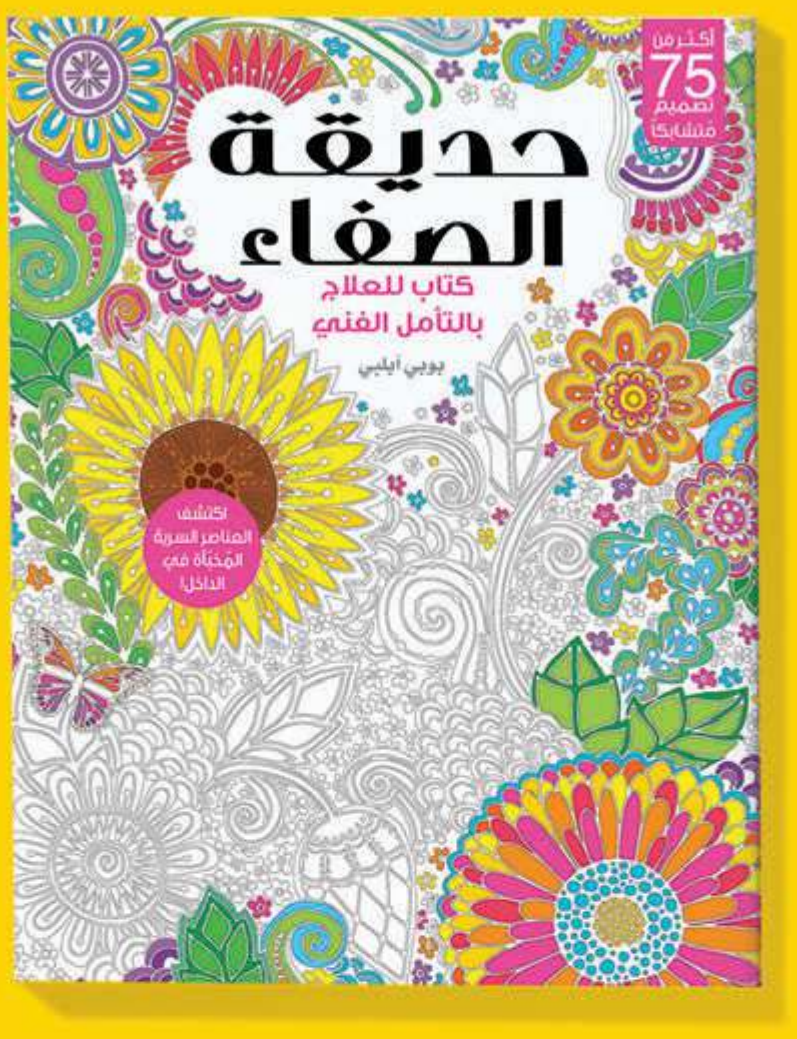
جميع المراسلات ترسل باسم رئيس تحرير مجلة التقدم العلمي

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

Correspondence : Editor-in-Chief
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

ص. ب : 25263 الرمز البريدي 13113 الصفاة-الكويت فاكس : 22278161(965+) هاتف : 22278160(965+)
P.O.Box: 25263 - P.C.13113 Safat - Kuwait Fax. (+965) 22278161 - Tel. (+965) 22278160
e-mail: magazine@kfas.org.kw

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



إصدار
جديد!

التقدم العلمي للنشر
Advancement of Science Publishing
KFAS
إحدى شركات
Company
shop.aspdkw.com

aspdkw aspdkw aspdkw
shop.aspdkw.com subscriptions@kfas.org.kw
للاستفسار: 66039310

الطاقة النووية واستخداماتها السلمية

رئيس التحرير
د. سلام أحمد العبلاني

ارتبط مفهوم الطاقة النووية بصورة ذهنية سلبية عالمية، وذلك بسبب المأساة الإنسانية التي خلفتها الحرب العالمية الثانية ونهايتها على وقع كارثة دمار مدينتي هيروشيما وناغازاكي بواسطة القنابل النووية وبدء سباق الرعب النووي العالمي. لكن الطاقة النووية لا يقتصر دورها على إتعاس البشرية، بل إن جزءا كبيرا مما نحن فيه من رفاهية وتطور يمكن إرجاع الفضل فيه إلى الاستخدامات السلمية والعلمية للطاقة النووية. بيد أن هناك الكثير من الحركات الخضراء في العالم والناشطين السياسيين والبيئيين يصورون الطاقة النووية بكل استعمالاتها وكأنها البعبع «إن صح التعبير» الذي سيؤدي إلى دمار البيئة ومن ثم فناء البشر. نعم، هناك هامش حقيقي لهذا التخوف الذي يكتنف أي نوع من أنواع التكنولوجيا المتقدمة جداً، والتي تستلزم موارد وإمكانات متطورة بحيث يصبح من الوارد تماماً ارتكاب الأخطاء ذات العواقب الوخيمة (مفاعل تشيرنوبل كمثال). ولكن هناك أيضاً جانبا إيجابيا لهذه التكنولوجيا. لذا لكي نساهم في توازن وجهتي النظر حيال استخدامات الطاقة النووية، فقد خصصت مجلة التقدم العلمي ملف العدد لتسليط الضوء على الكثير من الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، مثل مساهمتها في تطوير أهم مصادر بقاء الإنسان وحياته المتمثلة في تطوير محطات توليد الطاقة الكهربائية وما يترتب عليها من ديمومة رفاهية الإنسان في كل مناحي الحياة. ولا يقل أهمية عن ذلك مساهمتها في مجال الطب وتشخيص الأمراض وتطور تكنولوجيا التصوير النووي والجزيئي والنظائر المشعة. كما أن سبر أغوار البحار المظلمة كما في الغواصات النووية، وأطراف الفضاء والكواكب يدين بطريقة أو بأخرى للتكنولوجيا المرتبطة بالطاقة النووية. فالمركبات الفضائية مثل فوياجر التي أطلقت عام 1977 لدراسة الكواكب الخارجية لا تزال تعمل حتى اليوم بفضل مفاعلها النووي الذي يمدها بالكهرباء، والذي يعمل بواسطة البلوتونيوم. وكذلك حال المركبات التي أطلقت إلى المريخ مثل كيوريوسيتي التي تستمد طاقتها لتشغيل معداتها المتطورة من مولد نووي صغير.

كما أن التطور التكنولوجي لتصميم المفاعلات النووية نفسها له نصيب من النقاش، إذ يتطرق الملف إلى تقنيات الجيل الرابع من تصاميم المفاعلات النووية ومعالجة نقاط ضعف الأجيال السابقة لتجنب الكوارث التقنية المأساوية. ومع أن الطاقة النووية يمكن تصنيفها تحت مسمى طاقة ناضبة غير متجددة بسبب محدودية الموارد التي تعتمد عليها هذه التكنولوجيا (اليورانيوم)، فإنها تتشابه مع الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح بأنها لا تقود إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، على العكس من الوقود الأحفوري. ويصاحب التطورات التكنولوجية للتصاميم الآمنة للمفاعلات تطور في منظومات فاعلة في إدارة النفايات النووية، سواء كانت من النشاط ذي المستوى المنخفض أوالمتوسط أو العالي.

وأخيراً يتطرق العدد إلى الرؤية الاستراتيجية لدى الدول العربية ومدى إمكانية تطوير برامج نووية سلمية تخدم الاقتصاد وخطط التنمية الوطنية، إذ من الواضح أن الدول العربية لم تستفد حتى الآن من التطبيقات النووية السلمية إلا فيما ندر في المجالات الطبية، وليس على مستوى بناء مفاعلات كنظيراتها في أوروبا وأمريكا. بيد أن هناك توجهات واعدة لبعض الدول العربية مثل السعودية والإمارات ومصر والأردن والجزائر والمغرب التي أقرت مشروعات مفاعلات نووية لتوليد الطاقة الكهربائية ضمن برامج التعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مع ما يصاحبها من تطوير وإعداد البنية القانونية والتنظيمية وتنمية للقدرات الوطنية لإدارة مثل هذه المشروعات الكبيرة الطموحة. ■

النقد العلمي

العدد (107) أكتوبر 2019

ملف العدد <<<

إطلالة تاريخية على مسيرة الطاقة النووية
08
د. محمد عبد القادر الفقي

مستقبل الطاقة النووية و تطبيقاتها الحديثة
16
د. وفاء محمد سالم

إدارة النفايات النووية وأخطارها وعوامل الأمان المناسبة
22
د. عماد الدين حسن برعي

التصميم الهندسي والإنشائي للمفاعلات النووية
26
د. شريف الجوهري

سيناريوهات تطور سياسات انتشار الطاقة النووية عربيا
32
د.عادل محمد أحمد

من مقالات العدد <<<

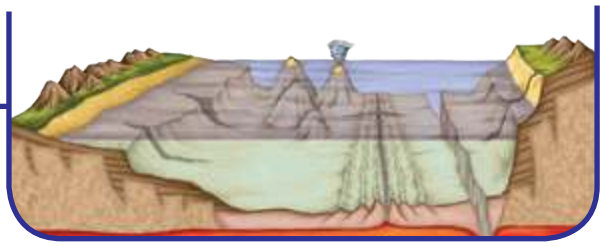
التعدين البحري .. فوائد منظورة ومخاوف مشروعة
40
د. وحيد محمد مفضل

من مقالات العدد <<<

التنمر الإلكتروني
فيروس بشري يعبث في العالم الافتراضي
فاطمة محمد البغدادي بقشيش 45

دكّ حصون مقاومة المضادات الحيوية
د. طارق قابيل 57

ابنُ النفيس.. كحَّالاً
د. محمد ظافر الوفائي - د. محمد حسان الطيان 70



سبق العرب في اكتشاف مبدأ الوتيرة
مبدأ أساسي يقوم عليه علم الجيولوجيا
مصطفى يعقوب عبد النبي 78

قمة الأمم المتحدة للعمل من أجل المناخ
أحمد عبد الحميد 92

هل تبحث عن مجلة تقدم إليك أعمق المضامين العلمية وأسرار الطبيعة بكلمات ميسرة وأشكال جميلة؟

ها هي مجلة **مدار** - الإصدار الجديد من التقدم العلمي للنشر - المزيج الفريد بين العلم والفن، الذي يصحب القارئ الشغوف في رحلة من الذرة إلى المجرة وما بينهما.

إذا كان للعلوم مسار فالمنطلق مجلة

مدار

aspdkw aspdkw aspdkw

shop.aspdkw.com subscriptions@kfas.org.kw

للاستفسار: 66039310 965+

التقدم العلمي للنشر
Advancement of Science Publishing

KFAS | إحدى شركات Company

shop.aspdkw.com

ملف العدد

الاستخدامات السلمية
للطاقة النووية

منذ منتصف القرن الماضي بدأ الاستخدام السلمي للطاقة النووية في مجالات عدة. وانتشر استخدامها بصورة كبيرة في الآونة الأخيرة، ففي المجالات الطبية هناك مجموعة من النظائر المشعة يُستعان بها في علاج مرض السرطان، وفي تشخيص الأمراض. وفي المجال الزراعي ساعدت الطاقة النووية العلماء في عملية زيادة الإنتاج النباتي والحيواني من خلال عملية تحسين السلالات الزراعية والحيوانية، كما استخدمت في حفظ الأغذية. وفي المجال الصناعي تسهم الطاقة النووية في زيادة الإنتاج الصناعي، وتوفير الطاقة الكهربائية اللازمة لإدارة المصانع.

ويمكن أن تواصل الطاقة النووية دورها في تعزيز التنمية المستدامة من خلال توفير الطاقة اللازمة للأعداد المتزايدة من السكان ولمجتمع ماضٍ في التصنيع. ويمكنها أن تحقق ما سبق بتأثير أقل في المناخ والبيئة عند المقارنة بمعظم أنواع الطاقة.

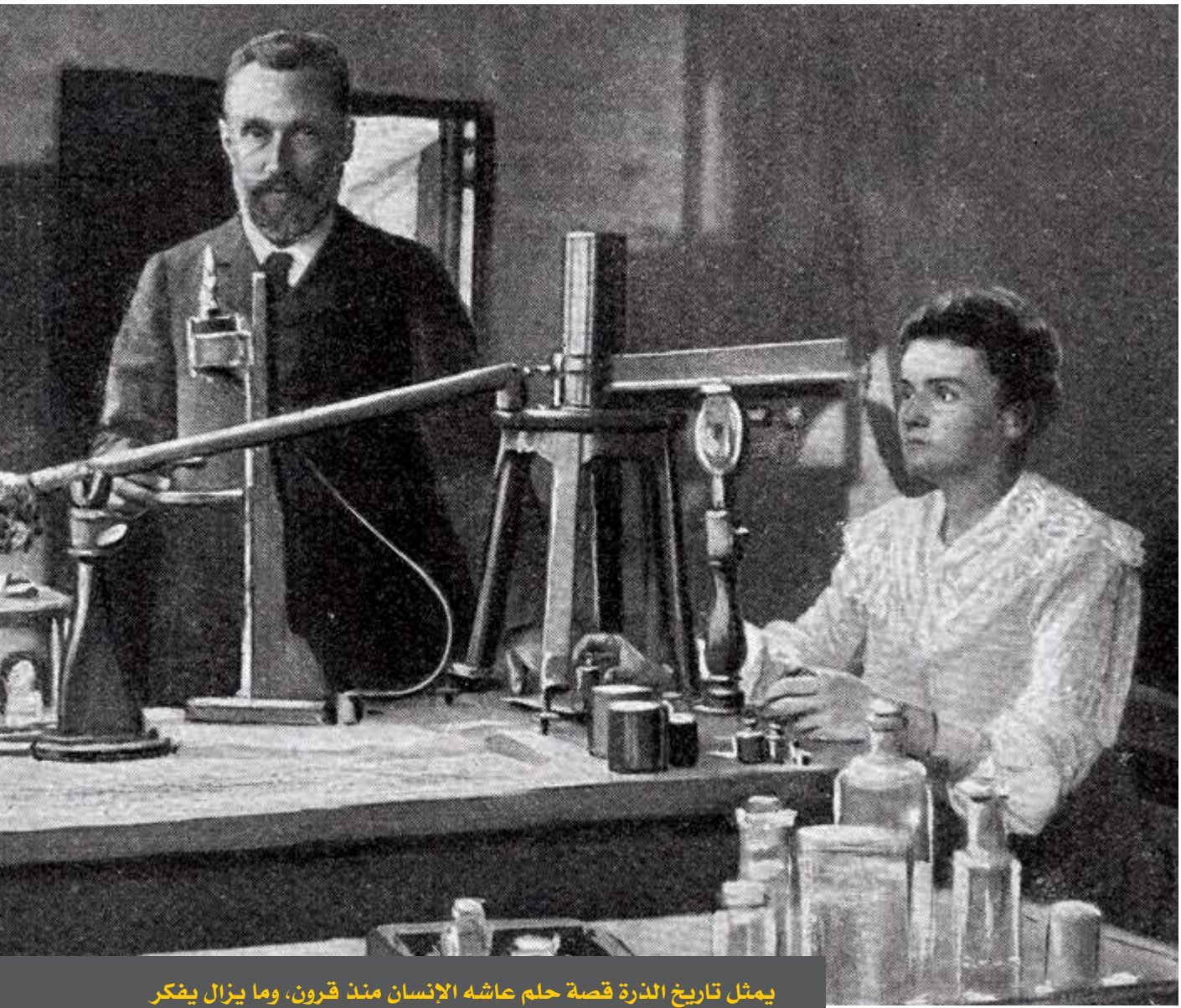
مجلة التقدم العلمي تسلط الضوء في ملف هذا العدد على دور الطاقة النووية، وتطبيقاتها السلمية، وكيفية التخلص من نفاياتها، إضافة إلى السيناريوهات المستقبلية المحتملة لتطور سياسات انتشار الطاقة النووية في الوطن العربي.

إطلالة تاريخية
على مسيرة الطاقة النووية

إدارة النفايات النووية
وأخطارها وعوامل الأمان
المناسبة

مستقبل الطاقة النووية
و تطبيقاتها الحديثة

إطلالة تاريخية على مسيـ

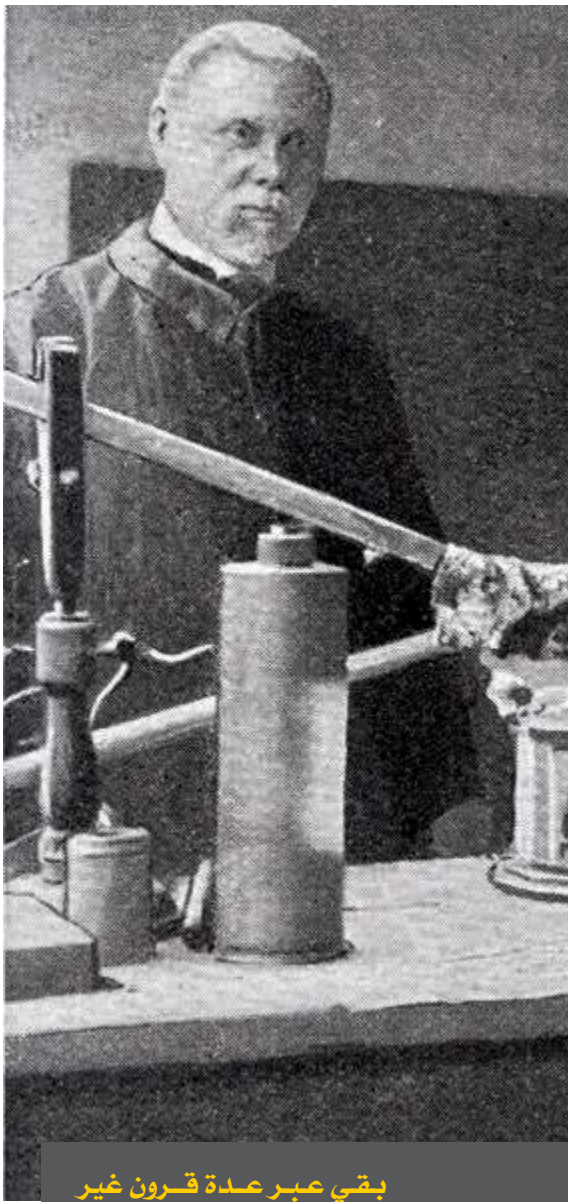


يمثل تاريخ الذرة قصة حلم عاشه الإنسان منذ قرون، وما يزال يفكر في تفسير رموزه إلى الآن. وأقدم الوثائق التي وصلت إلينا تنقل عن الفيلسوف الهندي أشاريا كندا قوله إن كل مادة يجب أن تتكون من جزيئات غير قابلة للتجزئة، وسماها (أنيو) أي: الذرة. وقال أتباعه إن الذرة هي الجسيم الأكثر دقة وصغراً، وإنه ليس لها شكل ولا ثقل إذا كانت بمفردها، لكنها عندما تحل بالروح تكثفها وتثقلها. وفي عام 430 ق.م. افترض اليوناني ديمقريطس أن كل مادة تتألف من أجزاء دقيقة غير مرئية وغير قابلة للتجزئة تسمى: (أتوموس)، أي الذرة. غير أن هذا الافتراض

د. محمد عبد القادر الفقي *

* كاتب ومترجم ومستشار بيئي، متخصص في موضوعات الطاقة والبيئة، (الكويت).

ـــرة الطاقة النووية



بقي عبر عدة قرون غير قابل للاختبار التجريبي، لذلك رفضه كثير من العلماء. واستمر الأمر حتى العصر الحديث، حين راجع العلماء مفهوم الذرة علمياً بناءً على تجارب أجروها في هذا الشأن.

بدايات تاريخية

في عام 79م تقريبا، استخدم صانعو الفخار الأوروبيون أكسيد اليورانيوم لصبغ أشغالهم الخزفية بلون أصفر لامع. وقد عُثر على زجاج أصفر يحوي أكسيد اليورانيوم في فيلا رومانية بمنطقة كيب بوسيليبو في خليج نابولي عام 1912. ومع ذلك، بقيت خصائص اليورانيوم مجهولة لعدة قرون، إلى أن اكتشفها هنري بيكريل مصادفة في عام 1896، أثناء إجرائه تجارب على التألق الضوئي والوميض الفسفوري. فعند وضعه بعض اللوحات الفوتوغرافية المغلفة في درْج مظلم، بجانب بعض البلورات التي تحتوي على اليورانيوم، تعرضت هذه اللوحات لانبعاثات غير مرئية من اليورانيوم. وهكذا عرف بيكريل أن ثمة إشعاعاً متصلاً ينبعث من اليورانيوم بصورة ثابتة لا تنقطع في أي ظرف، والأهم أنه ليس نتيجة لأي علة خارجية، فهو عملية تفكك تلقائي للذرات دون أي شرط محدد، وأن هذا ليس مقتصرا على اليورانيوم، بل يشمل سائر المواد المشعة. وأطلقت ماري كوري على اكتشاف بيكريل اسم: (النشاط الإشعاعي). وكانت ماري قد بحثت مع زوجها بيير كوري خصائص اليورانيوم، واكتشفا مواد مشعة أخرى مثل البولونيوم والراديوم.

هنري بيكريل

اكتشاف بنية الذرة

بين عامي 1838 و1851 طور عالم الطبيعيات ريتشارد لامنغ فكرة مفادها أن الذرة تتكون من نواة مادة محاطة بجزيئات دون ذرية تكوّن وحدة الشحنات الكهربائية. وأدى ذلك إلى اكتشاف الإلكترون. وفي عام 1894 قدّم الفيزيائي جورج ستوني اسم الإلكترون. وفي عام 1897 عرّف جوزيف طومسون الإلكترون بأنه جسيم. وكان هذا العالم قد درس أشعة المهبط (الكاثود)، وتبين له أنها مجرد تدفق الإلكترونات حاملة الشحنات الأحادية السالبة. وبذلك تمكن عملياً من اكتشاف الإلكترون الذي أظهر أن الذرة قابلة للقسمة.

وقبل اكتشاف البروتون والنيوترون، وضع طومسون نموذجا لتركيب الذرة مفاده أن الذرة كرة متجانسة من شحنة كهربائية موجبة تسبح فيها شحنات سالبة هي الإلكترونات.

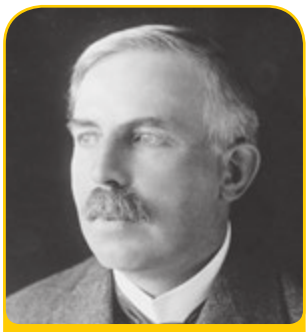
وبحلول عام 1900، عرف الفيزيائيون أن الذرة تحتوي على كميات كبيرة من الطاقة. ويأتي في مقدمة هؤلاء: إرنست رذرفورد، الأب الفعلي للعلوم النووية. ففي عام 1904 كتب: "حينما سيكون بإمكاننا أن نتحكم في معدل تفكك العناصر المشعة، فعندئذ يمكننا أن نحصل على كمية هائلة من الطاقة من كمية صغيرة من المادة المشعة". وبعد عام واحد، وضع ألبرت آينشتاين الصيغة الرياضية لنظريته حول العلاقة بين الكتلة والطاقة، وهي: $E=mc^2$، أي إن الطاقة تساوي حاصل

جوزيف طومسون

بقيت خصائص اليورانيوم مجهولة لعدة قرون إلى أن اكتشفها (هنري بيكريل) مصادفة في عام 1896 أثناء إجرائه تجارب على التألق الضوئي والوميض الفسفوري

ضرب الكتلة في مربع سرعة الضوء.

وفي عام 1911 أثبت إرنست رذرفورد خطأ التصور الذي وضعه طومسون عن بنية الذرة. فقد سلط حزمة من دقائق ألفا (جسيمات من مصدر مشع) على شريحة رقيقة من الذهب. وحسب مفهوم طومسون كان يفترض أن تتوقف دقائق ألفا أو تنعكس ولا تخترق تلك الشريحة. لكن العكس هو ما حدث، فقد اخترقت معظم الدقائق الذهب دون إعاقة، وكأن معظم مساحة الشريحة الرقيقة فراغ. وتشتتت بعض الدقائق بزوايا كبيرة، وانعكس بعضها فقط قريبا من مصدر ألفا، مما حدا برذرفورد إلى الاعتقاد أن الشحنة الموجبة التي افترضها طومسون لا تعدو أن تكون سوى كتلة صغيرة جداً في الذرة وليست موزعة على أنحائها كافة. وهكذا توصل رذرفورد إلى أن الذرة تحتوي على نواة موجبة الشحنة صغيرة الكتلة ولكنها ثقيلة وتقع في وسط الذرة. وتقدر هذه الكتلة بنحو 99.9% من كتلة الذرة. أما الإلكترونات فتتحرك على مسافات بعيدة عن النواة بسرعات عالية تمنعها من التجاذب معها. ويعني هذا أن معظم الذرة فراغ. وأضاف رذرفورد إن الإلكترونات تدور في أفلاك حول النواة كما تدور الكواكب حول الشمس.


إرنست رذرفورد

غير أن نظرية رذرفورد لم تستطع الإجابة عن بعض المعضلات التي كانت تكتنف حركة الإلكترونات. فعندما يدور الإلكترون في فلك حول النواة، ينبغي أن يفقد طاقته شيئاً فشيئاً بسبب فقدانه طاقة أثناء الدوران، ويفترض أن يقل نصف قطر دورانه شيئا فشيئا إلى أن يدرك النواة، أو أن ينجذب إليها بخط مستقيم طبقاً لقوانين كولوم الإلكتروستاتيكية. لكن الحالة الفعلية لا هذا ولا ذاك، إذ يبقى الإلكترون يدور حول النواة.

بحلول عام 1900 عرف الفيزيائيون أن الذرة تحتوي على كميات كبيرة من الطاقة ويأتي في مقدمة هؤلاء إرنست رذرفورد الذي يعد الأب الفعلي للعلوم النووية

الإفادة من ميكانيكا الكم

نجح العالم الدنماركي نيلز بور في الإسهام في حل هذه المعضلات، مستفيدا في ذلك من إنجازات العلم الجديد (ميكانيكا الكم) الذي وضع لبناته الأولى عالم الفيزياء ماكس بلانك. ففي عام 1913م طرح بور نظريته حول بنية الذرة، وقال إن هناك مدارات منفصلة عن النواة ومحددة يتحرك الإلكترون فيها، وإن الإلكترون المتحرك لا يشع (أي لا يفقد) أي طاقة أثناء دورانه الاعتيادي في هذه المدارات، وإن الطاقة المنبعثة من الإلكترونات ذات قيم محددة. وذكر أيضا أن الإلكترون يبعث الطاقة عندما يهبط من مدار عال إلى آخر منخفض، ويمتص طاقة في حالة القفز من مدار منخفض إلى مدار أعلى منه. وأكد أن نموذج الذرة عند رذرفورد ينبغي أن يرتبط بكوانتم الطاقة عند ماكس بلانك. وأدت إنجازاته في فيزياء الأطياف إلى توحيد بنية الذرة والإشعاع.

وأسهمت التجارب التي أجراها هنري موزلي وجيمس فرانك وغوستاف هرتس وغيرهم، بداية من عام 1914، في فهمنا لتكوين الذرة من نواة كثيفة تضم نيوترونات متعادلة الشحنة وبروتونات ذات شحنة موجبة، وتحيط بالنواة إلكترونات أقل كتلة مشحونة بكهرباء سالبة. وفي السنوات التالية وحتى عام 1925، نجحت بحوث العلماء في (ميكانيكا الكم) في دعم وتطوير نظرية بور، بحيث تقدم تفسيراً للتركيب الذري لكل عنصر على حدة. ففي عام 1917م أعلن لويس دي بروي أن الضوء مكون من جسيمات ومن موجات، ولأول مرة نقل هذه الفكرة إلى ذرات المادة، فأصبح كل جسيم صغير من المادة (بما في ذلك الإلكترون) مقترناً بموجة، وأصبحت طبيعة كل من الضوء والمادة جسيمية وموجية في آن واحد. وبذلك لم يعد ثمة تعارض بين المادة والطاقة، أو الذرة والإشعاع.

اكتشاف الانشطار النووي

في عام 1934، أجرى الفيزيائي إنريكو فيرمي سلسلة من التجارب، أثبت فيها أن النيوترونات قد تشطر أنواعا كثيرة من الذرات. وفي عام 1938، أطلق العالمان الألمانيان أوتو هان وفريتز ستراسمان النيوترونات على اليورانيوم (عدده الذري 92) من مصدر يحتوي على عنصري الراديوم والبريليوم، مما تسبب في انقسام النواة وإطلاق الطاقة.

وخلال فترة الحرب العالمية الثانية، تسابقت الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا لتصنيع أول قنبلة ذرية. ونتيجة لذلك، أطلقت الأولى برنامجا بحثيا ضخما لإنتاج هذه القنبلة هو: مشروع مانهاتن، وذلك تحت إدارة ليزلي غروفز وعالم الفيزياء روبرت أوبنهايمر.

وفي عام 1941، اقترح فيرمي وزميله ليو سزيلارد تصميماً لمفاعل يتم فيه إجراء تفاعل متسلسل مستمر لليورانيوم. وكان نموذجهما يعتمد على وضع اليورانيوم في كومة من الغرافيت لصنع إطار شبيه بالمكعب من المواد القابلة للانشطار. وفي نوفمبر 1942، بدأ العمل في بناء أول مفاعل نووي في العالم، وهو مفاعل (كومة شيكاغو الأولى). وشُيِّد ذلك المفاعل على أرضية ملعب للاسكواش تحت الاستاد الرياضي لجامعة شيكاغو. وإضافة إلى اليورانيوم والغرافيت، احتوى ذلك المفاعل على قضبان تحكّم من الكادميوم لضبط التفاعل. ومن المعروف أن معدن الكادميوم يمتص النيوترونات. وعند وضع هذه القضبان في المفاعل، كان هناك عدد أقل من النيوترونات لحدوث انشطار لذرات اليورانيوم. ومن شأن ذلك أن يبطئ التفاعل المتسلسل لليورانيوم. وعندما تم سحب القضبان، كان هناك المزيد من النيوترونات لشطر تلك الذرات، ومن ثم يتسارع التفاعل المتسلسل. وفي 2 ديسمبر 1942، كان العلماء على استعداد لاختبار كومة شيكاغو الأولى. وقد أمر

الاندماج النووي

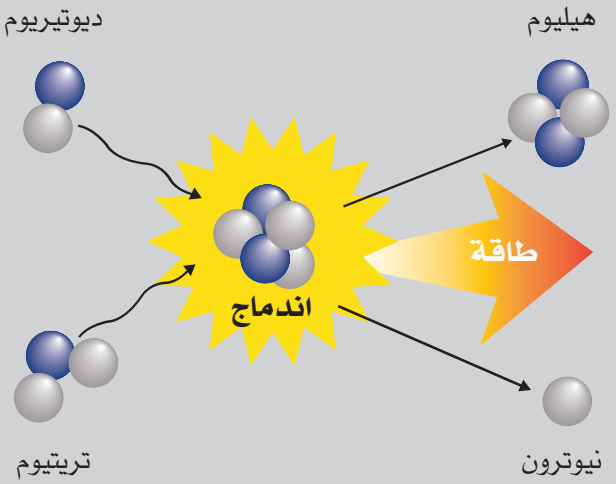
أحد التطبيقات التي قد تكون مهمة لتوليد الطاقة في المستقبل هو الاندماج النووي Nuclear Fusion. فعلى الرغم من أن جميع الكهرباء المستمدة حاليا من الطاقة النووية تولد عن طريق الانشطار النووي، فإنه نظريًا يمكن دمج نظائر الهيدروجين لإنتاج الهيليوم والطاقة التي يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء.

ومن الناحية العلمية، يمكن للاندماج النووي أن يكون "ساخناً" أو "بارداً". وقد تمت تجربة الانصهار البارد عام 1989 على يدي ستانلي بونس ومارتن فليشمان، لكن محاولات تكرار التجربة أسفرت عن نتائج عشوائية، مما دفع الكثيرين إلى رفض التجربة الأصلية باعتبارها معيبة.

وأكثر المنافسين على الأرجح هو الانصهار النووي الساخن، الذي يحدث في درجات حرارة مرتفعة جدا داخل غرفة على شكل حلقة تسمى توكاماك. وقد اخترع هذه الغرفة السوفييتيان إيغور تام وأندريه ساخاروف في خمسينيات القرن الماضي، ضمن أعمالهما المتعلقة بالقنبلة الهيدروجينية السوفييتية. ومفاعل التوكاماك هو جهاز مصمم للاستفادة من الطاقة الناجمة عن الاندماج النووي. وداخل التوكاماك تُمتص الطاقة الناتجة عن اندماج الذرات، على شكل حرارة، بواسطة جدران الوعاء الحاوي. وتستخدم محطة الاندماج النووي هذه الحرارة لإنتاج البخار، ومن ثمّ الكهرباء، بالاعتماد على التوربينات (العنفات) والمولدات.

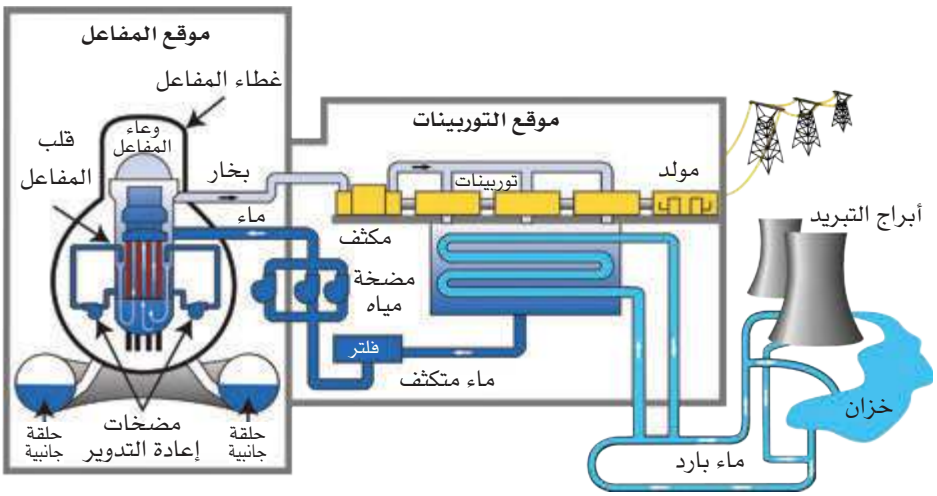
وفي العقود الثلاثة الأخيرة، طورت العديد من أنواع المفاعلات النووية، وبنيت عشرات المحطات لتوليد الكهرباء من هذه الطاقة في كثير من دول العالم.

ويتعاون العلماء الروس والغرب منذ عقود في أبحاث الانصهار النووي. وقد تم تجميع فريق دولي في منشأة كاراداش بجنوب فرنسا لبناء أكبر مفاعل اندماج نووي في العالم، وهو ما عُرِف بالمفاعل الدولي التجريبي الحراري النووي (ITER). ويهدف المشروع إلى تحقيق الانتقال الذي طال انتظاره من الدراسات التجريبية لفيزياء البلازما إلى محطات طاقة الاندماج النووي بغرض إنتاج الكهرباء على نطاق واسع. ويسعى المشروع إلى تفاعل بلازما الديوتيريوم مع الليثيوم. ويأمل العلماء تشييد مفاعل ITER لإنتاج الكهرباء بحلول عام 2050.



في 2 ديسمبر 1942 كان العلماء على استعداد لاختبار أول مفاعل في العالم، وفي مساء اليوم نفسه حدث التفاعل النووي، ومن ثم دخل العالم رسمياً العصر النووي

فيرمي بسحب قضبان التحكم من المفاعل لبضع بوصات في وقت واحد خلال الساعات القليلة المقبلة. وأخيراً، وفي الساعة 3:25 مساءً من اليوم نفسه، حدث التفاعل النووي، وأصبح مستمراً بذاته، ومن ثم دخل العالم رسمياً العصر النووي. وعقب ذلك، صنع فريق من العلماء بقيادة أوبنهايمر أول قنبلة نووية في لوس ألاموس بولاية نيو مكسيكو الأمريكية. وتم إنشاء مواقع لإنتاج اليورانيوم المكرر والبلوتونيوم. وكانت نتيجة هذا النشاط هي صنع القنبلتين الذريتين اللتين أُسقطتا على هيروشيما وناغازاكي عام 1945.



العصر النووي

ألقت الآثار المدمرة للقنابل النووية بظلال مخيفة على حقبة جديدة من السلام والازدهار. وازداد هذا الخوف نتيجة انتشار الأسرار النووية إلى روسيا والصين، والجنون العدائي للشيوعية، وتوترات الحرب الباردة. وكانت السرية في الواقع هي الطابع المميز للمشروعات النووية العسكرية، فقد صنعت حكومة كليمنت أتلي العمالية في المملكة المتحدة (1945-1951) أول قنبلة ذرية بريطانية دون إبلاغ البرلمان أو الحصول على موافقته. وشهدت خمسينيات القرن العشرين إجراء مزيد من الاختبارات على القنابل الذرية وانتشارها واختراع القنبلة الهيدروجينية التي طورها إدوارد تيلر من مبدأ الاندماج النووي. وكان هناك تطوران عسكريان لهما آثار مهمة على توليد الطاقة هما: الغواصة النووية وحاملة الطائرات النووية. فكلاهما يستخدم مفاعل الماء المضغوط (PWR)، الذي أصبح أكثر أنواع المفاعلات استخداماً في الطاقة النووية المدنية.

ووقتذاك، أكد كثير من الباحثين أنه إذا كان بالإمكان إنتاج تفاعل نووي متسلسل مستدام ذاتيا بشكل اقتصاديّ، فإن الانصهار النووي سيكون مصدراً واعداً لطاقة نظيفة وآمنة وغير محدودة.

هناك تطوران عسكريان في الخمسينيات هما: الغواصة النووية وحاملة الطائرات النووية اللتان استخدمتا مفاعل الماء المضغوط (PWR) الذي أصبح أكثر أنواع المفاعلات استخداماً في الطاقة النووية المدنية

ولادة الطاقة النووية

في عام 1953، ألقى الرئيس الأمريكي أيزنهاور خطاباً أمام الأمم المتحدة عن "الذرة من أجل السلام"، داعيا إلى تعاون دولي في تطوير التكنولوجيا النووية للأغراض السلمية. وطور الاتحاد السوفييتي مفاعلا من نوع RBMK، وهو مفاعل قوي جداً يتم التحكم فيه باستخدام الغرافيت وتبريده بواسطة الماء، أما وقوده فهو اليورانيوم الطبيعي. وفي عام 1954، ربطت محطة توليد الطاقة من هذا النوع بشبكة الطاقة السوفييتية في أوبنينسك، التي تُعَدُّ أول محطة للطاقة النووية في العالم مصممة للاستخدام التجاري. وكان المفاعل الذي انفجر في تشيرنوبيل في عام 1986 من هذا النوع.

ودخلت كندا في السباق النووي بسبب وفرة إمدادات اليورانيوم فيها. ومنذ البداية، كانت الصناعة النووية الكندية تتميز باستخدام الماء الثقيل، وهو مزيج من الديوتيريوم والأكسجين. ونتيجة لذلك بنيت مفاعلات مختلفة باستخدام الماء الثقيل، مثل مفاعل بحوث الماء الثقيل الذي أنشئ في أونتاريو.

وفي عام 1952، أنشئت شركة الطاقة الذرية الكندية المحدودة لكي تتولى مسؤولية تطوير التطبيقات السلمية للطاقة النووية. وفي عام 1954 اضطلعت

هيئة الطاقة الذرية البريطانية بالإشراف على تطوير التكنولوجيا النووية. وبعد عامين تم توصيل محطة كهرباء في (كالدر هول) بكمبريا بشبكة الكهرباء الوطنية. وكان المفاعلان النوويان في كالدر هول نموذجين أوليّين لمفاعل ماغنوكس Magnox الذي يُبرد بالغاز. وتحتوي المفاعلات من النوع (ماغنوكس) على مهدئ من الغرافيت Graphite Moderator لإبطاء النيوترونات التي تساعد على توليد الكهرباء، ويستخدم ثنائي أكسيد الكربون المضغوط كمبرد. وفي عام 1957، بدأت شركة (دوكويسن لايت) بتشغيل أول محطة كبرى للطاقة النووية في الولايات المتحدة الأمريكية في (شبنغبورت) بولاية بنسلفانيا. وفي عام 1964، استُخدم مفاعل التبريد الغازي التقدمي (AGR)، وبُنيت سبع محطات طاقة باستخدام مفاعلين من النوع الأخير.

الاستخدام السلمي للطاقة النووية

يعد استخدام الطاقة النووية في محطات توليد الطاقة الكهربائية أحد أبرز مجالات الاستخدام السلمي للطاقة النووية. وترتبط عدة مشروعات لتحلية مياه البحر بالطاقة النووية، وفكرة استخدام المفاعلات النووية كمصدر لتحلية مياه البحر كانت محل دراسة وتحليل منذ منتصف الستينيات. وخلال العقود السبعة الماضية، دخلت الذرة مجال الطب، وشاع استخدام الإشعاع النووي في تشخيص الأمراض والفحص الطبي والتصوير باستخدام النظائر المشعة. كما شاع استخدام الطاقة النووية في العديد من الصناعات المتقدمة.

وتشمل التطبيقات الأخرى: كواشف الدخان، والكشف عن التسريبات والعيوب في عمليات اللحام، والتنقيب عن المعادن والبترول، وحفظ الأغذية، والغواصات، وحاملات الطائرات، وكسارات الجليد، والمركبات الفضائية.

كيف سيكون مستقبل الطاقة النووية؟

لا إجابة محددة عن هذا السؤال. والذين تصدوا للرد تفاوتت آراؤهم بين متفائل ومتشائم.

فالمتفائلون يرجحون ازدهار صناعة الطاقة النووية، وحجتهم في ذلك أن الطلب يتزايد على توليد الكهرباء، والمصادر التقليدية للوقود الأحفوري في طريقها إلى النضوب. كما أن الزخم البيئي المضاد لمسببات الاحتباس الحراري والتغير المناخي يصب في مصلحة الاتجاه إلى الطاقة النووية كمصدر نظيف لا ينبعث منه غاز ثنائي أكسيد الكربون. فضلا عن ذلك، فإن مصادر الطاقة المتجددة أخفقت في تحقيق المراد منها اقتصادياً حتى الآن. ومن المتوقع أن تستهلك البشرية خلال الـ 50 عاما المقبلة طاقة أكثر مما استهلكته طوال التاريخ الماضي بكامله. ولهذا يرى المتفائلون أن الطاقة النووية هي الحل الأمثل لمواجهة مشكلة توفير متطلبات إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، ومن ثم فإنهم ينادون بالتوسع في الاعتماد على الطاقة النووية السلمية وبناء محطات توليد الكهرباء منها. أما المتشائمون فيرون أن الجماهير أصبحت أكثر وعياً بمخاطر تسرب المواد والمياه المشعة من المفاعلات أثناء الحوادث النووية. كما توجد شكوك حول مدى كفاية احتياطيات اليورانيوم لمواجهة احتياجات العالم المتزايدة من هذا الوقود. ومن شأن هذين العاملين أن يعوقا أي خطط للاعتماد على الطاقة النووية مستقبلا، فضلا عن توفير التمويل اللازم لتوسيع عمليات تخصيب الوقود النووي وإعادة معالجة الوقود المستهلك.

وبين المتفائلين والمتشائمين يقف فريق ثالث يرى أن الإجابة عن السؤال المطروح ستكون في اتخاذ مسار وسط بين الاعتماد الكامل على الطاقة النووية في الأغراض السلمية وبين الرفض التام لها. وحجتهم في ذلك أنه في مجال الطاقة لا تحب الحكومات وضع الكثير من البيض في سلة واحدة. ولذلك، يتوقع هذا الفريق أن تختار معظم الدول مزيجاً من أنواع مختلفة من مصادر توليد الطاقة، مثل: الغاز الطبيعي، والفحم النظيف، والوقود الحيوي، ومصادر الطاقة المتجددة، إلى جانب الطاقة النووية بصورتيها المعروفتين: الانشطار النووي، والانصهار النووي.

توفر الطاقة النووية الآن نحو 16% من الكهرباء في العالم وتعمل محطاتها في 30 دولة حول العالم وهناك نحو 60 مفاعلاً آخر قيد الإنشاء

الجيل الثالث

على الرغم من النكسات التي حدثت للصناعة النووية في عقدي الثمانينيات والتسعينيات (بسبب حوادث انفجارات بعض المفاعلات مثل مفاعل ثري مايل أيلاند، ومفاعل تشيرنوبل)، فإن الطاقة النووية لم تختف مطلقاً. وعلى العكس من ذلك، خلال التسعينيات طُور جيل ثالث من تصاميم المفاعلات الجديدة، مثل مفاعل جنرال إلكتريك المتقدم للمياه الساخنة (ABWR)، ومفاعل ويستنغهاوس +80 المتقدم للماء المضغوط (APWR)، ومفاعل ويستنغهاوس AP600. وفي كندا، طورت شركة الطاقة الذرية الكندية المحدودة مفاعل كاندو المتقدم (ACR). وفي أوروبا تعاونت شركة (فرام أتوم) وسيمنز لتطوير مفاعل الماء المضغوط الأوروبي (EPR).

وفي عام 2002، طلبت فنلندا إنشاء وحدة لهذا المفاعل الأوروبي في (أولكيلوتو)، وهو أول بناء نووي جديد في أوروبا منذ حادث تشيرنوبيل.

وأحرزت الولايات المتحدة تقدماً في القضية الشائكة المتعلقة بتخزين النفايات النووية والوقود المستنفد على المدى الطويل، ففي عام 2002، وقع الرئيس جورج بوش على قرار يسمح لوزارة الطاقة باتخاذ الخطوات اللازمة لإنشاء مستودع خاص بها في جبل يوكا بنيفادا.

الجيل الرابع

في عام 2002، أصدرت إدارة الطاقة الأمريكية والمنتدى الدولي للجيل الرابع، بدعم من مختبر آيداهو الوطني، خريطة طريق تكنولوجية بشأن تطوير ستة أنظمة من الجيل الرابع، وأوصت

باستخدام تقنيات وتصاميم لمفاعلات الجيل الرابع، بحيث تعالج نقاط الضعف تقنية الجيل الثالث، وتعزز نقاط القوة فيها.

وتقدم هذه الأنظمة تطورات مهمة في الاستدامة والسلامة والموثوقية والاقتصاد والحماية المادية، فضلا عن توفير الوقود النووي على المدى الطويل، وارتفاع كفاءة الطاقة مقارنة بمفاعلات الجيل الثالث. وتتسم تصاميم مفاعلات الجيل الرابع بكونها أبسط وأرخص، وبانخفاض المدة الزمنية اللازمة لإنشاء محطات توليد الطاقة. كما تتضمن مفاعلات الجيل الرابع تحسينات لتطوير مستوى أنظمة السلامة بها، وزيادة الكفاءة.

الوضع الراهن

توفر الطاقة النووية الآن نحو 16% من الكهرباء في العالم، وتعمل محطاتها في 30 دولة حول العالم. وهناك نحو 60 مفاعلاً قيد الإنشاء، أي ما يعادل نحو 15% من السعة الحالية. وتعد الطاقة النووية حاليا ثاني أكبر مصدر للطاقة المنخفضة الكربون في العالم. ومن بين 448 مفاعلاً كانت قابلة للتشغيل في نهاية عام 2017، فإن أكثر من نصفها يوجد في الولايات المتحدة وأوروبا. ووفقا لإحصائيات عام 2018، فإن الكثير من البلدان يعتمد جزئياً على الطاقة المولدة نووياً. وفي عام 2017، قامت المحطات النووية بتزويد 2487 تيراوات ساعة من الكهرباء. ويرى كثير من الباحثين أن توفير ربع الكهرباء في العالم من خلال الطاقة النووية سيقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وسيكون لذلك تأثير إيجابي كبير في جودة الهواء. ■

تتسم تصاميم مفاعلات الجيل الرابع بكونها أبسط وأرخص وأكثر موثوقية وأمانا وكفاءة مع انخفاض المدة الزمنية اللازمة لإنشاء محطات توليد الطاقة

مستقبل الطاقة النووية و تطبيقاتها الحديثة

د. وفاء محمد سالم *

بعد الهجوم بالقنابل النووية على مدينتي هيروشيما وناغازاكي وانتهاء الحرب العالمية الثانية بات واضحا على المستوى الدولي القدرة الهائلة للطاقة النووية. واتجه التفكير بعد ذلك إلى إنشاء مفاعلات عملاقة وتطويرها لتطويع هذه الطاقة بما يسمح باستخدامها في المجالات الصناعية المدنية لتحسين نمط حياة الإنسان ودعم السلام الدولي. وإضافة إلى العمل على التطبيقات السلمية للطاقة النووية استمر السعي إلى استخدامها مرة أخرى في الأغراض العسكرية من خلال صنع مفاعلات خاصة بدفع السفن والغواصات الحربية.

* هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، (مصر).

انطلاق صناعة جديدة

استمرت الدراسات في الخمسينيات والستينيات على نماذج من المفاعلات في الولايات المتحدة الأمريكية مثل المفاعلات التي يختلط فيها المبرد والمهدئ والوقود معا، وكذلك المفاعلات المبردة بالسوائل العضوية وغيرها من النماذج، حتى توصل العلماء إلى مفاعلات الماء الخفيف؛ وهي مفاعلات عملية في التشغيل ومجدية اقتصاديا.

وبذلك انطلقت صناعة جديدة على المستوى العالمي هي صناعة المفاعلات العملاقة لإنتاج الطاقة الكهربائية. وحاليا تعتبر فرنسا أكثر الدول اعتمادا على الطاقة النووية في توليد الكهرباء، إذ تزيد نسبتها في ذلك على 75% من إنتاجها للطاقة الكهربائية. ويعتبر اليورانيوم الوقود الأساسي في الطاقة النووية، ويتوقع زيادة الطلب عليه مستقبلا نظرا لزيادة الطلب على الطاقة ولاسيما الكهربائية.

مصادر الطاقة

هناك مصدران أساسيان للطاقة:

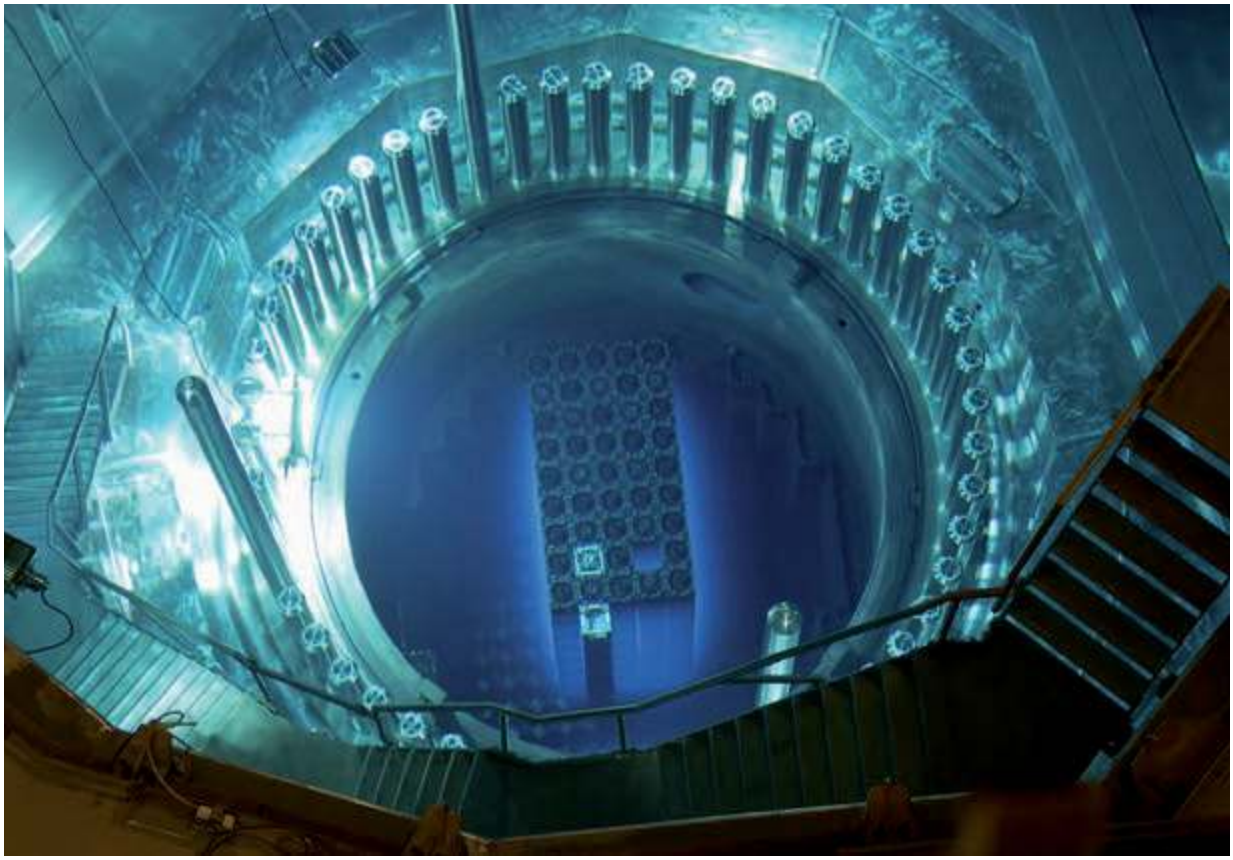
- المصادر المتجددة: هي مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة ومتجددة باستمرار ما دامت الحياة قائمة. ومن أهمها الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وطاقة المد والجزر، والأمواج، والطاقة الحرارية الجوفية، وطاقة المساقط المائية، وطاقة المخلفات العضوية.
- المصادر غير المتجددة: هي المصادر الناضبة - أي التي ستنتهي مع الزمن لكثرة الاستخدام - وهي موجودة في الطبيعة بكميات محدودة وغير متجددة، مثل الوقود الأحفوري (النفط والغاز والفحم)، واستخراج مادة اليورانيوم (في الشكل الصخري) التي تستخدم في توليد الكهرباء.

الطاقة النووية و الوقود النووي

تعتبر محطات التوليد النووية نوعا من محطات التوليد الحرارية البخارية، فهي تولد البخار بالحرارة التي تتولد في فرن المفاعل. أما في محطات الطاقة النووية فبدلا من الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد فرن ذري يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري، وهو يتكون من طبقات واقية تنتهي بطبقة من الأسمنت تبلغ ثخانتها مترين، لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية. والمفاعل الذري تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة. وتستغل هذه

يمكن للطاقة النووية مواصلة دورها في تعزيز التنمية المستدامة من خلال توفير الطاقة اللازمة للبشرية والصناعة

هناك حاليا عدد هائل من الغواصات وحاملات الطائرات العملاقة وكاسحات الجليد التي تسير بواسطة الطاقة النووية



الطاقة الحرارية الهائلة في غلي المياه في الغلايات وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عال وحرارة عالية. ثم يسلط البخار على توربينات (عنفات) بخارية مصممة بحيث يتولى البخار السريع تدوير التوربينات التي تولد بدورها الطاقة الكهربائية اللازمة.

وأول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت في عام 1954 وكانت في الاتحاد السوفييتي بطاقة 5 ميغاوات.

تستخدم عدة دول الإشعاع لمنع الحشرات الضارة من التكاثر وحماية المحاصيل الزراعية ومن ثم توفير كميات أكبر من الغذاء للعالم

المناخ و الطاقة

عند النظر في الانبعاثات على مدى دورة عمر توليد الطاقة الكهربائية باستخدام خيارات طاقة مختلفة، نجد أن الطاقة النووية، جنباً إلى جنب مع طاقة المياه وطاقة الرياح، لا تقود إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) عند إنتاج الكهرباء وهي من بين أقل المسهمين في غازات الدفيئة. وعند أخذ دورة العمر ككل في الحسبان، نجد أن الطاقة النووية من بين أقل المتسببين في الانبعاثات مقارنة بتلك الناجمة عن موارد الطاقة المتجددة. وللطاقة المتجددة مزايا عدة أهمها صداقتها للبيئة، غير أن مما يؤخذ عليها أنها تعتمد على هبوب الرياح أو سطوع أشعة الشمس. والطاقة النووية مكمِّل مفيد في هذا الصدد؛ فبإمكانها أن تنتج الطاقة على نحو مستمر وبكفاءة معظم أيام السنة، ليلَ نهار (تم تحقيق معدلات تتجاوز 90% على نحو منتظم في بلدان عدة). كذلك يمكن نشرها على نطاق واسع، ما يجعلها تناسب متطلبات المدن والصناعة من الكهرباء.

والطاقة النووية قد تساعد البلدان على التغلب على تحدي الطاقة على النحو المبين في اتفاق باريس 2015 الذي يدعو الحكومات إلى الحد من زيادة درجة الحرارة المتوسطة العالمية إلى ما دون درجتين

مئويتين من مستويات ما قبل الحقبة الصناعية؛ لذا يتعين علينا أن نزيل الكربون من قطاع الطاقة من أجل السيطرة على الآثار الكارثية للاحترار العالمي.

ويمكن أن تواصل الطاقة النووية دورها في تعزيز التنمية المستدامة من خلال توفير الطاقة اللازمة للأعداد المتزايدة من السكان ولمجتمع ماضٍ في التصنيع. ويمكنها أن تحقق ما سبق بتأثير أقل على المناخ والبيئة عند المقارنة بمعظم أنواع الطاقة.

التطبيقات السلمية للطاقة النووية

السفن الحربية

في عام 1954 استخدمت الطاقة النووية في تسيير السفن الحربية، ولاسيما الغواصات. فالمحركات التي تعمل بالطاقة النووية تساعد على بقاء الغواصات مدة طويلة تحت سطح البحر قد تصل إلى عدة أشهر وإنجاز رحلات طويلة حول العالم دون الحاجة إلى اللجوء إلى الموانئ للتزود بالوقود. وهناك حاليا عدد هائل من الغواصات وحاملات الطائرات العملاقة وكاسحات الجليد التي تسير بواسطة الطاقة النووية.

الزراعة والغذاء

يستخدم المزارعون في عدة دول الإشعاع لمنع الحشرات الضارة من التكاثر والتقليل من أعدادها وحماية المحاصيل الزراعية، ومن ثم توفير كميات أكبر من الغذاء للعالم. ويعمل تعريض الطعام للإشعاع (التشعيع) على قتل البكتيريا والكائنات الضارة الأخرى فيه، ويعتبر نوعًا من التعقيم، لكنه لا يحول الطعام إلى غذاء مشع أو يؤثر في القيمة الغذائية للطعام. ويعد التشعيع السبيل الوحيد لقتل البكتيريا في الأطعمة النيئة والمجمدة بطريقةٍ فعّالة.

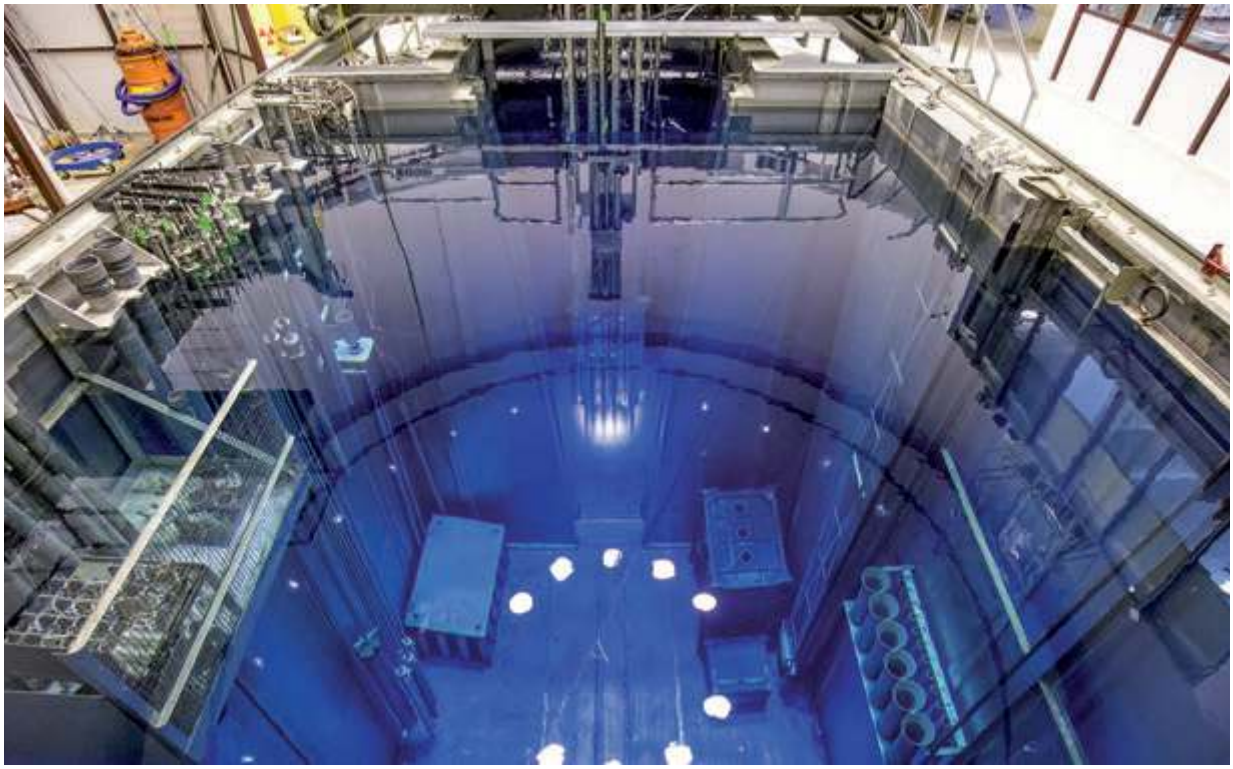
الطب

توفر التقنيات النووية صورًا لداخل جسم الإنسان وتسهم في علاج بعض الأمراض. وعلى سبيل المثال، تمكن الأطباء من تحديد كمية الإشعاع اللازمة بدقّة لقتل الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا السليمة. والتصوير بالأشعة يعتبر من أهم أدوات التشخيص الطبية، وهو يعتمد على الإشعاع ويتيح للأطباء فرصة الاطّلاع على جسم الإنسان من الداخل. وتستخدم المستشفيات أشعة غاما لتعقيم المعدّات الطبية بأمان وبتكلفة متدنية، مثل الحُقن وضمادات الحروق والقفازات المستخدمة في الجراحة وصمامات القلب.

استكشاف الفضاء

مكّنت التقنية النووية العلماء من استكشاف الفضاء بدقة، إذ تُستخدم الحرارة الناتجة عن

توفر التقنيات النووية صورًا لداخل جسم الإنسان وتسهم في علاج بعض الأمراض



استخدام الطاقة النووية في محطات تحلية المياه

البلوتونيوم لتوليد الكهرباء في مولّدات المركبات الفضائية التي تعمل من دون طيار ويمكنها العمل لعدة سنوات. وعلى مدار الأعوام الخمسين الماضية، استخدمت 27 بعثة فضائية تقنية الطاقة النووية لاستكشاف النظام الشمسي، فهي مصدر موثوق وطويل الأمد للكهرباء، ويمكنها تشغيل هذه المركبات الفضائية حتى أثناء تجولها في عمق الفضاء. فالمركبة الفضائية فوياجر 1 التي أُطلقت عام 1977 لدراسة النظام الشمسي الخارجي ما زالت ترسل بيانات حتى اليوم. إضافةً إلى ذلك، تعمل المركبة الفضائية «مارس روفر» أو ما يطلق عليها «كيوريوسيتي» بمولّد للطاقة النووية، يوفر طاقة كافية تسمح للمعدات المتطورة بجمع العينات وتحليلها وإرسال البيانات إلى الأرض. ويساهم مولّد الطاقة النووية في إبقاء أنظمة المركبة ضمن درجات الحرارة المطلوبة واللازمة لاستكمال العمليات بفعالية على كوكب المريخ الذي يتسم بدرجات حرارة منخفضة.

على مدار الأعوام الخمسين الماضية استخدمت 27 بعثة فضائية تقنية الطاقة النووية لاستكشاف النظام الشمسي

تحلية المياه

ذكرت الرابطة النووية العالمية أن خُمس سكان العالم لا يملكون مياها صحية وآمنة للشرب، ومن المتوقع أن يرتفع هذا المعدل. وهنا يأتي دور الطاقة النووية؛ إذ تتطلب عملية التحلية كمية كبيرة من الطاقة يمكن للمنشآت النووية توفيرها.

الغواصات النووية

نوع من الغواصات يعمل بالطاقة النووية ومزود بمفاعل نووي داخلي. يعطي محرك الطاقة النووية للغواصة مزايا عديدة. وعند مقارنة هذا النوع بالغواصات العاملة بالديزل، نجد أن العاملة بمفاعل نووي لا تحتاج إلى الهواء الذي تحتاج إليه ذوات محرك الديزل لتكوين الاحتراق الداخلي لتوليد طاقة الحركة الضرورية للمسيرة تحت الماء، إضافة إلى بقاء الغواصة لمدد طويلة في رحلات بعيدة من دون الحاجة للتزود بالوقود. فالوقود النووي هو كمية صغيرة مقارنة بكميات هائلة من زيت

NR-1 هي أصغر غواصة تعمل بالطاقة النووية تابعة للبحرية الأمريكية

الديزل. وتلك الغواصات ذات كلفة عالية، وتحتاج إلى عاملين مختصين في مسائل التشغيل النووي، والتصرف الصحيح في حالات الخطر والوقاية من الإشعاع.

أنتجت الولايات المتحدة الأمريكية أول غواصة نووية عام 1954، وعرفت باسم (يو أس أس نوتيلوس) وبلغ طولها 103.3 متر وعرضها 8.6 متر، وكانت تستطيع الغوص حتى عمق 229.3 متر. وفي الجانب السوفييتي دخلت أول غواصة نووية الخدمة عام 1958.

فوائد كثيرة

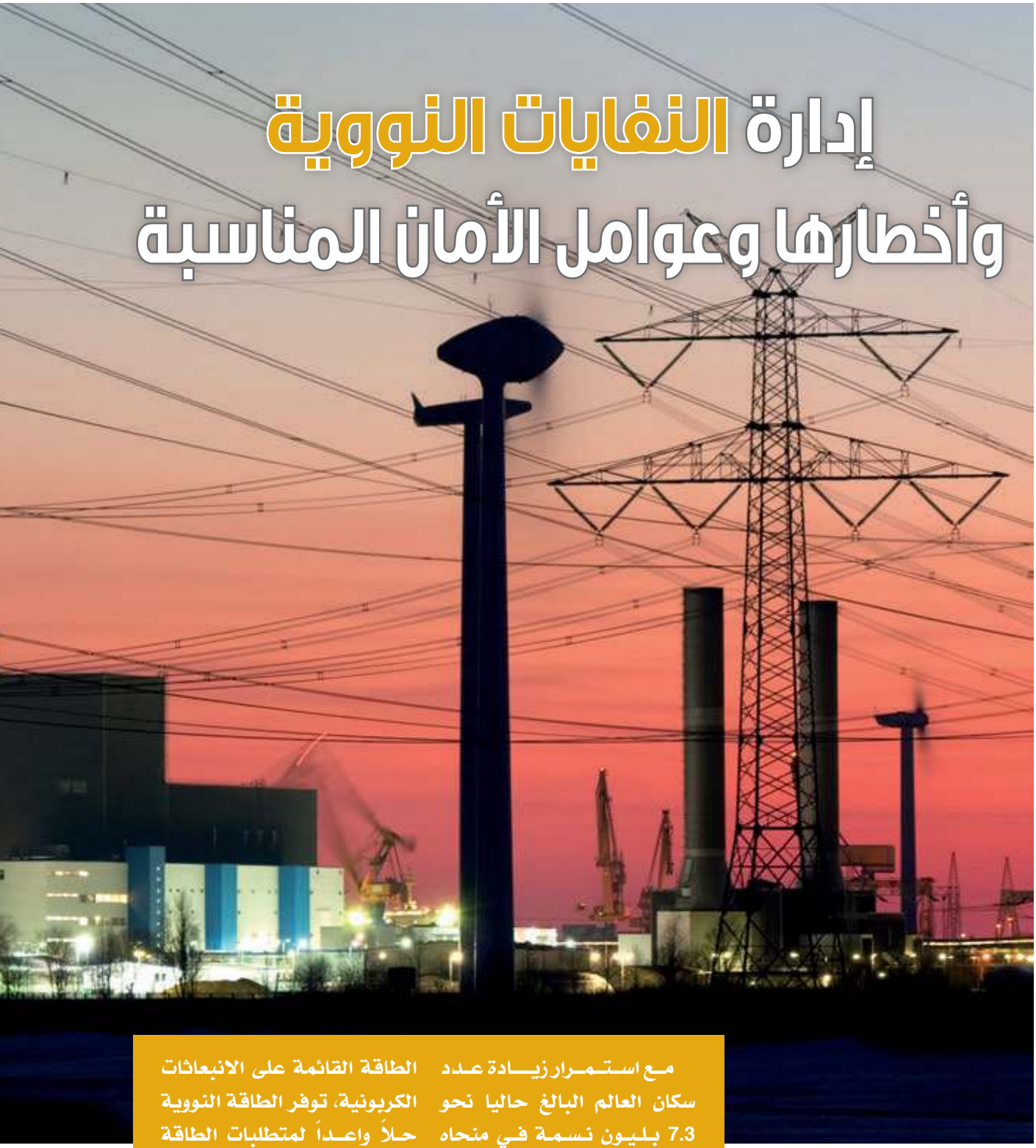
مما سبق نجد أن الطاقة النووية ليست كلها مخاطر وأضرار تصيب البشر والكائنات الأخرى، بل لها فوائد عديدة إذا أحسن استخدامها في نفع البشرية ورفاهيتها، ومن أهمها توليد الطاقة النووية وتحويلها إلى طاقة كهربائية بواسطة محطات الطاقة الكهربائية، كما يمكن الحصول عليها بواسطة المحطات الحرارية التي تعمل بالوقود العادي (النفط والفحم) لكن هذه الموارد محدودة. وللمقارنة فإن طنا واحدا من اليورانيوم يعطي طاقة تعادل الطاقة الناتجة من ملايين الأطنان من الفحم أو ملايين البراميل من النفط. وحرق الفحم والنفط يؤدي إلى تلوث البيئة في حين أن أي مفاعل نووي مصمم بشكل جيد ويعمل تحت رقابة وإشراف لا يؤدي إلى إطلاق أي نوع من الملوثات في الجو. كما أن المحطات الحرارية تزيد من تلوث الهواء نتيجة لإحراقها للوقود وانطلاق كميات كبيرة من غاز أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت.

والدول المنتجة للنفط أكثر الدول احتياجا للطاقة النووية وتعزيزا لأمن الطاقة تحسبا لنضوب النفط. وتعد البلاد العربية من أكثر مناطق العالم معاناة من شح المياه. ومع تغير المناخ يتوقع أن تصبح موجات الجفاف أشد حدة وأن تتفاقم مشكلة ندرة المياه. لذا ينبغي اتخاذ إجراءات صارمة على الصعيد العالمي لتخفيف آثار ذلك، والتكيف فيما يتعلق بتغير المناخ وتنفيذ الخطط المستقبلية للاختيار الأمثل لتوفير الطاقة. ■

تتطلب عملية تحلية المياه كمية كبيرة من الطاقة يمكن للمنشآت النووية توفيرها

طن واحد من اليورانيوم يعطي طاقة تعادل الطاقة الناتجة من ملايين الأطنان من الفحم أو ملايين البراميل من النفط

إدارة النفايات النووية وأخطارها وعوامل الأمان المناسبة



د. عماد الدين حسن برعي *

مع استمرار زيادة عدد سكان العالم البالغ حاليا نحو 7.3 بليون نسمة في منحاه الطردي، وبلوغه نحو 8.5 بليون بحلول عام 2030، سيشهد العالم ارتفاعا في استهلاك الطاقة بنسبة 18% بحلول ذلك العام. وكبديل لمحطات الطاقة القائمة على الانبعاثات الكربونية، توفر الطاقة النووية حلاً واعداً لمتطلبات الطاقة المتزايدة في جميع أنحاء العالم، وتُظهر ميزة كبيرة على طاقة الوقود الأحفوري (النفط والغاز والفحم) بسبب تسببها في انبعاثات غازات الدفيئة.

* خبير، مشرف على قسم التقنيات النووية، الهيئة العربية للطاقة الذرية، (تونس).

ملوثات مشعة

على الرغم من كونها مصدرًا أخضر للطاقة، فإن لمحطات الطاقة النووية بعض العيوب من حيث إطلاق كميات من الملوثات المشعة. على سبيل المثال، يطلق ما يصل إلى 300 طن من الملوثات المشعة كل عام في جميع أنحاء العالم. ولهذا، فإن الطريقة الفعالة للتعامل مع هذه الكميات الكبيرة الضخمة من الملوثات هي تخزينها في خزانات بأمان بعيدًا عن البيئة تمهيدا لمعالجتها من خلال منظومة لإدارة النفايات النووية. ومع اطراد النمو الصناعي في كثير من بلاد العالم، يتزايد الإقبال على المفاعلات النووية لتوفير الطاقة اللازمة لإدارة عجلات الصناعة والإنتاج، وتتزايد معه الحاجة إلى إدارة فاعلة للنفايات الناتجة عنها.

استخدامات سلمية

منذ منتصف القرن الماضي بدأ الاستخدام السلمي للطاقة النووية في مجالات عدة. وانتشر استخدامها بصورة كبيرة في الآونة الأخيرة، ففي المجالات الطبية هناك مجموعة من النظائر المشعة يتم الاستعانة بها في علاج مرض السرطان، وهذا هو الاستخدام الأكثر انتشاراً، وهناك أيضا تشخيص الأمراض كتشخيص نشاط الغدة الدرقية باستخدام عنصر اليود المشع، كما تستخدم في العديد من عمليات التشخيص الطبي الأخرى.

وفي المجال الزراعي ساعدت الطاقة النووية العلماء على عملية زيادة الإنتاج النباتي والحيواني من خلال تحسين السلالات الزراعية والحيوانية، كما استخدمت في حفظ الأغذية عبر تعريضها لجرعة من الأشعة النووية في عمليات تسمى بالتعقيم الإشعاعي، ومنها تعقيم الأغذية وحفظها من الفساد لفترات زمنية طويلة، لاسيما بعد أن أفادت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) أن نحو 795 مليون شخص (بمعدل واحد من كل تسعة أشخاص) عانوا نقصا مزمنا في التغذية في الفترة بين عامي 2014 – 2016. كما يمكن الحد من هذه المشكلة باستخدام التقيات الإشعاعية في الأغذية والزراعة.

وفي المجال الصناعي تسهم الطاقة النووية في زيادة الإنتاج الصناعي، وتوفير الطاقة الكهربائية اللازمة لإدارة المصانع، وتستخدم النظائر المشعة في الكشف عن عيوب الصناعة، ومن ذلك كشف التسرب الذي يحدث في الأنابيب الموجودة في الأرض أو في الجدران والتي يصعب الوصول إليها باستخدام ما يسمى بالاختبارات اللاإتلافية

مخاطر التعرض للمواد المشعة

نتيجة لتعرض الإنسان لمصادر العناصر والمواد المشعة المستخدمة في العديد من الأنشطة الطبية والصناعية، أو الناتجة عن النفايات المشعة، فإنه يواجه مجموعة من المخاطر المتنوعة، مثل الإصابة بفقر الدم، أو ضعف نشاط الجهاز المناعي للجسم، وصولا إلى الإصابة بالسرطان، خصوصًا سرطان الجلد. وعلى المدى البعيد قد يؤدي التعرض الإشعاعي غير المبرر إلى الإصابة بالعقم وإحداث تحورات في الجينات تؤدي إلى تشوهات خلقية في الأجيال المتعاقبة.

محطات الطاقة النووية تطلق نحو 300 طن من الملوثات المشعة كل عام في جميع أنحاء العالم

(Non destructive testing). كما تستعمل النظائر المشعة في معرفة جودة السبائك التي تدخل في العديد من الصناعات. وتعد النظائر المشعة مصدرا للطاقة الضوئية التي تستخدم في كثير من الأجهزة الصناعية الحديثة. وللطاقة النووية دور مهم في المجال العلمي، فقد فتحت الباب أمام الكثير من العلماء لاكتشاف أمور جديدة في العلم.

العناصر المشعة

تقسم العناصر المشعة إلى قسمين، الأول العناصر ذات العمر القصير التي يتراوح عمرها بين عدة ساعات وعدة أيام، مثل الفلور-18 واليود-131 والتكنيشيوم-99. وهذه العناصر تستخدم غالبا في تشخيص وعلاج الأمراض الخبيثة. والثاني هو العناصر ذات العمر الطويل التي يصل عمرها إلى آلاف السنين، مثل اليورانيوم-238 والبلوتونيوم-239. ومثل هذه العناصر تؤدي إلى إحداث ضرر كبير في الخلايا الحية نتيجة الآثار التراكمية على المدى البعيد.

كما تقسم النفايات المشعة حسب مستوى النشاط الإشعاعي إلى ثلاثة مستويات، هي: النشاط ذو المستوى المنخفض، وهو الذي يصدر عنه نشاط إشعاعي لا يتجاوز مئة كوري لكل متر مكعب؛ والنشاط ذو المستوى المتوسط، وهو الذي يصدر عنه نشاط إشعاعي لا يزيد على عشرة آلاف كوري لكل متر مكعب؛ والنشاط ذو المستوى العالي، وهو الذي يصدر عنه نشاط إشعاعي يصل إلى عشرة ملايين كوري لكل متر مكعب.

ويمكن معالجة النفايات المشعة ذات المستوى المنخفض والمتوسط بطريقة سهلة وبكفاءة عالية طبقا للحدود المسموح بها دوليا، في حين تتم معالجة النفايات المشعة ذات المستوى المرتفع باستخدام طرق تكنولوجية متخصصة ومعقدة.

التخلص من النفايات المشعة

تعد النفايات بمختلف أنواعها من الملوثات الرئيسية للبيئة، إلا إذا أمكن التخلص منها بطريقة لا تترك آثارا ضارة. وقد تنوعت طرق التخلص منها، وخصوصًا الصناعية، مثل تصريفها في المجاري المائية أو دفنها في مدافن تحفر تحديدا لهذه العملية. وعلى الرغم من أن كمية النفايات الناتجة عن المحطات النووية أقل بكثير من الكمية الناتجة عن المحطات الحرارية التي تعمل بالوقود الأحفوري، فإن النفايات النووية تحتاج إلى إدارة خاصة لعمليات المعالجة والدفن، حتى وإن كانت الكمية قليلة.

ومن المعروف أن معظم النفايات النووية هى من ذات المستوى المنخفض، ويتم تحويلها إلى كتلة صلبة بخلطها مع الأسمنت، ثم

الطريقة الفعالة للتعامل مع النفايات النووية هي تخزينها في خزانات بأمان بعيدًا عن البيئة تمهيدا لمعالجتها من خلال منظومة خاصة

وضعها في أسطوانة من الحديد تلقى في مياه لايقل عمقها عن أربعة كيلومترات، وعلى بعد مئة كيلومتر من الشواطئ في أي اتجاه وذلك طبقا للاتفاقيات الدولية. ولاتفي بهذه الشروط إلا المحيطات الكبرى، ولذلك فإنها المستودع العالمي للنفايات النووية. غير أن الاستمرار في هذه الطريقة للتخلص من النفايات المشعة قد يؤدي إلى تغيير الطبيعة الجغرافية لقاع المحيطات، وكذلك احتمال وجود آثار مباشرة على الكائنات الحية فيها.

وتتجلى المشكلة الحقيقية لآثار النفايات النووية في النوع ذي المستوى المرتفع، لذا فإنه يحظى باهتمام أكبر ويحتاج إلى عمليات خاصة للتخلص منه. فعلى سبيل المثال، تتخلص ألمانيا من النفايات النووية ذات المستوى المرتفع بخلطها بالأسمنت، ثم وضعها في أسطوانات من الحديد، ثم تدفن في حفرٍ في الأرض يصل عمقها إلى أربعة كيلومترات، وتحاط بطبقة من أكسيد المغنيسيوم لمنع تآكل أسطوانات الحديد بسرعة بفعل المياه الجوفية. وفي الولايات المتحدة، يتم التخلص من النفايات النووية ذات المستوى المرتفع بالطريقة الموجودة في ألمانيا، غير أن الأسطوانات المعدنية تحاط بطبقة من مخلوط من الطمي والغرانيت والبازلت بدلاً من أكسيد المغنيسيوم.

تنوع النفايات النووية

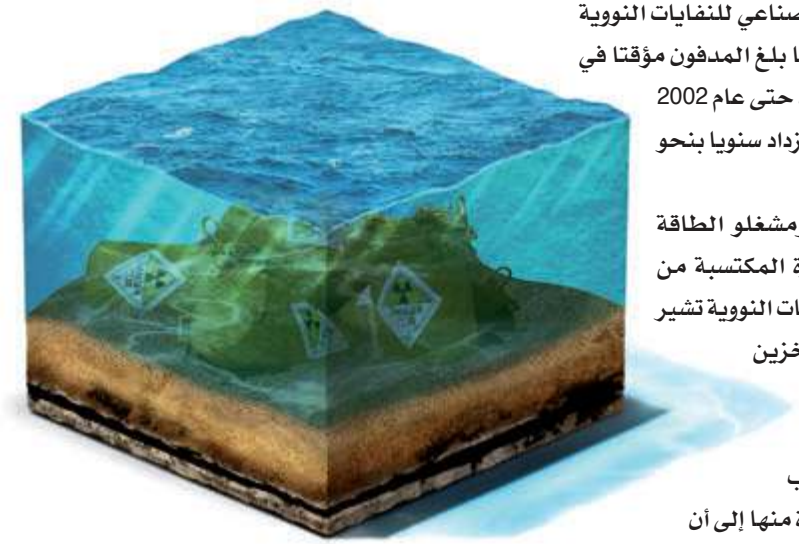
تتنوع النفايات النووية، فمنها مايمكن الاستغناء عنه نهائيا، في حين يظل بعضها صالحا لإعادة الاستخدام مرة أخرى كوقود بعد معالجته باستخدام تقنيات متقدمة، لذا يجب تخزينها مؤقتا لاستردادها عند الحاجة اليها. وقد وفرت بعض الدول أماكن تسمح بالدفن المؤقت لعدة سنوات في التجاويف الأرضية العميقة المستقرة جيولوجيا. غير أن عدم حل مشكلة دفن الوقود المستهلك بصورة نهائية والاحتفاظ به في موقع المفاعل قد يؤدي إلى ملء تلك المواقع قبل أن ينقضي عمر المفاعل الإنتاجي بسنوات، وهو ما يؤدي إلى غلقه كما حدث في ألمانيا عام 2000.

وتختلف مواقف الدول من حيث معالجة النفايات النووية، فبعض الدول مثل المملكة المتحدة وفرنسا وروسيا واليابان والصين تعيد معالجة تصنيع جزء من النفايات واستعماله كوقود نووي في ما يسمى «دائرة الوقود المغلقة»، في حين تتخلص دول أخرى مثل الولايات المتحدة والسويد وفنلندا من تلك النفايات النووية وتخزنها نهائيا فيما يسمى «دائرة الوقود المفتوحة». وفي فبراير 2002، أصدرت الإدارة الأمريكية أول قرار ببناء مدفن صناعي للنفايات النووية في جبال يوكا، كما بلغ المدفون مؤقتا في الولايات المتحدة حتى عام 2002 نحو 40 ألف طن تزداد سنويا بنحو ألفي طن.

ويؤكد علماء ومشغلو الطاقة النووية أن الخبرة المكتسبة من التعامل مع النفايات النووية تشير إلى أن أماكن التخزين المؤقت، الرطبة والجافة، ستكون قادرة على استيعاب الكميات المتزايدة منها إلى أن يتسنى توفير إمكانات الدفن النهائي لكل النفايات النووية.

أما الوكالة الدولية للطاقة الذرية فقد نجحت، بالتعاون مع 28 دولة من الدول الأعضاء فيها، في تطوير نظام دولي لتحديث المفاعلات النووية ودورات الوقود، وهو نظام من شأنه توفير أساليب متقدمة لمساعدة تلك الدول على تقييم واختيار أفضل نظم التطوير والتحديث والتشغيل والأمان للمفاعلات النووية.

وفيما يخص الدول النامية الحديثة العهد بالطاقة النووية، فإن معظمها لم يتخذ موقفا نهائيا للتعامل مع النفايات النووية، انتظارا لما ستسفر عنه الجهود الدولية لتحديد أفضل الوسائل للتخلص منها. ■



المحيطات هي المستودع العالمي للنفايات النووية واستمرار دفنها فيها قد يؤدي إلى تغيير طبيعتها الجغرافية ووجود آثار مباشرة على كائناتها

تعالج النفايات المشعة ذات المستوى المنخفض والمتوسط بكفاءة عالية لكن معالجة النفايات المشعة ذات المستوى المرتفع تتطلب طرقا تكنولوجية معقدة

التصميم الهندسي والإنشائي للمفاعلات النووية

د. شريف الجوهري *

يعد التصميم الهندسي والإنشائي لمحطات الطاقة النووية أحد أهم العوامل التي تسهم في الحفاظ على أمان تصميم المحطات وأمان تشغيلها وإدارتها. ويبدأ ذلك التصميم بعد اختيار الموقع الذي يستند إلى محددات عدة تشمل طبيعته من الناحية الطبوغرافية، والجيوتقنية، والجيوفيزيائية، والهيدرولوجية، والميترولوجية، وغيرها من الاشتراطات التي تحددها الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهيئات الرقابة النووية في الدول المختلفة. وتتضمن هذه المرحلة مجموعة من الاعتبارات والمحددات التصميمية التي تؤثر في التصميم الهندسي والإنشائي للمحطات.

* أستاذ العمارة البيئية – هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، (مصر).

دراسة الأحمال

يعتمد التصميم الإنشائي لمحطات الطاقة النووية على دراسة الأحمال المتوقعة عليها. وتشمل تلك الأحمال القوى والموجات الاهتزازية الأفقية والرأسية التي يمكن أن تنشأ عن بعض الظواهر الطبيعية، مثل الزلازل والسيول والتسونامي أو القوى التصادمية، أو الانفجارية المحتملة التي قد تحدث بفعل الإنسان، مثل حوادث الطائرات والانفجارات. كما تشمل الأحمال الداخلية الناتجة عن أحمال معدات المفاعلات في ضوء الظروف العادية والحوادث.

وتظهر أهمية تصميم محطات الطاقة النووية في تكلفتها التي تقدر بنحو 10% من إجمالي تكاليف رأس المال اللازم لإنشائها. لذا فإنه في حالة وجود عيوب تصميمية سيكون لذلك عواقب وخيمة أثناء إنشاء المحطات النووية ثم أثناء تشغيلها. ونتيجة لتحليل الحوادث السابقة فقد تقدمت الدراسات المنهجية الخاصة بتحسين التصميم الإنشائي والوظيفي لمحطات الطاقة النووية لتتواءم مع اشتراطات ومعايير الأمان النووي في بلدان العالم، مما أدى إلى تحسينات كبيرة في عملية التصميم الإنشائي لتلك المحطات، ولاسيما في التوزيع المعماري لمكونات المحطات النووية، وتبسيط التصميم، واستخدام أنظمة المحاكاة والنمذجة باستخدام الحواسيب المتطورة للوصول إلى تصميم آمن يتحمل جميع الأحمال، سواء في فترات التشغيل العادية أو في فترات الحوادث.

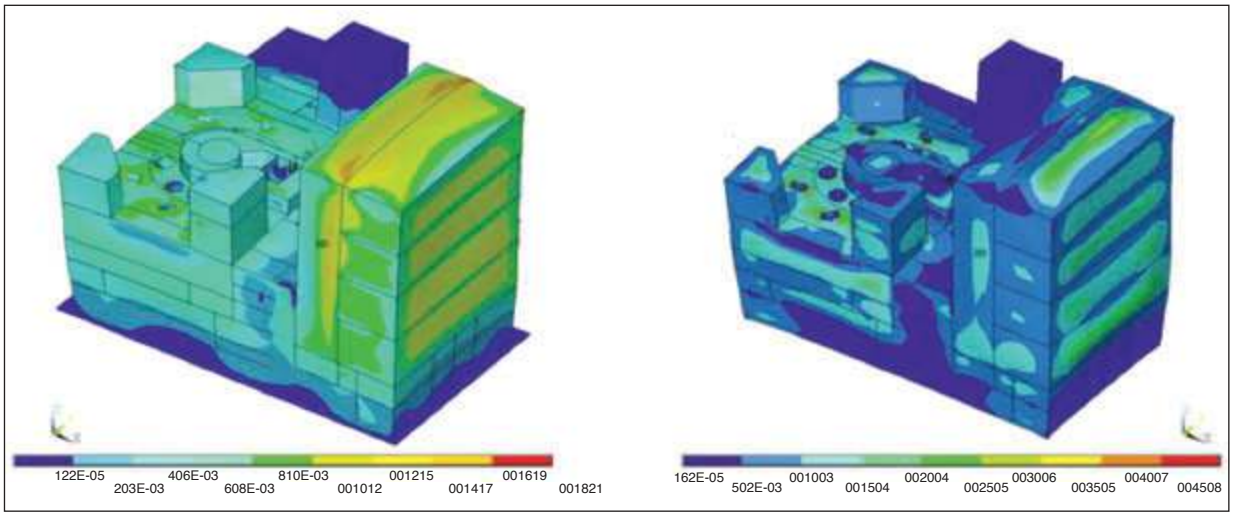
يعتمد التصميم الإنشائي لمحطات الطاقة النووية على دراسة الأحمال المتوقعة عليها التي تشمل القوى والموجات الاهتزازية الأفقية والرأسية

غرف التشغيل وفراغاته

يراعى في التصميم المعماري للمحطات النووية أن توضع الهياكل والأنظمة والمكونات التي تحتوي على كميات كبيرة من المواد المشعة في فراغات وأمكنة خاصة، كما يجب فصلها بطريقة أو بأخرى حتى لا يتعرض العاملون للإشعاع الناشئ عنها أثناء تشغيل المحطات أو التفتيش الروتيني أو الدوري أو أثناء صيانتها. لذا، يجب استخدام عناصر إنشائية وفق قطاعات وأبعاد كبيرة كافية وأساليب تدريع لتوفير الحماية والأمان من الإشعاع.

وتصنف غرف وفراغات التشغيل داخل المحطات النووية على أساس ظروف ومستويات

تظهر أهمية تصميم محطات الطاقة النووية في تكلفتها التي تقدر بنحو 10% من إجمالي تكاليف رأس المال اللازم لإنشائها



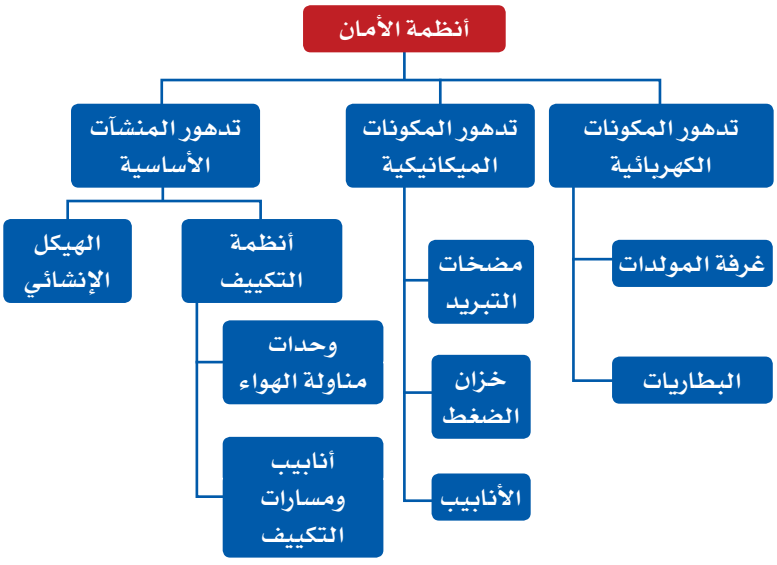
شكل توضيحي لاستخدام النمذجة لتحليل الإجهادات لأحد المفاعلات النووية

الإشعاع، فتوضع الغرف والفراغات العالية الإشعاع -مثل منطقة قلب المفاعل التي تتطلب رقابة إشعاعية- في منطقة خاصة بها لتقييد الوصول إليها والتحكم فيها. وتتدرج الفراغات بعد ذلك طبقاً لمستويات الإشعاع حتى الوصول إلى أمكنة خالية تماماً من مستويات الإشعاع مثل أمكنة الخدمات الثانوية.

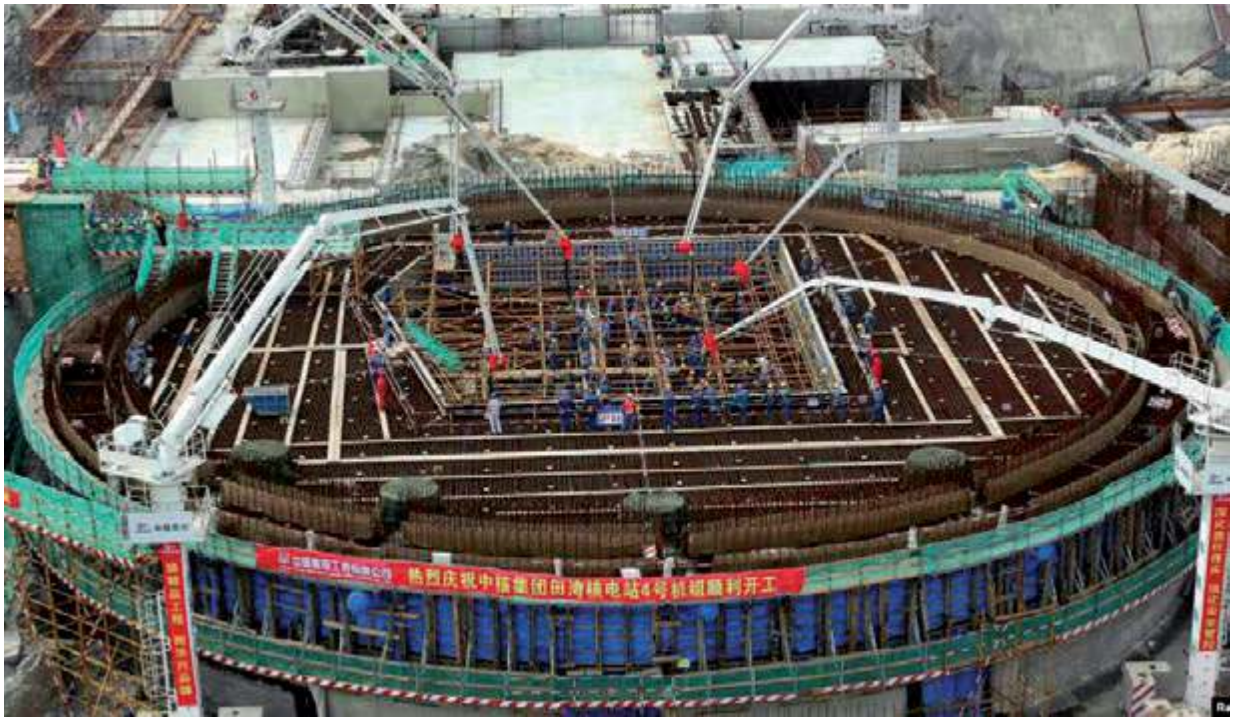
ويجب أن يكون تصميم الأجزاء الداخلية للوقود والمفاعل متوافقًا، بحيث يتم تجميع كل مكون بشكل صحيح في المكان المناسب عند تجميع المفاعل. وبعد تحميل الوقود في قلب المفاعل، يجب التحقق من أن الوقود الداخلي والمفاعل وضعا بشكل صحيح. كما يجب تصميم وتثبيت الأجزاء الداخلية لقلب المفاعل بحيث تحافظ على موقعها أثناء ظروف التشغيل والحوادث المفترضة، مع تحمُّل جميع الأحمال التي تصادفها خلال هذه الظروف دون تعريضها لإغلاق المفاعل أو تبريده.

أنظمة إنشائية حديثة

شهدت التصاميم الهندسية والإنشائية للمحطات النووية تطوراً كبيراً منذ إنشاء الجيل الأول من المحطات في أوائل الستينيات من القرن الماضي. وأدى تطور تصميم المفاعلات النووية من الجيل الأول إلى الجيلين الثالث والرابع إلى تحسن هائل في مزايا السلامة والأمان النووي، لاسيما فيما يتعلق بالحوادث الداخلية داخل المفاعلات. ويلاحظ أن محطات الطاقة النووية تحتاج إلى إنشاءات هيكلية من الخرسانة وبتصاميم معقدة لتعمل في بيئات مختلفة من ناحية درجة الحرارة ومقاومة الإشعاع، وأن يكون لها القدرة على تحقيق مستويات الأمان اللازمة طوال فترة عملها وخلال دورة حياتها.



شكل توضيحي لأنظمة الأمان في محطات الطاقة النووية



يجب مراقبة التشوهات الموسمية في الهيكل الإنشائي للمحطة

وتتضمن محطات الطاقة النووية إنشاءات هندسية معقدة تمثل عناصر مهمة من الهياكل والأنظمة والمكونات (SSC) اللازمة للتشغيل الآمن والموثوق به. وتؤدي هذه الهياكل الإنشائية وظائفها بطريقتين: الأولى أنها تضم الأنظمة والمكونات وتوفر بيئة التشغيل المطلوبة، والأخرى أنه في حالة وقوع أي حادث فإنها تخفف من تأثيرها في احتواء أو حصر انطلاق الإشعاع داخل حدودها الهيكلية.

والخرسانة المسلحة إحدى أهم مواد البناء الهندسية المستخدمة بشكل شائع في المنشآت النووية بسبب عدد من الخصائص المميزة لها، وأهمها القدرة على التدريع (أي الحماية من الإشعاع وخاصة إشعاع غاما)، وسهولة عملية تصنيعها، واستخدام المكونات المتاحة محليًا بشكل أساسي، وتكلفة الإنتاج الأقل نسبيًا، وقوتها الجيدة في الانضغاط.

وظهر حديثا تطبيق الخرسانة العالية الأداء (High Performance Concrete -HPC) المطورة باستخدام إضافات كيميائية ومعدنية في بناء الهياكل الإنشائية لمحطات الطاقة النووية. وإلى جانب التأثير المفيد، فإن استخدام المواد المضافة في الخرسانة طرح عددًا من التحديات في التصميم والبناء، إضافة إلى احتمال استمرار التشغيل إلى ما بعد عمر التصميم، خاصة بعد 60 عامًا، وكذلك تأثير الأحداث الطبيعية القصوى (كما حدث في حالة حادث فوكوشيما في

عمر الخرسانة

تلقى الهياكل الخرسانية مزيدًا من الاهتمام على مستوى المرافق والتنظيم مع تقدم عمر هياكل المحطات النووية الأصلية وتجارب التشغيل الجديدة. فهي تتطلب عناية خاصة لضمان قدرة المحطات على أداء وظائفها وتوفير السلامة المطلوبة وتقليل التكاليف.

وتأثير عمر الخرسانة يعتبر من أهم القضايا فيما يتعلق بإدارة وتشغيل المحطات النووية وإطالة عمرها. لذا يحتاج مصممو المفاعلات الجديدة إلى معالجة كيفية إدارة الهياكل الخرسانية للتشغيل على المدى الطويل، ومعرفة الأمور الواجب مراعاتها لضمان موثوقيتها طوال فترة خدمتها.

ويلاحظ أن التصميم الإنشائي للمحطات النووية يستند إلى أساس أن يراوح عمر المحطات ما بين 30-40 سنة. ومع ذلك فإن الأجيال الجديدة من المحطات تصمم على أساس بلوغها 60 سنة. وهذا يعني أن الهياكل الخرسانية للمفاعلات يجب أن تدرس بصورة دقيقة.

شكل توضيحي لمرحلة تنفيذ المحتوى الداخلي الأولي للهيكل الإنشائي المزدوج للمحطة النووية (كيرسك2) في روسيا

اليابان)، والأحداث التي يسببها الإنسان (مثل تحطم طائرة تجارية كما حدث في الولايات المتحدة الأمريكية في 11 سبتمبر 2001). وأدى ذلك إلى مزيد من التطوير في مجال الحسابات الإنشائية وتصميم الهياكل الخرسانية لمحطات الطاقة النووية لتحمل تلك الظروف.

الإنشاءات الهندسية والحوادث

تقيِّم معظم البلدان سلامة تصميم الهياكل الإنشائية لمحطات الطاقة النووية من خلال تحملها للحوادث المختلفة المتوقع حدوثها، سواء في مراحل التشغيل العادية أم في حالة الحوادث الكبرى. والحوادث الأخيرة لمحطات الطاقة النووية في تشيرنوبيل بالاتحاد السوفييتي (سابقا) وفوكوشيما باليابان كانت مصدر إلهام للتحقق من مستويات السلامة والأمان النووي في الهياكل الإنشائية لمحطات الطاقة النووية.

تبدأ الاختبارات على المنشآت الخرسانية للمحطات النووية بتقييم متانة الهياكل الإنشائية لاختبار مزدوج لانهيار أكبر أنبوب في نظام تبريد المفاعل. وعلى سبيل المثال أثناء عملية تصميم الهياكل الإنشائية مع نوع المفاعلات VVER-440/230 ، تم اعتبار كسر للأنابيب الخاصة بنظام التبريد لقلب المفاعل، وهي تشمل أنبوبين بقطر 500 مم، بمثابة حادث خارج التصميم (Beyond-design-basis accident-BDBA).

ويعتمد سيناريو الحوادث الكبرى على افتراض تحمل الهياكل الإنشائية لحادث مزدوج نتيجة دمج فقدان انهيار في نظام التبريد الأولي (LOCA) مع الخسارة الكلية لنظام تبريد قلب المفاعل. وخلال هذه الحالة لا يمكن أن تكون منطقة الحادث متاحة بسبب التبريد الخارجي بالمياه وارتفاع مستوى الإشعاع. ومن الممارسة العملية، يجب أيضًا حساب إمكانية المساهمة في ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن انفجار الهيدروجين، كما جرى في حادثة فوكوشيما.

إضافة إلى ذلك، تؤثر درجات الحرارة العالية أو المنخفضة في العناصر الإنشائية مثل

أدى تطور تصميم المفاعلات إلى تحسن هائل في مزايا السلامة والأمان النووي لاسيما فيما يتعلق بالحوادث الداخلية فيها

الأسقف والحوائط الخرسانية الخارجية للهيكل الخرساني لمحطات الطاقة النووية، لذا يجب أخذها في الاعتبار في مرحلة التصميم. وتعتمد الأجيال الجديدة من المفاعلات النووية على تصميم وتنفيذ هيكلين خرسانيين أحدهما داخل الآخر (Double Containment) لاحتواء أي حادث قد يقع خلال مراحل التشغيل.

محطات الطاقة وإشكالية الزلازل

يستخدم المهندسون الإنشائيون عادة استراتيجية معينة لحماية منشآت المحطات النووية من الآثار الضارة للزلازل. وتعتمد تلك الاستراتيجية على تصميم نظام لمقاومة القوى الجانبية الناشئة عن الزلالزل ليكون المنشأ قاسيًا جدا، حيث ينتج هيكلًا ذا تردد طبيعي عال مما يتيح للهيكل الإنشائي حماية المكونات الأساسية الحساسة له من الانهيار مثل جدران البناء، لكنها قد تلحق الضرر بالمكونات الحساسة للتسارع (بما في ذلك المعدات الميكانيكية والحواسيب والأنظمة الكهربائية).

تاريخياً، استخدم مهندسو المنشآت النووية استراتيجية التصميم هذه للتأكد من أن التشوهات أو الشروخ الأفقية في محطات الطاقة النووية تكون صغيرة جدًا، فصممت الهياكل الإنشائية لمحطات الطاقة النووية من الخرسانة المسلحة باستخدام أنظمة هيكلية صلبة، مثل جدران قص الخرسانة المسلحة أو الإطارات المدعمة بالفولاذ التي تظل مرنة بشكل أساسي في حالة اهتزاز الزلازل التصميمي، لكنها تكون مصممة للاستجابة المرنة للتعامل مع الاهتزازات الأكثر كثافة من أساس التصميم.

ويعتمد أسلوب التصميم الإنشائي المرن للأساسات المنفصلة لمقاومة الزلازل على التحكم في استجابة الهيكل الإنشائي لحركة الأرض الأفقية التي تحدث أثناء الزلازل، من خلال تركيب طبقة أفقية مرنة وقاسية رأسياً من أجهزة العزل الإنشائي بين البنية الفوقية والبنية التحتية للمفاعل. وهكذا يتم تغيير ديناميكيات الهيكل بحيث تكون فترة الاهتزاز الأساسية للنظام الهيكلي المعزول أطول بكثير من الهيكل الأصلي غير المعزول، مما يؤدي إلى انخفاض كبير في التسارع والقوى المنقولة إلى الهيكل المعزول، ومن ثم لا يسبب ذلك أي تلف أو تشوه بالهيكل الإنشائي.

أما ما يتعلق بنقل القوى الرأسية من دون تأثير، فتصمم الهياكل الإنشائية لدعم القوى الرأسية باستخدام أنظمة المثبط الزنبركي. ويلاحظ أنه في هذه الأنظمة يجب أن يتضمن تصميم النظام توفير مساحة كافية للوصول إلى فحص واستبدال أنظمة الحماية من الزلازل.

وطبّق النظام الإنشائي لعزل الأساسات في جنوب إفريقيا وفرنسا، وحتى الآن هناك ست محطات طاقة نووية تستخدم هذا النظام. وتوشك اليابان والولايات المتحدة على الانتهاء من معايير وأكواد هذا النظام لاستخدامه في المحطات النووية المستقبلية. ■

طريقة تنفيذ الخرسانة المسلحة لأحد المفاعلات

ظهر حديثا تطبيق الخرسانة العالية الأداء المطورة باستخدام إضافات كيميائية ومعدنية في بناء الهياكل الإنشائية لمحطات الطاقة

سيناريوهات تطور سياسات انتشار الطاقة النووية عربيا

د.عادل محمد احمد *

تعد الطاقة النووية أهم مصادر التقدم في القرن الحالي، وتساهم في إنتاج 16% من الكهرباء على مستوى العالم. ومعظم المفاعلات المنشأة حديثا تقع في قارة آسيا، في الصين واليابان والهند وكوريا الجنوبية، لكونها بلدانا تنمو اقتصاديا ولم تستفد بعد من كل الاستخدامات، على عكس الدول المتقدمة التي وصلت فيها استخدامات الطاقة النووية إلى أقصاها.

* رئيس قسم الأمن الإنساني، كلية العلوم الاستراتيجية، جامعة نايف للعلوم الأمنية، الرياض.
ورئيس قسم القانون النووي (سابقا) – هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، (مصر).

محاولات عربية

لم تستفد الدول العربية بعد من الطاقة النووية، على الرغم من كونها جميعا أطرافاً في معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية، ولم تقتحم تكنولوجيا المفاعلات النووية لتوليد الكهرباء إلا دولة الإمارات العربية المتحدة، في حين تسعى بعض الدول العربية إلى خوض هذا الغمار. واستخدام المفاعلات البحثية في أغراض البحوث والتعليم وإنتاج النظائر المشعة لاستخداماتها الواسعة طبيا وزراعيا وصناعيا غير كاف؛ إذ إن هذه المفاعلات توجد فقط في مصر وليبيا والجزائر والمغرب، وهناك مفاعل صغير في كل من سوريا والأردن. هذا على الرغم من أهمية الطاقة النووية للدول العربية، سواء في الاستخدامات العلمية والطبية والزراعية والصناعية، أو لسد حاجتها المتزايدة لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر نظرا لتزايد السكان وارتفاع مستوى المعيشة. واتخذت الدول العربية قرارات لإنشاءعدة برامج نووية سلمية بعد إعلان القمة العربية في الخرطوم في مارس 2006 -للمرة الأولى- ودعم تطوير الاستخدام السلمي للطاقة النووية. وأقرت القمة التالية التي عقدت في عام 2007 قرارين أحدهما تعلق بتعاون عربي مشترك لتنمية الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، والثاني طلب تشكيل مجموعة من الخبراء بمشاركة الهيئة العربية للطاقة الذرية للنظر في الوسائل والسبل لقيام مثل هذا التعاون في إطار عربي متكامل.

رؤية استراتيجية للدول العربية

هناك ضرورة حتمية لأن تبادر الدول العربية بتنشيط برامجها النووية كقاطرة للتنمية والتقدم أولا وأيضاً باعتبارها أدوات للردع والتوازن في حالة انفلات الأوضاع النووية الإقليمية. ومن الخطوات الأساسية في هذا، بناء موقف وطني ووضع خطط لبناء محطات نووية لتوليد الكهرباء، ووضع الإطار القانوني والرقابي لذلك بما يفتح الباب أمام تقدم حقيقي في المجال النووي، وبصفة خاصة في مجالات بناء ودعم وتنمية القدرات البشرية التي تملك المعرفة الفنية، وقد تمثل مع المحطات النووية رادعاً تكنولوجياً، وكذلك وضع استراتيجيات وطنية للمشاركة المحلية للصناعة الوطنية (بعد إجراء تقييم لها) في إنشاء وتصنيع هذه المفاعلات، الأمر الذي يطور الصناعات المحلية في الدول العربية. وفي هذه الأجواء المضطربة يصبح بناء برنامج نووي سلمي متقدم خطوة مصيرية، ليس فقط بدافع الحفاظ على الأمن الوطني لكل دولة عربية، لكن أيضاً إعمالاً لحق قانوني متاح وفق المعاهدات النووية للاستفادة من الاستخدامات السلمية للطاقة النووية. ويدعم من موقف الدول العربية أنها منضمة إلى الاتفاقيات النووية الدولية، فمعاهدة عدم انتشار الاسلحة النووية تضم كل الدول العربية، كما أن اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية تضم 14 دولة عربية، أما اتفاقية التبليغ المبكر عن الحوادث النووية فقد صادقت عليها 17 دولة عربية، أما اتفاقية تقديم المساعدة الفنية في حالات الحوادث النووية فقد صادقت عليها 16 دولة عربية، في حين صادقت على الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك خمس دول عربية.

محطات الطاقة النووية في الوطن العربي

مصر

بدأت مصر باستخدام الطاقة النووية في أوائل الستينيات من القرن العشرين حين طُرح مشروع برنامج للطاقة النووية، لكنه توقف، ثم أعيد طرحه مرات عدة كان آخرها في سبتمبر 2006 بدراسة كل بدائل الطاقة بما فيها البديل النووي، واتخذ قرار بشأن موقع المحطة النووية الأولى في الضبعة، وجرى إصدار القانون النووي لتنظيم الأنشطة النووية والإشعاعية في 2010، ثم أنشئت هيئة الرقابة النووية، وتوقف البرنامج بسبب الأحداث التى شهدتها مصر في عام 2011، ثم أعيد إحياؤه في 2015.

لم تستفد الدول العربية بعد من الطاقة النووية على الرغم من كونها جميعا أطرافاً في معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية

دول الخليج العربي

في ديسمبر 2006 أعلنت دول الخليج العربي عن إمكانية الدخول في الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، وذلك في البيان الختامي لمجلس التعاون الخليجي بالرياض. وبالفعل فإنها بدأت بدراسة فعلية لتلك الاستخدامات. وعلى الرغم من أن دول مجلس التعاون الخليجي دول رئيسية في إنتاج وتصدير النفط والغاز، فإن هذا لا ينفي حقها وحاجتها إلى إنتاج الطاقة النووية في إطار استعدادها لمرحلة ما بعد النفط؛ إذ إنها تعتمد على مصدر واحد هو النفط في إنتاج الكهرباء وتحلية المياه، وهما قضيتا وجود وأمن قومي بالنسبة لها، ومن ثم ينبغي وجود تخطيط طويل الأمد، وعدم الارتهان إلى مورد واحد ناضب، وهذا ما يفسر اتجاه بعض الدول النفطية مثل روسيا إلى التوسع في بناء محطات نووية. بيد أنه عقب حادثة فوكوشيما باليابان 2011 أجّلت بعض دول المجلس برامجها النووية، واستمرت الإمارات

اتخذت الدول العربية قرارات لإنشاء عدة برامج نووية سلمية بعد قمة الخرطوم في مارس 2006 ودعم تطوير الاستخدام السلمي للطاقة النووية

عقب حادثة فوكوشيما باليابان 2011 أجّلت بعض دول الخليج برامجها النووية واستمرت الإمارات والسعودية في تطوير وإعداد البنية القانونية والتنظيمية وتجهيز البنية الأساسية

الأطر الحاكمة للدخول العربي في الطاقة النووية

إن عملية الدخول العربي في الاستخدام السلمي للطاقة النووية تحكمها عدة أطر، منها قضايا منع الانتشار النووي ومعايير الأمان، ولذلك يتطلب هذا الدخول جهودا مكثفة لبناء القدرات في مختلف المجالات العلمية وبالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية وبالشفافية التي تفرضها الاتفاقيات الدولية. وفيما يتعلق بمسألة التعاون العربي، هناك مجالات عديدة يمكن التعاون العربي فيها، وقد يكون أهم مجالين لهذا التعاون هما: أولا مشروع عربي مشترك لمنشأة نووية عربية لدورة الوقود النووي وإثراء اليورانيوم تضمن إمدادات الوقود النووي عربيا، على الرغم من إدراكنا لوجود معوقات أمام الدخول بجدية في هذا المشروع، مثل المبادرات الدولية المتعددة لتدويل دورة الوقود النووي، وإنشاء مراكز دولية لذلك تحت إشراف الوكالة الدولية للطاقة الذرية؛ وثانيا الوضع الدولي الذي تحكمه المصالح، ومطالبة ما يسمى بالقادمين النوويين الجدد بعدم الدخول في إثراء اليورانيوم بما يتجاوز التزامات معاهدة منع الانتشار النووي. ومن ثمّ، عند دخول الدول العربية في هذا المجال لابد أن يكون لديها بديل تفاوضي، مع التمسك الصارم بالحق الأصيل للدول في الاستخدام السلمي للطاقة النووية وفقا لمعاهدة منع انتشار الاسلحة النووية، ويجب عدم القبول بالتزامات إضافية تتجاوز التزاماتنا الأصلية الواردة في المعاهدات النووية.

والسعودية في تطوير وإعداد البنية القانونية والتنظيمية، وتجهيز البنية الأساسية وتنمية القدرات البشرية الخاصة بذلك.

المغرب العربي

أعلنت الجزائر في يناير 2007 الإعداد لمشروع إنتاج الكهرباء النووية وتحلية مياه البحر بواسطة الطاقة النووية. وأعلنت تونس أيضاً خطط بناء محطة للطاقة النووية بحلول عام 2020 بطاقة 900 ميغاوات تمثل 20% من احتياجاتها للكهرباء، ووقعت اتفاقية لذلك مع فرنسا في ديسمبر 2008 غير أن الأحداث السياسية التى شهدتها أوقفت المشروع. كما أعلنت المغرب عزمها بناء مفاعلات نووية لتوليد الكهرباء. وأشارت تقارير إعلامية إلى إمكانية تقديم مساعدات أمريكية وفرنسية لبرنامج نووي سلمي ليبي، غير أن هذه البرامج توقفت نظرا للظروف السياسية التي عصفت بالوطن العربي.

برامج المحطات النووية العربية

يوجد حاليا أربع دول عربية لديها مشاريع محطات نووية لتوليد الكهرباء هي مصر والسعودية والإمارات والأردن. وقد أعلنت الإمارات برنامجها النووي في 2008 مستهدفا بناء 14 محطة نووية تنتج 20 ميغاوات على المدى البعيد، منها بناء أربع محطات نووية قدرة كل منها 1400 ميغاوات بإجمالي 5600 ميغاوات في موقع براكة بحلول 2020. وقد أعدت الإطار المؤسسي بإنشاء هيئة للطاقة الذرية كمشغل للمحطات، ثم أنشأت الهيئة الاتحادية للرقابة النووية، وهي الدولة العربية الوحيدة التي امتلكت أول محطة نووية لإنتاج الكهرباء، وتستكمل حاليا المحطة الثانية في الموقع نفسه. أما السعودية فقررت إدخال الطاقة النووية في مزيج الطاقة، وصدر الأمر السامي في عام 2017 بإنشاء(المشروع الوطني للطاقة النووية) مستهدفا إنشاء 16 مفاعلا بقدرة إجمالية قدرها 17000 ميغاوات، على أن تبدأ العمل عام 2022 وتستمر حتى 2030. وقد أعدت الإطار القانوني والتنظيمي لذلك فأنشأت هيئة الأمان النووي والإشعاعي.

وأعادت مصر إحياء برنامجها مرة أخرى في 2014، وطلبت إلى روسيا الاتحادية إنشاء أربعة مفاعلات نووية قدرة كل منها 1200 ميغاوات لإنتاج الكهرباء بإجمالي 4800 ميغاوات. وبالفعل وُقعت أربعة عقود في 11 ديسمبر 2017 لإنشاء أول مفاعل، وذلك من خلال مشاركة التصنيع المحلي في تصنيع المفاعل بنسبة 20% في المفاعل الأول تزيد إلى نسبة 35% في المفاعل

أعلنت السعودية عام 2017 عزمها إنشاء 16 مفاعلا بقدرة إجمالية قدرها 17000 ميغاوات على أن تبدأ العمل عام 2022 وتستمر حتى 2030

3 سيناريوهات محتملة لانتشار الطاقة النووية عربيا تراوح بين استمرار الأوضاع النووية العربية الراهنة وزيادة القدرات النووية واتساعها وانتشار برامج المحطات النووية السلمية

تستهدف الإمارات بناء 14 محطة نووية تنتج 20 ميغاوات على المدى البعيد

الرابع. وصدر إذن قبول موقع المحطة في منطقة الضبعة، وقبول تقرير تقييم الأثر البيئي من هيئة الرقابة النووية المصرية، وجار استكمال إذن الإنشاء كإحدى مراحل الترخيص في حين يتوقع بدء التشييد منتصف 2020. وتخطط الأردن لإنشاء محطتين نوويتين قدرة كل منهما 1000 ميغاوات، وأعدت الإطار القانوني والتنظيمي فصدر القانون النووي، وأنشأت الهيئة الأردنية للرقابة النووية.

و هناك دول عربية أخرى تنظر في برنامج محطات نووية مثل الجزائر والمغرب وتونس.

معطيات جديدة

تثير التطورات النووية الأخيرة في البرامج النووية للدول العربية عدة قضايا، منها ما يتعلق أولا بمستقبل برامج الطاقة النووية في الوطن العربي وما يمكن أن تفضي إليه، وما يرتبط ثانياً بإمكانات التعاون النووي العربي لتحقيق تكامل عربي في المجال النووي، والرؤية المستقبلية لتحقيق ذلك؟ وتأتي أهمية استكشاف السيناريوهات المستقبلية من عدة أسباب تعود إلى تدهور الأوضاع النووية وتراجعها في بعض الدول العربية، مثل ما تم في العراق من إنهاء البنية الأساسية لإنشاء أي برنامج طاقة نووية، وماشهدته سوريا منذ 2011 من حروب وصراعات وتدمير ما رجحته تقارير الوكالة الدولية للطاقة الذرية بأنه كان مفاعلاً نووياً سرياً في منطقة دير الزور من قبل إسرائيل، و ما قامت به ليبيا منذ عام 2003 بالتخلص من جميع المواد والمعدات النووية إضافة إلى الصراع القائم فيها حالياً، هذا إضافة إلى غياب أي تخطيط فعلي لبرامج للطاقة النووية لتوليد الكهرباء سواء في اليمن نظرا للحرب التي تشهدها، أم السودان التي تشهد عدم استقرار سياسي، أم تونس التي شهدت ظروفا سياسية متوترة أيضاً.

في ديسمبر 2006 أعلنت دول الخليج العربي عن إمكانية الدخول في الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، وذلك في البيان الختامي لمجلس التعاون الخليجي بالرياض

سيناريوهات مستقبلية

يمكن تصور ثلاثة سيناريوهات محتملة لانتشار الطاقة النووية في الوطن العربي تراوح بين استمرار الأوضاع النووية العربية الراهنة من ناحية، وبين سيناريو زيادة القدرات النووية واتساعها لدى عدة دول عربية، وسيناريو أخير يتمثل في انتشار برامج المحطات النووية االسلمية في الوطن العربي.

استمرار الأوضاع النووية العربية الراهنة

يعتمد هذا السيناريو على افتراض استمرار الوضع النووي العربي الحالي دون

أفضل سيناريو لتعزيز المصالح العربية

يصعب توقع حدوث أحد السيناريوهات بشكل جازم، لكن انتشار البرامج النووية السلمية أفضل السيناريوهات من منظور المصالح العربية، لما يتضمنه من تجنب أي تداعيات للسيناريوهات الأخرى. إن تجربة دولة الإمارات في بناء أول مفاعل نووي عربي لتوليد الكهرباء تقدم خبرة جديدة في الإعداد والتنفيذ للمحطات النووية لباقي الدول العربية، كما تبقى فكرة التعاون العربي في المجال النووي واجبة الترجمة الفعلية على أرض الواقع وبجهود الهيئة العربية للطاقة الذرية في ذلك التعاون. هناك فرصة للدول العربية المعنية بهذا التعاون، لاسيما مصر والسعودية والإمارات، لأخذ المبادرة لقيادة هذا العمل مع الدول العربية الأخرى والعمل على تحقيقه.

تغيير، والمتمثل في امتلاك دولة واحدة هي الإمارات مفاعلا لتوليد الكهرباء، وبقاء البرامج النووية لإنشاء محطات نووية لكل من مصر أو السعودية أو الأردن على ما هي عليه، واستمرار أوضاع مفاعلات البحوث النووية عند مستواها الحالي المتمثل في وجودها لدى كل من مصر والجزائر وسوريا والأردن والمغرب، مع بعض الاستخدامات الإشعاعية، سواء في المجال الطبي أم الصناعي لدى بعض الدول العربية الأخرى. وهذا سيناريو تشاؤمي مرفوض عربياً لأنه يكرس فجوة التكنولوجيا والمعرفة النووية القائمة حاليا بين الدول العربية وبين الطرفين غير العربيين في المنطقة وهما إسرائيل وإيران.

سيناريو تغير الأوضاع بزيادة القدرات النووية وانتشارها لدى عدة دول عربية

يعتمد هذا السيناريو على افتراض مفاده أن الظروف النووية في المنطقة قد تزيد الضغوط التي تدفع بعض الدول العربية إلى الإعلان عن قدرات نووية فنية عالية، مثل امتلاك معدات دورة الوقود النووي وإثراء اليورانيوم، أو امتلاك كميات من اليورانيوم المثرى بدرجات عالية، أو حتى امتلاك أسلحة نووية امتلكتها سابقا في فترة السيولة النووية، وأنها اضطرت - بسبب الظروف الإقليمية - للكشف عنها. هذا سيناريو قليل الاحتمال أيضا لتوافر المعلومات عن القدرات النووية العربية بشكل يصعب معه وجود مفاجآت كبيرة بشأنها.

سيناريو امتلاك وانتشار محطات نووية سلمية في الدول العربية

يعتمد هذا السيناريو على افتراض نجاح الدول العربية التي بدأت بإنشاء هذه المحطات النووية مثل مصر والسعودية في إنشاء وتشغيل هذه المحطات، واستكمال الإمارات لمحطاتها الثلاث الباقية وتشغيلها بعد أن تم تشغيل المحطة الأولى. كما تبدأ الدول التي تخطط حاليا لإنشاء محطات نووية بالتنفيذ مثل الأردن. وهذا السيناريو تفاؤلي ويشجع على حدوثه العروض المقدمة لهذه الدول من منتجي المفاعلات النووية، بيد أنه يلاحظ أن جميع هذه العروض لا تتضمن توريد تكنولوجيا إنتاج الوقود النووي اللازم لهذه المحطات، إذ يخضع توريد الوقود النووي لكامل سيطرة الدولة الموردة. ولذلك، يتعين تمسك الدول العربية بحقها في امتلاك دورة الوقود وإنتاج الوقود النووي اللازم لمحطاتها النووية عند إقدامها على ذلك. ■

أعلنت الإمارات برنامجها النووي في 2008 مستهدفا بناء 14 محطة نووية تنتج 20 ميغاوات على المدى البعيد

يخضع توريد الوقود النووي لكامل سيطرة الدولة الموردة لذلك يتعين تمسك الدول العربية بحقها في امتلاك دورة الوقود وإنتاج الوقود النووي اللازم

كيف سيكون مستقبل

الطاقة النووية؟

لا إجابة محددة عن هذا السؤال. والذين تصدوا للرد تفاوتت آراؤهم بين متفائل ومتشائم. فالمتفائلون يرجحون ازدهار صناعة الطاقة النووية، وحجتهم في ذلك أن الطلب يتزايد على توليد الكهرباء، والمصادر التقليدية للوقود الأحفوري في طريقها إلى النضوب. كما أن الزخم البيئي المضاد لمسببات الاحتباس الحراري والتغير المناخي يصب في مصلحة الاتجاه إلى الطاقة النووية كمصدر نظيف لا ينبعث منه غاز ثنائي أكسيد الكربون.

أما المتشائمون فيرون أن الجماهير أصبحت أكثر وعيًا بمخاطر تسرب المواد والمياه المشعة من المفاعلات أثناء الحوادث النووية. كما توجد شكوك حول مدى كفاية احتياطيات اليورانيوم لمواجهة احتياجات العالم المتزايدة من هذا الوقود.

وبين المتفائلين والمتشائمين يقف فريق ثالث يرى أن الإجابة عن السؤال المطروح ستكون في اتخاذ مسار وسط بين الاعتماد الكامل على الطاقة النووية في الأغراض السلمية وبين الرفض التام لها. وحجتهم في ذلك أنه في مجال الطاقة لا تحب الحكومات وضع الكثير من البيض في سلة واحدة. لذا، يتوقع هذا الفريق أن تختار معظم الدول مزيجًا من أنواع مختلفة من مصادر توليد الطاقة.

العلوم

تصدر في دولة الكويت منذ عام 1986

يأتيكم هذا العدد الجديد
من مجلة العلوم بهوية معاصرة
وشكل ومظهر جديدين

aspdkw aspdkw aspdkw

shop.aspdkw.com subscriptions@kfas.org.kw

للاستفسار: 66039310 965+

التقدم العلمي للنشر
Advancement of Science Publishing

KFAS إحدى شركات Company

shop.aspdkw.com

التعدين البحري ..
فوائد منظورة ومخاوف مشروعة

د. وحيد محمد مفضل *

على الرغم من أن ارتياد الإنسان للبحار والمحيطات واستفادته من المنافع والخدمات التي تقدمها النظم والموائل البيئية البحرية بدأ منذ ظهور الجنس البشري على وجه البسيطة، فإن هناك كثيرا من الأسرار والثروات تحت سطح البحار والمحيطات لم يستطع الإنسان الوصول لها أو الاستفادة منها بشكل عملي حتى الآن.

ومن هذه الثروات تجمعات المعادن والفلزات الثمينة في أعماق سحيقة تحت سطح البحار والمحيطات، التي تحظى بأهمية اقتصادية

* خبير في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية بالكويت.

وبحسب بعض التقديرات فإن إجمالي كمية الخامات المعدنية الاقتصادية الموجودة في أعماق البحار والمحيطات يقدر بنحو عشرة بلايين طن، يمثل المنغنيز نحو 30% منها، وكل من النيكل والنحاس 1.5% منها، والكوبالت نحو 0.3% منها. وتظهر تقديرات أخرى أن العائد المادي المتوقع من عمليات التنقيب عن المعادن في قاع البحار والمحيطات ربما يبلغ نحو 4.25 بليون دولار سنويا، مع توقعات بتزايده حال اتساع نطاق عمليات التنقيب ومساحتها.

نوعا المعادن الاقتصادية

يمكن تقسيم المعادن الاقتصادية الموجودة في البحار والمحيطات من حيث نمط وعمق وجودها تحت سطح البحر إلى نوعين؛ النوع الأول يضم المعادن الفلزية الثمينة مثل النحاس والزنك والذهب والفضة، وهي توجد عادة في هيئة رواسب حول الفتحات والمنافذ المائية الحارة Hydrothermal Vents الكثيرة المنتشرة في قاع المحيط. والنوع الثاني يضم ما يعرف باسم المعادن المتشكلة في هيئة عقد أو كريات صغيرة يلتصق بعضها ببعض، تسمى بالعقد المتعددة المعادن Polymetallic Nodules، وأكثرها انتشارا عقد الحديد والمنغنيز. وهذه توجد على أعماق كبيرة تراوح بين 400 متر وخمسة آلاف متر تحت سطح الماء.

وأول من نبه إلى وجود مثل هذه المعادن بصورة عامة، ومفهوم التعدين البحري بصورة خاصة، هو الجيولوجي الأمريكي ج. إل. ميرو في كتابه المعنون: (الموارد المعدنية في البحار)، وذلك في أوائل الستينيات من القرن الماضي.

وقد سعى في الكتاب إلى لفت الانتباه إلى وجود تجمعات معدنية هائلة خاصة من النيكل والمنغنيز في أجزاء كبيرة من قيعان البحار والمحيطات، لاسيما المحيط الهادي.

ومنذ ذلك الوقت، ازداد الاهتمام بهذه المعادن تدريجيا، كما ازدادت الجهود

المعادن الموجودة في البحار والمحيطات تقسم إلى نوعين الأول يضم معادن توجد في هيئة رواسب حول الفتحات والمنافذ المائية الحارة والثاني يضم ما يعرف في المعادن المتشكلة

أول من نبه إلى وجود مثل هذه المعادن بصورة عامة، ومفهوم التعدين البحري بصورة خاصة هو الجيولوجي الأمريكي ج. إل. ميرو في كتابه المعنون: (الموارد المعدنية في البحار) وذلك في أوائل الستينيات من القرن الماضي

وقيمة سوقية عالية، نظرا لكثرة الطلب عليها والحاجة لاستخدامها في مجالات عدة مثل صناعة الأجهزة الإلكترونية وآلات التصوير الطبي وتوربينات الرياح والسيارات الهجينة.

كل 2.3 كيلومتر مربع من قاع المحيط يحوي معادن نادرة تستطيع تلبية الطلب العالمي مـدة سنة كاملة

الرامية إلى استخراجها من مكامنها واستغلالها اقتصاديا لاسيما من الدول المتقدمة وشركات الحفر والاستكشاف العملاقة، مما أدى إلى بدء مرحلة جديدة من أنشطة التنقيب عن الثروات المعدنية التي كانت مقتصرة لفترة طويلة على عمليات استخراج النفط والغاز من أعماق ضحلة نسبيا.

كما أدى إلى ظهور مجال جديد للتنقيب عن الثروات المعدنية الاقتصادية في البحار والمحيطات، ألا وهو مجال التعدين البحري أو تعدين قاع البحر Deep Sea Mining. لكن، نظرا لارتفاع كلفة استخراج مثل هذه المعادن، وانخفاض أسعار المعادن خلال سبعينيات وثمانينيات القرن الماضي، فقد توقفت عملية التطوير في مجال التعدين البحري مدة طويلة، مما أدى إلى عدم تحقيق تقدم فعلي نحو استخراج تلك الثروات والاستفادة منها في التطبيقات المختلفة. بيد أن الاهتمام باستخراج هذه المعادن واستغلالها اقتصاديا، تجدد ثانية خلال السنوات العشر الماضية من قبل عدد من الشركات الكبرى وبعض الحكومات، وذلك بفضل التطور التكنولوجي، والتوقعات بزيادة الطلب على المعادن، نتيجة تنامي الإنتاج الصناعي عالميا، وازدياد الحاجة إلى موارد معدنية جديدة لتغطية الطلب المتزايد عليها.

وقد تعدى مجال التعدين البحري مرحلة التجريب إلى مرحلة التطبيق الفعلي حديثا، مما حدا بالهيئة الدولية لقاع البحار - وهي هيئة تابعة للأمم المتحدة ومعنية بتنظيم عملية التعدين في أعالي البحار والمحيطات وتحديد القواعد التي تحكم وتنظم عملية التنقيب عن المعادن واستخراجها بما يتوافق مع قانون البحار الدولي - إلى منح العشرات من عقود ورخص التنقيب لشركات عالمية من أجل البحث

المزايا والأخطار

هناك فوائد عدة للتعدين البحري والتنقيب عن المعادن الفلزية والأرضية في قيعان البحار والمحيطات غير العائد الاقتصادي، أهمها أن استخراج المعادن من تحت سطح البحر لا ينبني عليه نزوح جماعي للمجتمعات أو ضرر للمناطق السكنية كما هو الأمر على اليابسة. كما أن التعدين البحري قد يمثل موردا مهما لاقتصادات الدول البحرية الصغيرة والجزر التي تعاني نضوب الموارد الأرضية وتعتمد بالكامل على البحر وثرواته في تدبير حاجاتها.

وعلى الجانب الآخر، هناك أكثر من إشكالية قانونية وأخلاقية تتعلق بمدى مساهمة العائد المادي المتوقع من التعدين البحري في عملية التنمية في الجزر والدول البحرية الصغيرة، وضمان حصول هذه الدول على نسبة معقولة من هذا العائد، بعيدا عن سيطرة الشركات الكبرى على الأرباح. النقطة الأخرى تتعلق بمدى قانونية التنقيب عن المعادن في أعالي البحار والمحيطات، أي المناطق البحرية غير الخاضعة لسيادة أي دولة، ومدى أحقية الشركات المتخصصة في ذلك.

لكن إذا كانت مثل هذه الإشكاليات

يمكن حسمها أو حلها بواسطة الهيئة الدولية لقاع البحار (ISA) واتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (UNCLOS) وبقية الجهات الدولية المعنية، فإن هناك شكوكا كبيرة بخصوص مدى قدرة شركات التعدين المعنية على تجنب التأثيرات البيئية السلبية المتوقعة من جراء استخراج المعادن من قاع البحر.

ولعل من أبرز هذه التأثيرات هدم وإزالة الموائل القاعية والكائنات البحرية التي تعيش في الأعماق العميقة، وهذا ذو أثر عظيم جدا، لاسيما إذا ما وضعنا في الاعتبار كبر المساحة التي سيجري حرثها وحفرها من أجل استخراج المعادن الفلزية، وحجم العكارة الهائلة الناتجة، وتأثير ذلك في درجة التنوع الأحيائي وجودة البيئة البحرية.

وثمة تأثيرات أخرى لن تتكشف وتتضح أبعادها إلا عند التنفيذ الفعلي وبدء عملية استخراج مثل هذه المعادن، لذا فإن السبيل الأمثل لتقليل مثل هذه التأثيرات وتعظيم الفوائد المرجوة يتمثل في دعم البحث العلمي في هذا المجال، واستخدام الموارد البحرية المتاحة واستغلالها اقتصاديا بشكل مستدام مع الحفاظ على البعد البيئي.

إجمالي كمية الخامات المعدنية الاقتصادية الموجودة في أعماق البحار والمحيطات يقدر بنحو 10 بلايين طن

عن المعادن في عدة مواقع لاسيما وسط المحيط الهادي والبحر الأحمر.

حظوظ البحار العربية

يمكن القول بصفة عامة إن طبيعة القاع والخصائص الجيولوجية الخاصة بكل البحار العربية - باستثناء البحر الأحمر - لا تساعد على نمو العقد المتعددة المعادن أو تكون رواسب المعادن الثمينة، لذا فإن نصيب هذه البحار من المعادن النادرة أو الفلزات الاقتصادية محدود جدا.

وإذا نظرنا إلى الخليج العربي - على سبيل المثال - نجد أن العمق فيه ضحل جدا (36 مترا في المتوسط) مقارنة ببقية البحار الإقليمية الأخرى، كما أن طبيعة القاع لا تساعد على تكون ينابيع مائية حارة أو شقوق صخرية عميقة أو خروج حمم بركانية أو غيرها مما يمثل بيئة ملائمة لتكون أو نمو الرواسب والعقد المعدنية.

أما خليج عمان، الذي يعتبره البعض امتدادا للمحيط الهندي وأكثر عمقا من الخليج العربي- فإن الظروف الجيولوجية الخاصة به وكون رواسب القاع السائدة فيه تتشكل في الأساس من طمي غريني وبقايا كائنات بحرية وأصداف وغيرها، لا تساعد على تكون ونمو العقد أو الرواسب المعدنية. والأمر لا يختلف كثيرا عن ذلك في كل من بحر العرب والبحر المتوسط.

أما البحر الأحمر، فهو الاستثناء الوحيد بين بقية البحار العربية؛ نظرا لطبيعته الجيولوجية الخاصة ووجود أكثر من عامل ملائم لظهور ونمو العقد المتعددة المعادن والرواسب المعدنية. ذلك أن البحر الأحمر يمتد على مساحة كبيرة (450 ألف كيلومتر مربع) وتبلغ فيه مناسيب الأعماق قيما كبيرة، تصل إلى أكثر من 2200 متر. كما أنه يتميز بوجود شقوق نشيطة بركانيا وأغوار وبحيرات ساخنة وفائقة الملوحة على أعماق سحيقة. وهذه الأغوار تنبعث منها كميات كبيرة من الغازات ومواد هيدروكربونية وكبريتية، لذا فإنها تحوي رواسب سميكة وغنية

مرحلة الاستغلال الاقتصادي

حفزت الاكتشافات التي تمت في البحر الأحمر السعودية والسودان على إنشاء الهيئة السعودية السودانية لاستغلال ثروات البحر الأحمر في عام 1974، بهدف التعاون والتنسيق المشترك من أجل استغلال الثروة المعدنية الكامنة في قاع ذلك البحر. وأثمرت جهود الهيئة في عام 2010 إصدار أول رخصة تعدين لاستغلال الثروات الفلزية الكامنة في قاع البحر الأحمر. ومنحت هذه الرخصة إلى تحالف بين شركتين سعودية وكندية.

بالمعادن الثمينة مثل الذهب والفضة والنحاس. وتوجد معظم هذه الأغوار في المياه البحرية الإقليمية المشتركة الواقعة بين حدود السعودية والسودان، لذا فإن حق استغلالها الاقتصادي يقتصر على هاتين الدولتين بحسب قانون البحار الدولي.

وتشبه هذه الأغوار إلى حد كبير الينابيع والعيون المائية الحارة المألوفة لنا والموجودة على اليابسة، مع فارق جوهري واحد يتمثل في وجودها تحت سطح المياه عند عمق كبير. كما تختلف خصائصها الكيميائية والمعدنية عن خصائص الينابيع الحارة، نتيجة تباين المصدر الصخري المنبعثة منه والعوامل الحرارية المسببة.

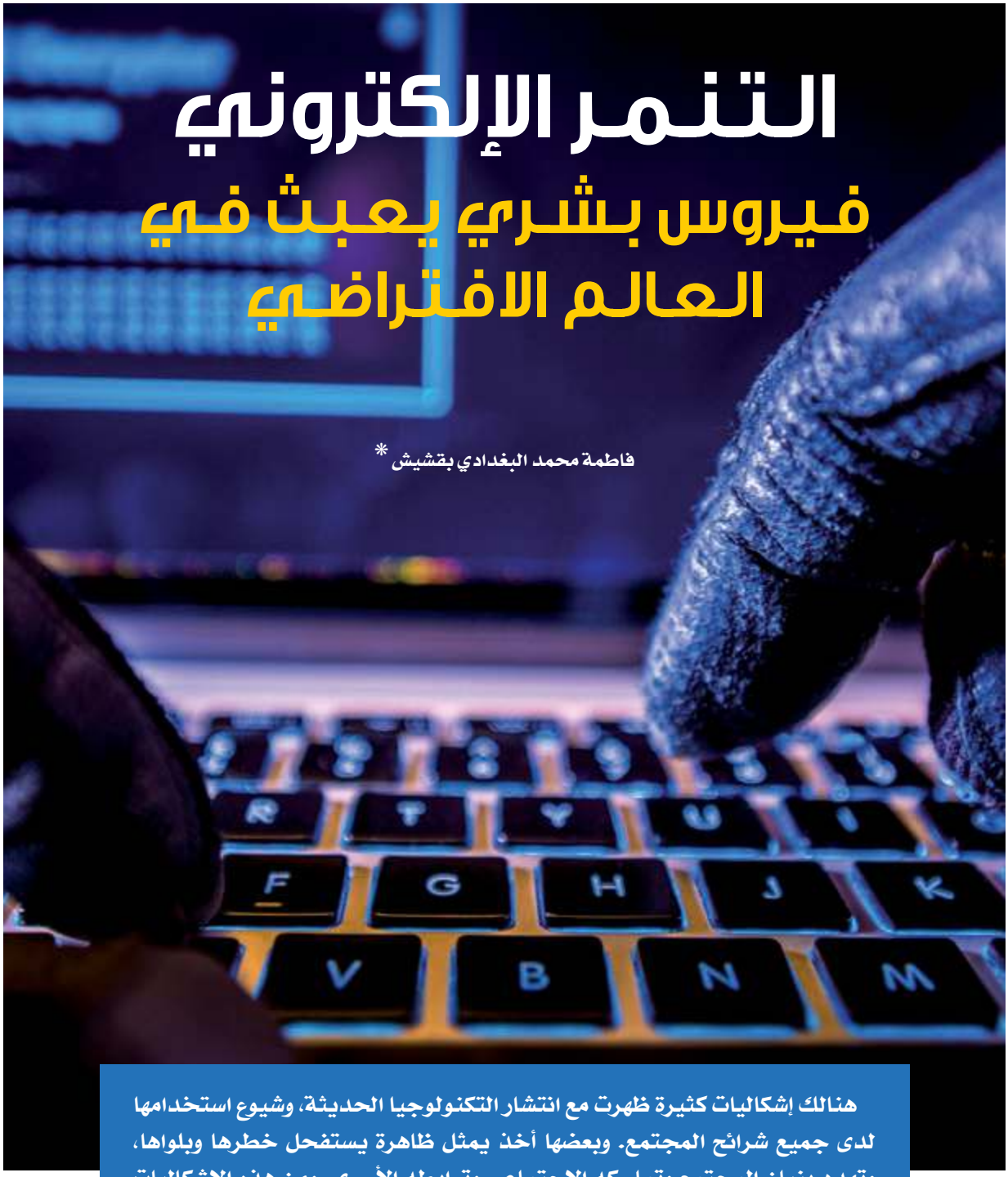
البحر الأحمر يحوي معادن ثمينة كالذهب في المياه البحرية الإقليمية المشتركة الواقعة بين حدود السعودية والسودان

أغوار البحر الأحمر

تعود قصة اكتشاف أغوار البحر الأحمر الملحية إلى منتصف الستينيات من القرن الماضي، حينما اكتشفت سفينة الأبحاث البريطانية الشهيرة (ديسكفري) وجود غور ملحي ساخن على عمق نحو 1500 متر، في المنطقة البحرية الواقعة أمام مدينة جدة في منتصف البحر الأحمر. وفي العام التالي قامت سفينة الأبحاث (أتلانتيس2) التابعة لمعهد وودز هول لأبحاث علوم البحار والمحيطات بالولايات المتحدة برحلة بحثية مماثلة، لتكتشف غورا آخر في منطقة مجاورة على عمق 2000 متر.

وألهم الاكتشافان اهتمام مراكز بحثية أمريكية أخرى، كالمؤسسة الأمريكية للعلوم التي أرسلت رحلة بحرية استكشافية عام 1966 لدراسة وجمع معلومات عن هذه الأغوار الضخمة والعجيبة، وكان ذلك بواسطة سفينة أبحاث تدعى (تشين).

وأطلقت أسماء السفن البحثية الثلاث (ديسكفري وأتلانتيس2 وتشين) على الأغوار الثلاثة المكتشفة تباعا. ثم اكتشف عدد آخر من الأغوار في البحر الأحمر، منها (كبريت) و(شعبان) في الشمال، و(سواكن) و(بورسودان) في منتصف البحر الأحمر، وإن بقيت الأغوار الثلاثة الأولى وبخاصة غور (أتلانتيس) هي الأكثر ثراء بالثروات المعدنية. ويعتبر غور (أتلانتيس) الواقع قبالة مدينتي جدة السعودية وبور سودان السودانية على امتداد 60 كيلومترا مربعا، هو الأشهر والأكثر ثراء من حيث المحتوى المعدني وكمية الرواسب المعدنية، حيث يقدر البعض إجمالي قيمة الثروات المعدنية المتاحة فيه بنحو ثمانية بلايين دولار. ■



التنمر الإلكتروني
فيروس بشري يعبث في العالم الافتراضي

فاطمة محمد البغدادي بقشيش *

هنالك إشكاليات كثيرة ظهرت مع انتشار التكنولوجيا الحديثة، وشيوع استخدامها لدى جميع شرائح المجتمع. وبعضها أخذ يمثل ظاهرة يستفحل خطرها وبلواها، وتهدد بنيان المجتمع وتماسكه الاجتماعي وترابطه الأسري. ومن هذه الإشكاليات التنمر الإلكتروني الذي يُمارسه أشخاص من أصحاب السلوكيات غير السوية، بهدف إيذاء أشخاص آخرين، جلهم حسن النيَّة، ومن صِغار السِن، الذين يُحلقون في هذا الفضاء الواسع، دون وعي حقيقي، أو خِبرة كافية.

وساعد على تكاثر وانتشار هذه الإشكالية التنوُّع الكبير الذي طرأ على تقنيات الاتصال في العالم الافتراضي، والتي صارت في مُتناول الجميع.

* كاتبة علمية، واختصاصية في التربية وعلم النفس، (مصر).

استغلال خبيث للإنترنت

كان بل بيلسي، الشاب المُناهض للتنمُّر الإلكتروني، أوَّل من استَخدَم هذا المُصطلح، وعرَّفه بأنه الاستغلال الخبيث والمُتعمَّد للإنترنت، والتقنيات المُتعلِّقة به، لإغراء واستقطاب الآخرين، ثم إيذائهم بطريقة مُتكررة وعدائية.

ويرى آخرون أن ذلك التنمر هو استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للحواسيب والأجهزة اللوحيَّة والهواتف الخلويَّة، وغيرها من التقنيات الرقميَّة ذات الصلة، على نحو سيئ، لإزعاج شخص ما، أو مجموعة أشخاص، بصورة مُتكررة ومقصودة، ومن ثم تتحوَّل وسيلة الاتصال والمعلوماتية، التي أوجِدت من أجل أهداف نبيلة، وتحقيق مزيد من الترفيه والمُتعة المعرفيَّة، إلى مصدر قلق وخوف.

ورُصِد في كثير من الحالات أن من يُشاركون في التنمر الإلكتروني، كانوا في الأصل ضحايا له. ووفق دراسة أممية فإن 7 من كل 10 شباب تعرَّضوا للإساءة عبر الإنترنت، في مرحلة ما، وأن التنمر الإلكتروني هو امتداد لإشكاليات قديمة، تعود إلى النزعات الاجتماعية الخفيَّة للأحكام المُسبقة والتمييز، وغالباً ما تؤثر على الأشخاص الذين يتمتَّعون بخصائص محميَّة، كالعرق، والدين، والحياة الجنسية، والهوية الجنسانية، والإعاقة، أكثر من غيرهم.

وتبين أن هنالك شخصا من كُل اثنين من المتعرضين للتنمُّر يُخبر ذويه، أو أحد المُقرَّبين منه، بواقعة التنمر، وأن من لا يُخبر أحدا يكون ذلك بدافع الخوف أو الحَرج أو عدم الثقة بأنظمة الدعم، وأن لذلك آثارا خطيرة.

وأظهر تقرير حديث اعتمد على دراسة استمرت أربع سنوات جرى فيها تحليل 19 مليون تغريدة، أن هنالك نحو خمسة ملايين حالة من حالات كراهية النساء متضمنة فيها، وأن 52 % من إساءات كُره النساء المُسجَّلة كتبتها نساء! وكان التركيز - كمدخل للتنمُّر - على اللعب بالعواطف، ومُستوى الذكاء، والتفضيلات للنساء الأخريات. ورصد التقرير 7.7 مليون حالة من حالات العُنصرية، وتتقدَّم السُخرية من المظهر، كأحد أكثر جوانب إساءة الاستخدام شيوعاً على الإنترنت.

ففي عالم مُزدحم، يسوده هاجس المشاهير، يقع كثير من الشباب تحت ضغوط هائلة، من وسائل الإعلام والمؤثرين والمحتوى الإعلامي الذي يستهلكونه، للظهور والتصرُّف بطريقة مُعيَّنة، ولعل هذا ما يدفع كثيرا من الشباب، والفتيات بشكل خاص، إلى الرغبة في المضي قُدماً نحو استخدام وسائل تجميل مُختلفة، تصل في كثير من الأحيان إلى الجراحات التجميلية بغرض تغيير المظهر.

منتديات ومنصَّات ومواقع

تتعدد الأساليب والوسائل التي يتعمَّد المُتنمِّرون استخدامها لإيقاع ضحاياهم في العالم الافتراضي، من أخطرها وأكثرها شيوعاً.

غُرف الدردشة :

تصنف المُنتديات باعتبارها وسيلة سهلَة تُمكِّن الأشخاص الجُدد من الدخول إليها واستكشاف موضوعات وقضايا قد تُثير خجلهم عند الحديث عنها بشكل مُباشر مع ذويهم وأصدقائهم في العالم التقليدي. والخطر الأكبر في هذه المُنتديات يتعرَّض له المُراهقون، من

التنمر الإلكتروني هو الاستغلال الخبيث والمُتعمَّد للإنترنت والتقنيات المُتعلِّقة به لإغراء الآخرين ثم إيذائهم بطريقة مُتكررة وعدائية

ساعد على انتشار التنمر الإلكتروني التنوُّع الكبير الذي طرأ على تقنيات الاتصال في العالم الافتراضي والتي صارت في مُتناول الجميع

الفتيان والفتيات، الذين يتطلَّعون دائماً لاستكشاف كُل ما هو جديد وخارج عن المألوف دون وعي حقيقي بتداعياته، لاسيما بعد أن يكشفوا عن خصوصياتهم، سواء أكانت معلومات أم صورا.

البريد الإلكتروني:

سوء استخدام البريد الإلكتروني أو عدم الاهتمام بتحصينه، من خلال وسائل الحماية الكافية، قد يجعل صاحبه ضحيَّة للتنمر، بل وقد يصبح هو نفسه مُتنمراً.

المُراسلات الفورية:

تُتيح برمجيات المراسلات الفورية مزايا مُغرية للشباب لاستخدامها، وكثيراً ما يستدرِج المُتنمِّرون أصحاب هذه التطبيقات للحصول على تفاصيل هويَّتهم، ومن ثم البدء في إيذائهم وتهديدهم.

مواقع التواصل الاجتماعي:

تتشكل عبر هذه المواقع صداقات جديدة، ضمن مُجتمعات إلكترونية واسعة. وهي تسمح للجميع بأن يُطلقوا العنان لأفكارهم والتعليق بالكتابة، والصوت، والصورة، ومقاطع الفيديو. وعلى الرغم من الإجراءات والقوانين التي تضعها هذه المواقع وتُلزم مُرتاديها بها فإنها مازالت تُمثل منصَّات خِصبة للتنمُّر والتحرُّش بالآخرين.

صور وأشكال..وتداعيات مُمتدة

إن خطر التنمُّر الإلكتروني يتخذ أشكالاً وصورًا مُختلفة، فقد يأتي في هيئة رسائل نصيَّة مُسيئة، أو مقاطع فيديو مُركَّبة ومُلفَّقة ومُغرضة وغير أخلاقية، أو خطابات تحض على الكراهية والعُنف، وتهديد بالمُطاردة، وحتى القتل، أو التحرُّش وتشويه

أسس الوقاية

- معظم التداعيات والأعراض التي يُصاب بها ضحية التنمر الإلكتروني هي نفسية، وعلاجها قد يصبح صعبا إذا تأخرت المعالجة. ويتطلَّب وقتاً قد يطول في المصحَّات النفسية، وذلك لحاجة الضحيَّة إلى رعاية مُكثَّفة ومُتابعة مستمرة، خوفاً عليه من إيذاء نفسه أو إيذاء الآخرين.
- ودرهم الوقاية من التنمر الإلكتروني يُمكن الحصول عليه بسهولة إذا التزمنا بمجموعة من المبادئ الإيجابية الراسخة، واتبعنا السلوكيات السوية، ونجحنا في ترويض المارد السيئ في نفوس أبنائنا، ولاسيما المُراهقين منهم. ومن أهم ما يُمكن أن نُعوِّل عليه في ذلك:
- أن يكون الآباء على وعي ودراية بالأنشطة التي يمارسها أبناؤهم في منصَّات ومُنتديات ومواقع العالم الافتراضي، ليس من باب التضييق عليهم وكبت حُريتهم، ولكن من باب التقرُّب إليهم، ومُصادقتهم، وإرشادهم، إذا تطلب الأمر، في الوقت المناسب.
- الحرص على إشغال أوقات الأولاد بأمور إيجابية، حتى الترفيهية منها، لاسيما أنهم بحاجة إلى تفريغ طاقتهم الزائدة. وخير وسيلة لذلك هي انخراطهم في مُمارسة الأنشطة الرياضية المُختلفة، والهوايات النافعة، والمُشاركة في الرحلات، وفرق الكشافة، ونحو ذلك.
- زيادة جُرعة الوعي لدى الأبناء لأنها خط الدفاع الأوَّل ضد انزلاقهم في مُستنقع التنمُّر الإلكتروني. ومن أهم الأمور التوعوية الحذر والتدقيق في كُل ما ينشر في الفضاء الإلكتروني، لاسيما إذا كان يتعلَّق بتبادل معلومات، ومُحتويات شخصية، أو عائلية، حتى مع أشخاص قد تعرفهم، لسهولة سرقتها من أشخاص خُبثاء واستغلالها في الإيذاء والابتزاز.
- التنبيه على الأولاد بضرورة التبليغ حال شعورهم باختراق حسابهم.
- تنبيه الأولاد بعدم الظهور بصورة المُتنازل عن حقوقهم التي تكفلها قوانين وسياسات مواقع التواصل الاجتماعي؛ لأن شخصيَّة المُتنازل هي شخصية ضعيفة مهزوزة يسهل على المُتنمِّر النيل منها.
- تصوير الأعمال التي قام بها المُتنمِّر ضد الأولاد وإطلاع الجهة الحكومية المعنية.
- اتباع سياسة الحَظر (بلوك) إذا وجدت أحدهم يتلفَّظ بألفاظ مُسيئة، أو يُهدد، أو يُحرِّض، أو غير ذلك من السلوكيَّات، التي تدخل في دائرة المُتنمِّر.

في عالم يسوده هاجس المشاهير يقع كثير من الشباب تحت ضغوط هائلة من وسائل الإعلام والمؤثرين للظهور والتصرُّف بطريقة مُعيَّنة

تتعدد الأساليب والوسائل التي يتعمَّد المُتنمِّرون استخدامها لإيقاع ضحاياهم وأهمها غُرف الدردشة ومواقع التواصل الاجتماعي

السُمعة، أو السُخرية والتحقير، أو نشر الشائعات، أو المُساومة والنصب، أو انتحال الشخصية، وإنشاء حسابات وهميَّة، ونحو ذلك من التصرُّفات والسلوكيَّات غير السويَّة، التي يتَعمَّد المُتنمِّر مُمارستها مع الآخرين.

ومن أهم التكتيكات التي يستخدمها المُتنمِّرون إلكترونيا:

- يدَّعون أنهم أشخاص يرغبون في مد يد المُساعدة إلى الآخرين، لكنهم ماكرون خدَّاعون.
- ينشرون الأكاذيب والشائعات المُغرضة عن الضحايا.
- يُقدِّمون المُغريات الزائفة حتى تستدرج الضحيَّة، للكشف عن الهويَّة الشخصية.
- يتعمَّدون إعادة توجيه الرسائل المُهينة.
- ينشرون صور ضحاياهم دون موافقتهم.

وهنالك تداعيات وأخطار يتعرَّض لها الضحايا، فقد ينتاب الضحيَّة كثير من الاضطرابات العاطفية والنفسية، التي تتراوح بين الإحباط والغضب الشديد، لأسباب غير مفهومة من ذويه والمُقرَّبين منه. وتمتد هذه الاضطرابات إلى الشعور بالخوف الدائم والاكتئاب. كما ينتابه شعور بالاضطهاد قد يولِّد لديه رغبة قويَّة في الانتقام، وتنتابه حالة من التنمُّر يبدأ في ممارستها تجاه الآخرين بمن فيهم القريبون منه.

ومن العلامات القويَّة الدالة على ذلك تجنُّبه لأصدقاء كان قريباً منهم، وقريبين منه، وتجنُّب المُشاركة في الأنشطة، وقد يصل إلى حد ضرب الآخرين، لاسيما الأصغر والأضعف منه، دون سابق إنذار. ويتولَّد لدى الضحيَّة سلوك اللامُبالاة، حتى ولو تعاظمت الأمور، ويفقد الثقة في نفسه، ويُصبح أقل تقديرًا لذاته. وتزداد لديه نزعة التفكير في الانتحار، فضلا عن مشكلات صحية تتمثل في عزوفه عن تناول الطعام، والإسراف في تناول الشاي والقهوة والمُنبِّهات، وقلة النوم، والشعور بالصُداع.

وإذا كان الضحية موظفاً أو عاملاً، فإن التداعيات السلبية تتمدد إلى مكان عمله، مما يؤثر في إنتاجيته. وكشفت دراسة بريطانية أن واحداً من كُل عشرة موظفين، في كل بريطانيا، يرون أن التنمر الإلكتروني يُعد مُشكلة حقيقية تنعكس بالسلب على عملهم وتُقلل من حماستهم المهنية.

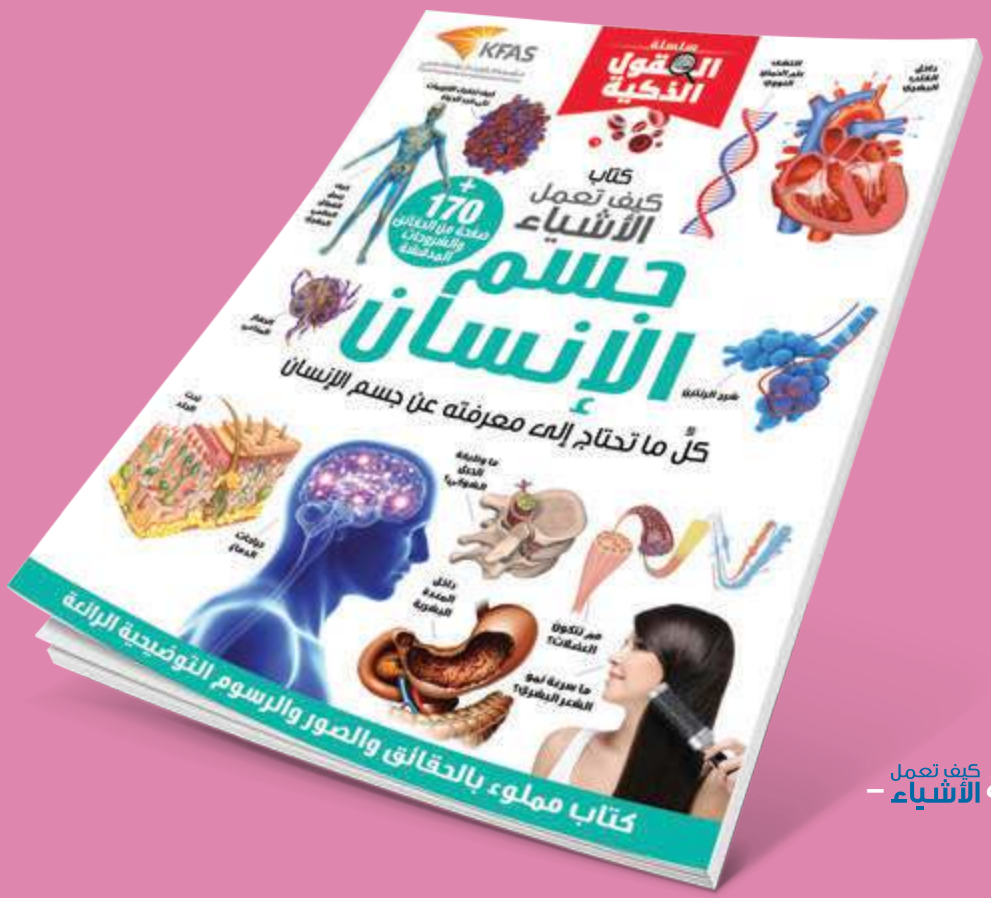
تفاعل مجتمعي

لايمكن للتوعية أن تؤتي ثمارها إلا إذا تشارك فيها كل الجهات ذات الصلة والتأثير، بدءًا من الوالدين، وامتدادًا إلى المدرسة ووسائل الإعلام المُختلفة ومؤسسات وهيئات المُجتمع المدني، وصولا إلى الجهات الرسمية. وأدركت بعض الدول أهميَّة ذلك، فتوسَّعت في الأنشطة التوعوية الخاصة بمواجهة التنمر الإلكتروني. ففي بريطانيا وضع ما يُعرف بـ «إرشادات أوفستد للسلامة الإلكترونية»، وتتضمن المناهج الحديثة، المُقررة في صفوف المراحل الأساسية من التعليم، دروساً تتعلَّق بالحد من هذه الظاهرة.

ومن نماذج السلوكيَّات الإيجابية في مواجهة الظاهرة، ابتكار مجموعة من الفتية المُراهقين في ولاية كونيتيكت الأمريكية، من الذين سبق لهم التعرُّض للتنمُّر الإلكتروني، تطبيق للمُساعدة على كشف المُتنمِّرين حظي بانتشار واسع، وساهم في إنقاذ كثير من الضحايا، قبل استسلامهم للمُتنمِّرين. ■

من سلسلة كتب

كيف تعمل الأشياء



هذه السلسلة هي الإضافة لمجلة كيف تعمل الأشياء – مجلة العقول الذكية.

فإذا كانت الصورة تغني عن ألف كلمة، فإن سلسلة العقول الذكية من كتب كيف تعمل الأشياء تجسيدٌ كامل لتلك العبارة. ففي كل إصدار تحلق بك الصفحات عبر عوالم مذهلة من الحقائق العلمية الغريبة والإنجازات التكنولوجية الإبداعية، وتعرض عليك روائع الطبيعة من خلال باقة مختارة من الصور والأشكال التوضيحية الخلابة.

aspdkw aspdkw aspdkw

shop.aspdkw.com subscriptions@kfas.org.kw

للاستفسار: 66039310

التقدم العلمي للنشر
Advancement of Science Publishing

KFAS | إحدى شركات Company

shop.aspdkw.com

لماذا لا تنتشر الثقافة العلمية في مجتمعاتنا ؟

د. عبدالله الجسمي *

الأساس الذي تقوم عليه الثقافة

هنالك قضية جوهرية تتعلق بالأساس الذي تقوم عليه الثقافة في أي مجتمع، والذي يكون مسؤولاً عن تشكيل قيمها وممارساتها وإبداعاتها وطرق تفكيرها وغيرها من مكونات الثقافة الأخرى. فالثقافة مثلاً في الدول الصناعية والمتقدمة تعتمد على العلم الذي تعامل من خلاله الإنسان مع الواقع المادي، فالحضارة المدنية الحديثة التي بدأت في أوروبا منذ عصر النهضة تقوم على أساس علمي ومادي، ساهم بصورة كبيرة في إحداث تغييرات نوعية في الثقافة الأوروبية ولاحقاً الإنسانية. في المقابل نجد ثقافتنا أو ثقافاتنا الدارجة تعتمد بالدرجة الأولى على أسس اجتماعية وتؤدي فيها الذات دوراً مركزياً. وهذه الثقافات هي في الأغلب نتاج لعلاقات التجمعات البشرية التقليدية مع الطبيعة التي لا تزال الكثير من قيمها فاعلة على الرغم من عملية التحديث المادية التي جرت منذ عدة عقود. فقد وقف الجانب الاجتماعي كعائق حقيقي أمام التحديث الثقافي

* باحث ومستشار، وأكاديمي في قسم الفلسفة – جامعة الكويت.

على الرغم من مرور أكثر من قرن على دخول التعليم الحديث إلى مجتمعاتنا العربية وانتشاره بشكل واسع في العقود الأخيرة، والدخول في عدة أوجه من تحديث البنى التحتية في معظم الأقطار العربية، يضاهي بعضها أحدث النماذج المدنية في العالم، فإن ذلك لم يفتح المجال لتغلغل الثقافة العلمية في مجتمعاتنا لتقودنا إلى الدخول الحقيقي في روح العصر وثقافته. فهناك بلا شك عقبات عدة تعترض انتشار الثقافة العلمية، منها ما هو ثقافي واجتماعي وسياسي وفكري. فما أهم العقبات التي تقف أو تحد من نشر الثقافة العلمية؟

لكون الشرائح الاجتماعية تتحكم فيها منظومة محكمة من القيم المسلم بها وغير القابلة للنقاش ويتم توارثها عبر الأجيال منذ عدة قرون، وبعضها- من دون مبالغة- لآلاف السنين كالثقافة القبلية أو الثقافات العرقية. وتتميز هذه الشرائح بقوة الروابط الاجتماعية وخضوع الفرد لسلطة الجماعة وغياب الرأي المعارض أو أي نوع من النقد لأي قيمة أو قيم في إطار هذه المنظومة، إضافة إلى كونها تمثل هوية هذه الجماعة ومن ثم تؤطر كيانها الاجتماعي، وبناء عليه يكون من الصعب اختراق أو استبدال هذه المنظومة بثقافة أو هوية بديلة لأن الفرد والجماعة سيتغيرون جذرياً وستضمحل الجماعة أمام قيم ثقافية بديلة جاءت مع التطور العلمي تعزز من دور الفرد واستقلاليته.

أما العنصر الثاني وهو الذات، فتتخلل جوانب كثيرة من ثقافاتنا الدارجة وهي نتاج للعنصر الاجتماعي. فالمعايير التي تقاس بها الأشياء والمواقف والأحكام وغيرها تأخذ الطابع الذاتي، فهي لا تعتمد على الأدلة أو البراهين التي تدعمها، كما هو الحال في العلم، وتفتقر إلى الموضوعية والنظرة أو التحليل المتجرد للأمور. وقد ألقى البعد الذاتي بظله على مسألتين مضادتين للعلم؛ تتعلق الأولى بكيفية الوصول إلى المعرفة وحقائقها. فالمعرفة العلمية تتراكم أو يتم الوصول إليها من خلال المنهج العلمي، أي إنها معرفة منهجية ومستقلة عن الإنسان ولا يستطيع التحكم في نتائجها حسب آرائه الذاتية أو معتقداته. في المقابل نجد أن المعرفة الذاتية غير منهجية وهي تعتمد على الحدس وفي أحسن الأحوال نتاج للاستنباط العقلي المجرد لا التجربة. والمسألة الثانية تتعلق بطبيعة اليقين الذي يتصف في العلم بالموضوعية ويستند إلى أدلة غير ذاتية، في المقابل نجد أن اليقين الذاتي يفتقر إلى الأدلة والبراهين الموضوعية ومعاييره ذاتية وحقائقه غير قابلة للفحص أو النقد من خلال التجربة العلمية. ونتج عن ذلك أن أصبحت الثقافة شخصانية الطابع وأخذت الجوانب الشخصية تتغلغل في شتى مجالات الحياة والمجتمع وتعد أساساً للتعامل مع الآخرين والواقع، بعبارة أخرى تم شخصنة الثقافة والنظر إلى كل شيء من منظور شخصي، وهذا ما يتناقض مع الثقافة العلمية التي تتجرد من الجوانب الشخصية والذاتية.

لم تتغلغل الثقافة العلمية في مجتمعاتنا لتقودنا إلى الدخول الحقيقي في روح العصر وثقافته بسبب عقبات عدة تعترض انتشارها منها ما هو ثقافي واجتماعي وسياسي وفكري

تقدم العلم وتقنياته المختلفة أزاح بشكل شبه كامل طابع المعرفة القديمة ومقوماتها التي كانت تعتمد عليها، وشكل رؤية للعالم الذي نعيشه مخالفة بشكل كبير للرؤية السابقة

معرفة بديلة عن العلم

أحد الإشكاليات الفعلية التي تقف حجرة عثرة أمام انتشار المعرفة والثقافة العلمية في مجتمعاتنا، تتلخص في وجود معرفة بديلة للمعرفة العلمية الحديثة تحل محلها في مختلف المجالات تقريباً. فالعلم الحديث، الذي شق طريقه منذ نهايات العصور الوسطى في أوروبا، قدم معرفة نوعية مختلفة عن المعرفة السابقة عليه، تعتمد على أسس جديدة من التفسير للوجود والظواهر والمشكلات المختلفة ومحاولة إيجاد الحلول التي تعتمد على أسس واقعية وموضوعية ممكنة التطبيق. ومع تقدم العلم وتقنياته المختلفة أزاح بشكل شبه كامل طابع المعرفة القديمة ومقوماتها التي كانت تعتمد عليها، وشكل رؤية للعالم الذي نعيشه مخالفة بشكل كبير للرؤية السابقة. لكن لم تستطع المعرفة العلمية التغلغل في مجتمعنا وتفكير أفراده بشكل كاف نتيجة لوجود معرفة بديلة عن العلم تسود بين أوساط العامة ويطرحها أفراد لا علاقة لهم بالعلم الحديث ومناهجه وأساليبه المعرفية.

ولهذه المعرفة تفسيراتها الخاصة التي تقدم رؤية شمولية لتفسير العالم من جهة وواقع الإنسان ومجتمعه وما يجري به من جهة أخرى. وتتميز بالسهولة في التفسير والتحليل والاستيعاب ولا تحتاج إلى أبحاث وتجارب، وتتميز بإطارها ذي البعد الواحد، وتختفي عنها التعددية والتنوع في طرح الموضوعات ومناقشتها وتفسيرها، بل وتقصي أي تفسير أو رأي آخر مختلف عنها. فهي حبلى بالمسلمات غير القابلة للنقاش

لم تستطع المعرفة العلمية التغلغل في مجتمعنا وتفكير أفراده بشكل كاف نتيجة لوجود معرفة بديلة عن العلم تسود بين أوساط العامة ويطرحها أفراد لا علاقة لهم بالعلم الحديث ومناهجه وأساليبه المعرفية

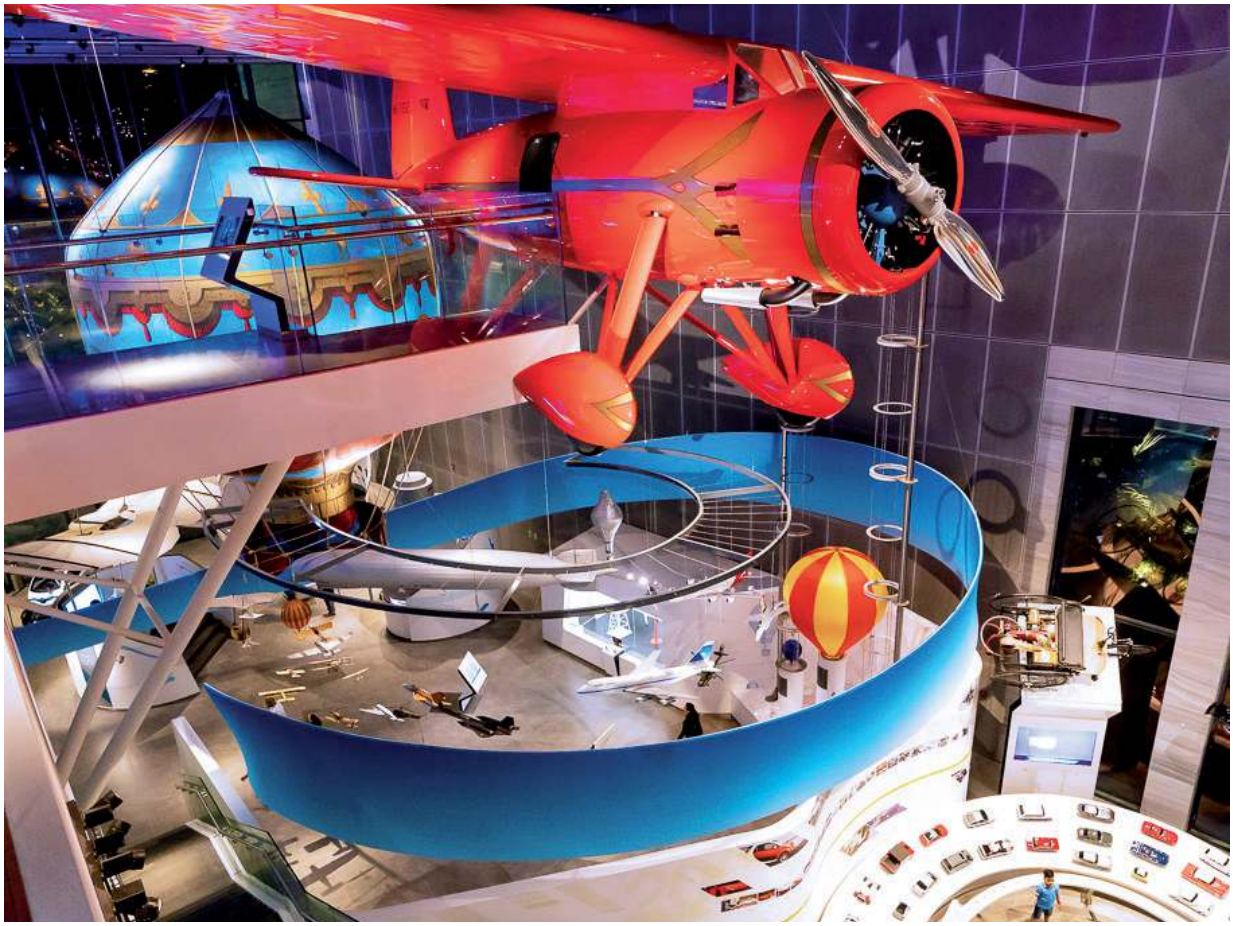
أو حتى النظر إليها من منظور عقلاني مختلف، يستخدم فيه العقل والمنهجية القائمة على الحجج والبراهين المنطقية ولا يقبل القائمون عليها تجديدها وفق المعايير المعاصرة.

وما يدعم هذه المعرفة طابع الثقافات المنتشرة في المجتمع العربي وطبيعة العادات والتقاليد الاجتماعية المرتبطة بها، وطرق التفكير السائدة فيها، التي تستوعب تلك المعرفة الداعمة لروحها المحافظة التقليدية، وتختلف عن طرق التفكير الحديثة التي جاء بها العلم.

نشر الثقافة العلمية

نشر الثقافة العلمية يقتضي طريقة تفكير معينة تمثل الأرضية التي تستوعبها وتطبقها في مجالاتها الخاصة ألا وهي طريقة التفكير العلمي، وهذا ما لم تحققه عملية التعليم أيضاً. وللأسف تفتقر الساحة الثقافية إلى الطريقة العلمية في التحليل إلا من نفر قليل يسبح ضد التيار العام الممتلىء بأنماط من التفكير لا علاقة لها بروح العصر، فهناك من لا يزال يفكر بطريقة أقرب إلى الخرافة والأسطورة، ويهيمن التفكير الغائي، الذي يفسر الواقع والعالم وما يجري فيه بطريقة غائية على تفكير معظم الأشخاص في العالم العربي الذين لم يجعلوا للعلم أي هامش بسيط من تفكيرهم. والميزة التي تنفرد بها طريقة التفكير العلمي هي أنها واقعية وتبحث في الأسباب المادية الحقيقية التي تسبب الظواهر، وتقدم تفسيرات فعلية للظواهر والمشكلات مبنية على أدلة وبراهين وتتصف بالاتساق المنطقي والموضوعي والدقة والوضوح. أما طرق التفكير الأخرى فهي غير واقعية وتضع الأسباب خارج الظواهر الطبيعية والمشكلات، وتقدم تفسيرات ذاتية لا تعتمد على التجربة والبرهان، وهي نتاج لواقع لا دور يذكر للعلم في تشكيله أو صياغة معرفته ومناهجه. فهناك إذًا تصادم بين طريقة تفكير واقعية لها معرفتها وممارساتها وقيمها وأخرى غير واقعية تعكس قيما وتفسيرات غير واقعية. وللأسف تتغلب طرق التفكير غير الواقعية

ألقى البعد الذاتي بظله على مسألتين مضادتين للعلم؛ الأولى كيفية الوصول إلى المعرفة وحقائقها، والثانية تتعلق بطبيعة اليقين الذي يتصف في العلم بالموضوعية ويستند إلى أدلة غير ذاتية



حتى هذه اللحظة على طرق التفكير العلمية والعقلانية بسبب انتشار الثقافات التقليدية والتمسك بها.

بيد أن الإشكالية الكبرى في التعليم والنظرة للعلم بشكل عام تتعلق بالتعامل العكسي مع العلم وثقافته؛ إذ بدلاً من أن يؤدي العلم وعملية التعليم دوراً مهماً في إحداث التغيير الثقافي بالمجتمع فقد حدث العكس، إذ تم تطويع التعليم والعلم وإلباسهما ثوب القيم الثقافية الدارجة في المجتمع. فالتعامل مع العلم أصبح أولاً انتقائياً، بمعنى أخذ ما يناسب القيم الثقافية والتوجهات الفكرية السائدة واستبعاد ما يتعارض معها، وثانياً توظيف العلم ونظرياته وحقائقه في الإطار الثقافي العام السائد لتعزيز وتثبيت التوجهات الفكرية والقيم والمفاهيم الثقافية الدارجة. وللأسف نجد الكثير من القائمين على التدريس خصوصاً في المستويات الجامعية يقودون هذه العملية ويروجون لذلك، وللتوفيق في أحسن الأحوال بين العلم وما هو سائد من أفكار في المجتمع. وهذا عكس ما هو مطلوب منهم كنخبة أو نخب أكاديمية تعمل على توعية المجتمع بمخزونها العلمي والأكاديمي وتسعى إلى إحداث نقلة ثقافية وفكرية نوعية فيه. وهناك بالطبع جهود يبذلها نفر من الأكاديميين الذين يسعون لتطوير المجتمع ثقافياً وفكرياً، لكنهم للأسف أقلية ونتائج جهودهم ضئيلة مقارنة بالسواد الأعظم من الفئة المناقضة لهم.

التغييرات التي جرت في الواقع الثقافي العربي خلال العقود الأخيرة لم تمس جوهر الثقافة الدارجة في المجتمع بسبب تسييس العلم وأدلجة الثقافة والجمود الفكري والقوى المحافظة التقليدية

مجتمعات غير منتجة

المجتمع العربي للأسف غير منتج ولا يأخذ بالأساليب الصناعية المتطورة

التعليم والثقافة

التحولات التي جاء بها العلم الحديث لم تكن تحولات في تفسير وفهم العالم ومظاهره، وقوانينه المادية فقط، بل طالت حتى القضايا التي تفتقر إلى الوجود المادي مثل القيم والمفاهيم والرؤى والأفكار وغيرها المتعلقة بالذات الإنسانية، بمعنى أن عملية التغيير كانت شاملة طالت الجوانب المادية من جهة والجوانب القيمية والثقافية والفكرية من جهة أخرى، وهو ما لم يتحقق في واقعنا العربي، حيث اقتصرت المسألة بالدرجة الأولى على التطورات المادية.

فمجتمعاتنا لا تقوم على أسس علمية في البناء والتخطيط ومعالجة المشكلات والقضايا، والطابع الغالب على ذلك هو أيديولوجي وسياسي، ويقوم على مصالح النخب المهنية التي ترى في نفسها أنها المجتمع والدولة. وقد انعكس ذلك على عملية التعليم في شتى المراحل وعلى بناء الإنسان. فالهدف الرئيسي للعملية التعليمية هو بناء الإنسان وفق آخر التطورات الحضارية والعلمية والثقافية. ودراسة العلوم الصرفة ليست كافية لتحديد ما إذا كان على من سيتمكن منها أن يفكر بالطريقة العلمية التي أنتجتها أم لا، فهناك جوانب أخرى مكملة لها وهي الأبعاد الحضارية والثقافية. فالتكوين الثقافي والحضاري للفرد لا يقل، إن لم يكن الأهم، في عملية بناء الإنسان. فالعلم الصرف وحده لا يكفي، بل العقل المنفتح والقيم الثقافية والإنسانية المتطورة والمؤمنة بالتعددية والحرية والتفكير العقلاني هي الحاضنة للمعرفة وتقدمها وهي التي تخلق المجتمعات المستقرة التي تتعايش مكوناتها المختلفة في ظل بيئة من الحوار والتسامح والاعتراف بالآخر.

لكن معظم عملية التعليم الجارية تفتقر إلى أساليب التدريس المتطورة القادرة على بناء عقل علمي نقدي، إذ يغلب عليها طابع الحفظ والتلقين والطابع الإنشائي لا التحليلي، وتفتقر إلى ربطها بالواقع أو تكون نتاجاً له، وبذلك لم تنجح العملية التعليمية في الدخول في مفاصل أو صميم الواقع المعاش وتعمل على تغيير السلوك والممارسات والقيم العامة، وتكون المعرفة العلمية بديلاً للمعرفة القائمة على الأفكار الاجتماعية الموروثة التي تغرس في الأذهان منذ الصغر من دون نقد أو تمحيص.

خصوصاً الصناعات الثقيلة منها التي تعد الركيزة الأساسية للتطور الصناعي المستند إلى العلم. فمنذ انطلاقة الثورة الصناعية الأولى أصبح العلم مقترناً بالتقدم الصناعي والاقتصادي للدول، وكل ثورة علمية منذ ذلك التاريخ تلقي بظلالها على طبيعة الإنتاج الصناعي ومن ثم على الأوضاع الاقتصادية. فالعالم اليوم يعيش الثورة الرابعة التي تقودها التكنولوجيا والتي تحدث تحولات صناعية واقتصادية عدة وستنعكس بلا شك على الثقافة والفكر. والتغيير الاقتصادي يقترن معه تغيير ثقافي حسب البيئة الاقتصادية أو الطبقية التي يعيش فيها الأفراد. وقد شهد الوطن العربي في بدايات القرن العشرين بوادر اهتمام بعدد من الصناعات التي لو استمرت لغيرت من الواقع الاقتصادي العربي، لكن للأسف تم تصفية معظم هذه الصناعات في النصف الثاني من القرن لأسباب سياسية ولم يحدث تحول اقتصادي يذكر في الدول العربية، اللهم إلا من بعض الصناعات المرتبطة بالبترول. وفي غياب التطور الاقتصادي يصعب إحداث تطور ثقافي وفكري، فالتطور الذي جرى في العالم العربي مشوّه؛ فقد تم بشكل سريع ولم يمر بالمراحل المتدرجة، ومن ثم لم يتم التخلص من المفاهيم والقيم الثقافية التي لا تتناسب مع التطور الذي ما لبث أن توقف وانحصر في البنية التحتية فقط.

شهد الوطن العربي في بدايات القرن العشرين بوادر اهتمام بعدد من الصناعات التي لو استمرت لغيرت من الواقع الاقتصادي العربي لكن للأسف تم تصفية معظم هذه الصناعات لأسباب سياسية

والمعرفة العلمية اليوم مرتبطة إلى حد كبير بالإنتاج الاقتصادي، والمجتمعات غير المنتجة، كمجتمعاتنا، لا يمكن أن تنتج المعرفة وتؤسس لها، ومن ثم لن يكون للعلم دور فعلي في المجتمع وثقافته. فلقد أصبحنا مستوردين لمعظم ما نستخدمه في حياتنا اليومية ونستورد العلم والمعرفة (المناهج العلمية) أيضاً من الخارج، وحتى ما نستورده من أدوات وآلات تكنولوجية وعلمية للأسف لا يتم استخدامها وفق الأصول التي أنتجت من أجلها، بل تم تطويعها حسب الثقافات الدارجة وتوظيفها من قبل العديد من الأطراف التي لا تقيم للعالم والحضارة المدنية أي وزن. وأي مجتمع غير منتج سيكون مستهلكا وهذ ينتج عنه عامل ثقافي يعيق انتشار الثقافة العلمية وهو الثقافة الاستهلاكية. فالمجتمع الذي لا ينتج حاجياته يعيش على الاستهلاك وتنتشر فيه ثقافة استهلاكية غير منتجة لا تساعد على البحث أو الابتكار وتحمل مشقة إجراء التجارب والاختراعات وغيرها من أمور تخص البحث العلمي، وسيخلق عقلية غير نقدية لا تقوى على تحليل الظواهر والمشكلات وتبحث عن أسهل الحلول والتفسيرات التي يغلب عليها الطابع الذاتي وتتعارض مع الموضوعية المستمدة من المعرفة العلمية.

إن التغييرات التي جرت في الواقع الثقافي العربي خلال العقود الأخيرة تعتبر شكلية ولم تمس جوهر الثقافة أو الثقافات الدارجة في المجتمع، بسبب تسييس العلم وأدلجة الثقافة والجمود الفكري والقوى المحافظة التقليدية التي ترفض فكرة التقدم والتجديد وهيمنتها على العديد من مفاصل المجتمع خصوصا التعليم، وإذا ظلت هذه العوائق قائمة وغاب دور العلم الفعلي في بناء المجتمع المادي والصناعي والثقافي فستتسع أكثر وأكثر الهوة بيننا وبين ما يجري في العالم من تطورات معرفية وثقافية، وسنبقى نعيش في عالم آخر مختلف عن العالم الحقيقي. ■

المعرفة العلمية مرتبطة بالإنتاج الاقتصادي والمجتمعات غير المنتجة لا يمكن أن تنتج المعرفة وتؤسس لها ومن ثم لن يكون للعلم دور فعلي في المجتمع وثقافته

دكّ حصون مقاومة المضادات الحيوية

د. طارق قابيل *

تخيل أنك تؤدي بعض الأعمال الصغيرة في منزلك، ودُست دون قصد على مسمار صغير صدئ، وأدت هذه الوخزة إلى إصابتك بعدوى بكتيرية، فتذهب إلى المستشفى ليقول لك الأطباء إنه ليس في وسعهم إجراء أي شيء لإنقاذ حياتك، وإن الأعمار بيد الله، وربما تعيش أو تموت! بالطبع ستصاب بصدمة كبيرة، وكأن الزمان عاد بك إلى الوراء، وكأنك في فيلم تشاهده باللونين الأبيض والأسود يعود إلى عشرينيات أو ثلاثينيات القرن الماضي.

قد يشكل هذا السيناريو الكئيب لقطة حزينة في المستقبل القريب، بعد أن رصد العلماء حديثا أول حالة إصابة بعدوى في الجهاز البولي ببكتيريا مقاومة لكل أنواع المضادات الحيوية في ولاية بنسلفانيا الأمريكية أطلق عليها الخبراء «البكتيريا القاتلة»، مؤكدين أنها قد تشكل خطرا كبيرا بالنسبة لأنواع العدوى المعتادة في حال انتشارها. وتظهر تقديرات طبية أن البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية مسؤولة عن 700 ألف وفاة في العالم سنويا، منها 23 ألفا في الولايات المتحدة و13 ألفا في فرنسا. ويتخوف الخبراء من أن تقضي هذه الظاهرة على عشرة ملايين شخص سنويا بحلول عام 2050. ومن المعروف أن اكتشاف المضادات الحيوية شكل ثورة علاجية كبيرة مهدت الطريق لعلاج الكثير من الأمراض البشرية التي طالما شكلت أوبئة أودت بحياة ملايين البشر. ومن الواضح أن عصر المضادات الحيوية أوشك على الانتهاء؛ إذ حذرت منظمة الصحة العالمية من أنه إذا استمرت مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية فإن خيارات العلاج ستكون محدودة جدا، وقد

* أستاذ التقنية الحيوية المساعد بكليتي العلوم والآداب – جامعة الباحة، (السعودية)، والعلوم، جامعة القاهرة، (مصر).

تصبح العمليات الجراحية الروتينية قاتلة، وربما تهدد الإصابات الطفيفة حياة البشر، وستكون معالجة الأمراض المعدية والالتهابية صعبة. ويرى عدد كبير من العلماء أن ظهور مثل هذه البكتيريا القاتلة قد يكتب نهاية المضادات الحيوية بشكلها المعروف، ويؤرخ لبداية عهد ما بعد المضادات الحيوية.

وقد تبدو الحياة في عصر ما بعد المضادات الحيوية مخيفة، لكن ربما توجد طرق لتفادي كارثة نهاية المضادات الحيوية؛ فقد كشفت مجموعة من البحوث الحديثة عن كمية مذهلة من التنوع الميكروبي في عينات تراوح ما بين: التربة، والأراضي دائمة التجمد، والإسفنج البحري، والفتحات المائية الحرارية، وشقوق الجسم البشري؛ ويرى العلماء أن جسم الإنسان لايزال مصدرا غير مُستغَل للعقاقير الجديدة.

البكتيريا الكابوس

استخدم العلماء المضادات الحيوية لمعالجة معظم الأمراض والأوبئة التي كانت منتشرة في القرن الماضي، لكن التقارير الطبية تنذر بأن زمن هذه المضادات ربما ولى، وأن الأمراض قد تعود أشد ضراوة مما كانت عليه، بعد أن أعلن باحثون في الولايات المتحدة، في 26 مايو 2016، عن أول حالة في البلاد لمريضة بعدوى مقاومة لكل أنواع المضادات الحيوية. وذكر باحثون من معهد والتر ريد الطبي العسكري بولاية ميريلاند، أنه تم العثور على سلالة البكتيريا في جسم امرأة بولاية بنسلفانيا تبلغ من العمر 49 عاماً، ذهبت إلى عيادة في بنسلفانيا بأعراض تدل على وجود التهاب في المسالك البولية، وقد سبق التعرف على تلك البكتيريا في بريطانيا وإيطاليا.

وذكر باحثون في دورية «أنتيميكروبيال إجنتس أند كيموثيرابي» (العناصر المضادة للبكتيريا والعلاج الكيميائي) التي تصدرها الجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الدقيقة أن اكتشاف سلالة من البكتيريا العصوية القولونية (إي كولاي) تحوي جينات مقاومة للمضاد الحيوي كوليستين ينذر بظهور البكتيريا المقاومة لعموم العقاقير. وأوضحوا أن الأطباء يعتبرون كوليستين الملاذ الأخير للأنواع الخطيرة من الجراثيم، بما فيها عائلة البكتيريا المعروفة باسم «سي آر إيه» (CRE)، التي يسميها مسؤولو الصحة «البكتيريا الكابوس»، وتقتل تلك البكتيريا في بعض الحالات 50% من المرضى المصابين بالعدوى، واعتبرت مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها أنها من بين أكبر تهديدات الصحة العامة والأكثر إلحاحا في البلاد. وتنتشر «البكتيريا الكابوس» عادة بسبب المياه والأطعمة الملوثة، ومن أهم مصادر العدوى الحليب واللحوم المفرومة. وتقتل هذه البكتيريا عشرة ملايين شخص سنويًا وستكبد العالم ما يصل إلى 100 تريليون دولار بحلول عام 2050. وحذرت منظمة الصحة العالمية من انتشار البكتيريا القاتلة بالقول: «لن يكون هنالك علاج للكثير من الإصابات المعدية الشائعة بعد الآن، ومن جديد ستكون مميتة بلا هوادة».

مقاومة المضادات الحيوية

كانت هناك مقاومة للمضادات الحيوية منذ زمن بعيد، فقد اكتُشفت الجينات التي بدأت تعتمد عليها البكتيريا الحديثة في الوقت الحالي لتحصن بها نفسها من المضادات الحيوية محفوظة في بكتيريا قديمة مجمدة منذ ما يزيد عن 30 ألف سنة، في الأرض دائمة التجمد في القطب الشمالي. غير أن هذه الجينات، التي ربما مدت هذه البكتيريا القديمة بالقدرة على مقاومة أقوى أنواع المضادات الحيوية وأكثرها فعالية، لم يكن لها أهمية تُذكر بالنسبة لتلك البكتيريا في ذلك الوقت. لكن منذ أن بدأنا بوصف المضادات الحيوية بإفراط للمرضى للقضاء على البكتيريا، أوجدنا كل الظروف المواتية تمامًا لتغدو هذه الجينات المقاومة للمضادات الوسيلة الأكثر شيوعًا التي تتحصن بها كل جرثومة

المطهرات السطحية تستخدم في منع انتشار البكتيريا لكن إذا قاومت البكتيريا تلك المطهرات فقد تسبب تهديدًا خطيرًا للمرضى في المستشفيات

السعي نحو إيجاد علاجات بديلة للمضادات الحيوية يسير بخطى بطيئة وكل مضاد حيوي يستخدم حاليا هو أحد مشتقات مضاد حيوي اكتُشف قبل سنة 1984

أكثر من ثلاثة عقود منذ طرح آخر سلسلة جديدة من المضادات الحيوية أي مجموعة عقاقير تحدث فاعلية جديدة مقارنة بعقاقير سابقة

«سي آر إيه» (CRE)، التي يسميها مسؤولو الصحة «البكتيريا الكابوس»

ضد المضادات الحيوية. وقد حذر الأب الروحي للمضادات الحيوية السير ألكسندر فلمنغ، مكتشف البنسلين، في عام 1946 من مغبة استشراء مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية، مشيرًا إلى أن زيادة الطلب على المضادات الحيوية ستفضي إلى الإفراط في استخدام العقاقير، ومن ثم ستطور البكتيريا أساليب أفضل للتصدي للمضادات الحيوية.

ومقاومة المضادات الحيوية هي نوع خاص من أنواع مقاومة الأدوية، وتعرف بأنها قدرة الكائن الحي الدقيق على تحمل مفعول المضاد الحيوي. وتنشأ مقاومة المضادات الحيوية طبيعيا بواسطة الطفرات العشوائية. وتستطيع البكتيريا نقل المعلومات الوراثية بطريقة أفقية (ما بين بعضها بعضا) بواسطة تبادل البلازميد (الحمض النووي الحلقي). وإذا كانت البكتيريا تحمل عدة جينات مقاومة، يتم تسميتها بكتيريا متعددة المقاومة أو البكتيريا المتفوقة. وتظهر مقاومة المضادات الحيوية عن طريق الاصطفاء الطبيعي؛ حيث الطفرات في بعض الخلايا البكتيرية، التي بدورها تنقل هذه المزية إلى النسل الجديد الذي يتميز بكونه جيلا ذا مقاومة كاملة للمضاد الحيوي. وتهدف المضادات الحيوية إلى قتل أو منع نمو البكتيريا، لكن لاتتأثر جميع البكتيريا بذلك، فالمقاومة البكتيرية قد تكون متجذرة في المحتوى الجيني للبكتيريا. وبعض هذه البكتيريا تتمتع بمناعة طبيعية، وتزداد مقاومتها على نحو تلقائي مع توافر فرص التحور، ومن ثم تتكاثر وتنمو سلالات أكثر مقاومة، بين عشية وضحاها. وعندما يعطى المضاد الحيوي المختار فإنه يقتل البكتيريا الحساسة، لكن تظل أي بكتيريا مقاومة على قيد الحياة. كما يمكن انتقال المقاومة من أنواع بكتيرية إلى أخرى. وكلما أفرط المريض في استخدام المضادات الحيوية، زادت فرص وجود بكتيريا تطور من طريقة مقاومتها. كذلك يمكن للبكتيريا أن تكتسب الجينات المقاومة بعد تعرضها للمضادات الحيوية.

الإفراط في المضادات الحيوية

ويخشى الخبراء من استخدام المضادات الحيوية بطريقة غير منضبطة، فثمة عدد كبير يتناولون المضادات الحيوية ويستخدمونها حال الإصابة بعدوى متوسطة

هناك نحو 200 نوع من المضادات الحيوية لكل منها أسماء متعددة تختلف باختلاف الشركة المصنعة لها وباختلاف مدى تأثيرها على البكتيريا

«النانوبيوتيك» أحدث بديل للمضاد الحيوي

توصل علماء أمريكيون إلى طريقة جديدة لمكافحة البكتيريا القاتلة التي طورت مقاومة ضد المضادات الحيوية، والبكتيريا القاتلة الفتاكة التي طورت مناعة ذاتية للمضادات الحيوية، والبكتيريا المحورة وراثيا المستخدمة عادة في الحرب البيولوجية. ويعتبر هذا النوع الجديد من الأدوية الذكية بديلا غير مسبوق للمضادات الحيوية، ويساعد على حل مشكلة مقاومة هذه الأنواع البكتيرية للأدوية.

وهذا النوع الجديد من الأدوية التي تعرف حاليا بـ«النانوبيوتيكس» Nanobiotics يعد باكورة الإنتاج الطبي لأحد أهم حقول العلم والتقنيات المستقبلية، وهو علم النانوتكنولوجي، الذي يشكل النصف الأول من المصطلح الجديد، ويأتي النصف الآخر من الكلمة الاصطلاحية الطبية «أنتي بيوتيكس» Antibiotics التي تعرف عربيا باسم «المضادات الحيوية».

يعتمد دواء «النانوبيوتيكس» الجديد علي ببتيدات حلقية ذاتية التجمع مخلقة صناعيا (Synthetic, Self-Assembling Peptide Nanotubes)، قد تتجمع على هيئة أنابيب أو «دبابيس» نانوية متناهية الصغر لتثقب جدران البكتيريا المعدية الفتاكة المقاومة للمضادات الحيوية، ومعظم الأنواع الأخرى المستخدمة عادة في الحرب البيولوجية. ومن المعروف أن الببتيدات الحلقية (Cyclic peptides) الطبيعية حققت نجاحا كبيرا في مقاومة بعض الجراثيم والميكروبات في الحيوانات والنباتات.

كما تم إنتاج مضادات حيوية طبيعية مثل عقار «باسيتراسين» (Bacitracin)، الذي يُستعمل عموما كمضاد حيوي.

لا يلزم مكافحتها بالمضادات الحيوية، كما لا يمكن للمضادات الحيوية أن تساعد على التعافي من العدوى الناجمة عن الفيروسات مثل فيروسات الإنفلونزا.

المطهرات «تعلم» البكتيريا طرق المقاومة

أثبتت أبحاث أجريت حديثا أن المطهرات يمكن أن تدرب البكتيريا على مقاومة المضادات الحيوية. ويعرف العلماء أن البكتيريا قد تصبح محصنة ضد المطهرات، لكن الأبحاث أثبتت أيضا أنه بموجب العملية نفسها قد تصبح البكتيريا مقاومة لعقاقير طبية معينة. وربما يحدث هذا حتى مع وجود مضادات حيوية لم تتعرض لها البكتيريا.

توصل العلماء في الجامعة الوطنية الأيرلندية بغالواي إلى أنه بإضافة كميات متزايدة من المادة المطهرة إلى مزارع بكتيريا الزائفة الزنجارية في المختبر، فإن البكتيريا لا تتعلم مقاومة المادة المطهرة فقط، بل ومقاومة عقار السيبروفلوكساسين، وهو نوع من المضادات الحيوية، حتى من دون أن تكون البكتيريا قد تعرضت له من قبل.

وقد تسبب بكتيريا الزائفة الزنجارية مجموعة كبيرة من الأمراض، لا سيما بين أولئك الذين يعانون ضعف جهاز المناعة كما في حالات الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية أو مرضى السرطان، وكذلك الأشخاص الذين يعانون حروقا شديدة أو أمراضا خطيرة. وربما تفرز هذه البكتيريا المتكيفة مواد لطرد مضادات الميكروبات، سواء كانت مضادات حيوية أو مطهرات. وتمتلك القدرة أيضا على التحور مما يتيح لها القدرة على مقاومة العقاقير المشتقة من المضاد الحيوي سيبروفلوكساسين على وجه التحديد. وتستخدم المطهرات السطحية في منع انتشار البكتيريا، لكن إذا كان بإمكان هذه البكتيريا مقاومة مثل هذه المطهرات فقد تسبب تهديدًا خطيرًا للمرضى في المستشفيات.

أين المضادات الحيوية الجديدة؟

تكون مدة العلاج بالمضادات الحيوية عادة قصيرة جدا، أياما أو أسابيع، ومن المستحسن أن يقتصد الأطباء في وصفها للمساعدة على تجنب حدوث مقاومة بكتيرية. فإذا

في حال نجاح التجارب البشرية سيكون التيكسوباكتن أول فصيلة جديدة من المضادات الحيوية يجري تطويرها منذ ثلاثة عقود

حدثت مقاومة كبيرة، يجب إلغاء العقار لدى الشركة التي تنتجه. وتؤكد شركات صناعة الأدوية باستمرار وجود أبحاث تهدف إلى إنتاج مضادات حيوية جديدة وتطوير أمصال جديدة للوقاية من العدوى الشائعة. لكن هذه المشروعات باهظة التمويل وما تعنيه من فعالية وتكلفة بالنسبة للشركة قد يؤدي إلى تراجع الاهتمام بها مقارنة بأعمال تجارية أخرى.

والسعي نحو إيجاد علاجات بديلة للمضادات الحيوية يسير بخطى بطيئة. وبحسب الجمعية الأمريكية للأمراض المعدية، فإن كل مضاد حيوي يستخدم حاليا هو أحد مشتقات مضاد حيوي اكتُشف قبل سنة 1984. والعالم بحاجة شديدة إلى مضادات حيوية جديدة. ويمثل اكتشاف المضادات الحيوية الجديدة تحديًا صعبًا، سواء على الصعيد العلمي أو التنظيمي أو الاقتصادي، لذا لا عجب إن كانت الشركات تسعى لتقليص إنتاج المضادات الحيوية إلى حد كبير. وعلى الرغم من هذه الحاجة الملحة، والإدراك الواسع للمشكلة، فإن هناك عددا قليلا من المضادات الحيوية الجديدة المتوقع استخدامها قريبا، وذلك بسبب غياب الأساليب المبتكرة لتحديد المركبات الرائدة، فضلا عن انخفاض مشاركة شركات الأدوية في هذا المجال لأن عملية اكتشاف المضادات الحيوية الجديدة مكلفة و لا تحقق الأرباح الكافية لشركات الصناعات الدوائية.

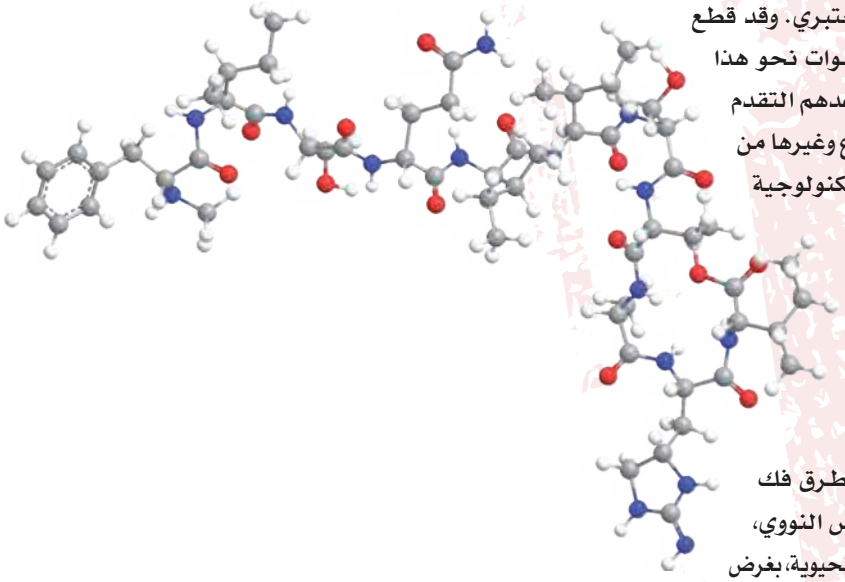
وحاليا، هناك نحو 200 نوع من المضادات الحيوية، لكل منها أسماء متعددة تختلف باختلاف الشركة المصنعة لها على شكل أقراص أو كبسولات أو حقن، وبعضها على هيئة مساحيق أو مراهم جلدية أو نقط للعين أو للأذن إلى غير ذلك من الأشكال. وتختلف أنواع المضادات الحيوية باختلاف مدى تأثيرها على البكتيريا. ومر نحو 32 عامًا منذ طرح سلسلة جديدة من المضادات الحيوية، أي مجموعة من العقاقير التي تحدث فاعلية جديدة بالفعل مقارنة بغيرها من العقاقير السابقة.

مضادات حيوية من بكتيريا التربة

منذ اكتشاف المضادات الحيوية الأولى في العصر الذهبي لها في الفترة ما بين عامي 1940 و1960، كانت بكتيريا التربة والفطريات هي مصدر المضادات الحيوية. ويعود أصل نحو نصف المضادات الحيوية إلى بكتيريا التربة، وهو ما يجعل العلماء يستمرون في دراستها.

ونظر لتنامي حجم مشكلة مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية يسعى الباحثون إلى إنشاء مكتبات جينومية كبيرة تمثل أنواعًا ميكروبية متعددة، وتطوير تقنيات لاستزراع الأصناف النادرة، ومن ضمنها النمو في الأوساط الطبيعية، كما تحسنت أساليب الكشف المختبري. وقد قطع العلماء خطوات نحو هذا الهدف، وساعدهم التقدم في طرق الزرع وغيرها من الوسائل التكنولوجية على زراعة الميكروبات التي كانت غير قابلة للزرع سابقًا، كما ساعدهم على تطوير طرق فك تَتَابُع الحمض النووي، والمعلوماتية الحيوية، بغرض دراسة بعض الميكروبات، دون الحاجة إلى زرْعها على الإطلاق.

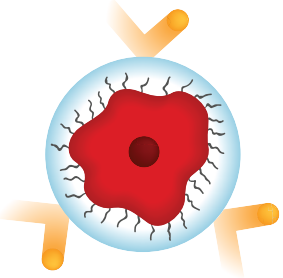
ويرى الباحثون وجود حاجة إلى طرق بديلة لاستقصاء منظومة الكائنات الحية غير المزروعة، والمادة المعتمة الغامضة في عالم الميكروبات؛ من أجل اكتشاف أدوية جديدة نظرًا لأن معظم المضادات الحيوية تستخرج من بكتيريا التربة. وفي بداية عام 2015 ابتكر فريق من جامعة نورث إيسترن في الولايات المتحدة طريقة جديدة لمكاثرة الجراثيم في التربة تحت ظروف مختبرية. وأدى استخدام هذا الأسلوب إلى اكتشاف 25 مضادًا حيويًا جديدا، ثبتت فاعلية



طور باحثون من جامعة كاليفورنيا خلايا اصطناعية لقتل البكتيريا بنيت من أجسام دهنية أو فقاعات تحمل أغشية دهنية شبه خلوية إضافة إلى مكونات خلوية أساسية كالبروتينات

توصلت باحثة بأستراليا إلى وسيلة لمحاربة الجراثيم من دون استخدام المضادات الحيوية وذلك بتصنيع بوليمرات يمكنها قتل ست سلالات بكتيريا

يعود أصل نحو نصف المضادات الحيوية إلى بكتيريا التربة وهو ما يجعل العلماء يستمرون في دراستها

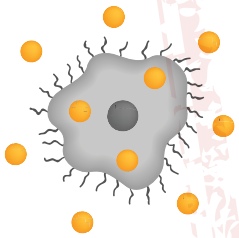


النانوبيوتيكس أحدث طرق مكافحة البكتيريا القاتلة التي طورت مقاومة ضد المضادات الحيوية

أحدها، ويدعى «تيكسوباكتين»، في علاج بكتيريا ستافيلوكوكوكاس أوريوس المقاومة للمثيسيلين في الجرذان. ويسبب هذا النوع من البكتيريا التهابا خطيرا ينتقل بين المرضى الراقدين في المستشفيات، كما أثبت فاعليته في مواجهة السل وبكتيريا المكورات العنقودية. وفي حال نجاح التجارب البشرية، سيكون التيكسوباكتن، أول فصيلة جديدة من المضادات الحيوية يجري تطويرها منذ ثلاثة عقود. ويعمل التيكسوباكتين عن طريق تدمير جدار خلية البكتيريا، ويهاجم عدة أهداف في وقت واحد مما يؤخر تطور المقاومة له، ومن المقرر أن يدخل مرحلة التجارب السريرية قريبًا.

مضادات حيوية من الحشرات

أفاد بحث علمي حديث بوجود جرثومة تعيش في أحشاء الحشرات العصوية قد تساعد العلماء على الكشف عن حل لغز مقاومة المضادات الحيوية. و أظهرت تلك الحشرة في المختبر مقاومة للسموم وإصابات العدوى التي لم يكن بالإمكان أن تتعرض لها من قبل، وهو ما يشير إلى أن هناك آلية عامة لتلك المقاومة. وبحسب العلماء، إذا كان بمقدورنا الكشف عن ذلك، فإنه سيفتح الطريق أمامنا لفهم طريقة مقاومة المضادات الحيوية، وهو ما سيمكننا من وضع استراتيجية لمجابهتها، كما سيساعدنا على وضع آلية داخل المضادات الحيوية الجديدة لمواجهة أي نوع من المقاومة.



وجاء أحد الإنجازات التي ظهرت في البداية أثناء البحث عن سلاسل جديدة للمضادات الحيوية نتيجة لاكتشاف أن النمل القاطع للأوراق، الذي يعيش في الغابات الاستوائية، يحمل مادة على جسمه تؤمن له سلامة مصدر غذائه الفطري؛ إذ يقوم النمل بتغطية الأوراق بهذه المادة ليسمح للفطريات بالنمو. ولحماية ذلك المصدر الغذائي من الميكروبات الضارة والطفيليات إلى جانب تنظيم نمو الفطريات، يحمل ذلك النوع من النمل في جسمه مضادًا حيويًا شديد المفعول تتشابه خصائصه مع خصائص المواد المضادة للفطريات التي تستخدم في الطب الحديث. ويأمل العلماء أن تؤدي الدراسة التي تجرى على ذلك النوع من النمل إلى الكشف عن أنواع مضادات حيوية جديدة تماما.

مضادات حيوية من حليب «شيطان تسمانيا»

أظهرت دراسات أعدها علماء أستراليون أن حليب «شيطان تسمانيا»، وهو اسم يطلق على حيوان من فئة الشقبانيات، يحتوي على بروتينات قد تكون فعالة في القضاء على البكتيريات الخارقة التي لا تتأثر بالمضادات الحيوية. واكتشف الباحثون في جامعة سيدني ببتيدات (أحد العناصر الأساسية للبروتين) في حليب أنثى شيطان تسمانيا، يمكنها أن تقضي على البكتيريات الخارقة المقاومة للمضادات الحيوية. وقد التفت العلماء إلى هذا الاحتمال لأن صغار هذه الحيوانات تعيش في جرابات أمهاتها التي تحتوي على الكثير من البكتيريا، وهي ذات مناعة قوية، وتساءل العلماء عن السبب الذي يجعل هذه الصغار قادرة على مقاومة هذه البكتيريات. وتبين أن أجسام هذه الحيوانات تحوي كميات كبيرة من الببتيدات أكثر من غيرها من الحيوانات الثديية. ويأمل العلماء الاستفادة من حليب هذه الحيوانات للتوصل الى تركيب علاج يقضي على البكتيريا الخارقة.

العاثيات بديل للمضادات الحيوية

العاثيات البكتيرية هي فيروسات تقتل البكتيريا، ويعني اسمها حرفيًا «آكلات البكتيريا»؛ حيث يمكنها «التهام» البكتيريا من الداخل، لتوفر طريقة جديدة ناجعة لمحاربة الالتهاب. وفي الحقيقة فهذا

فتح جديد

توصلت باحثة في جامعة ملبورن بأستراليا إلى وسيلة لمحاربة الجراثيم المقاومة للمضادات الحيوية من دون استخدام هذه المضادات، وذلك بتصنيع بوليمرات على شكل نجمة يمكنها قتل ست سلالات بكتيريا. وتعمل البوليمرات على تمزيق الجدران الخلوية للبكتيريا. واُختبر هذا النهج الجديد في المختبر وعلى الفئران فقط، لكن قد يقدم حلا ممكنا لمقاومة المضادات الحيوية. ولا يزال الوقت مبكرا للحكم على هذا النهج، إذ جرى اختبار البوليمرات على ست سلالات فقط من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية في المختبر، وعلى بكتيريا واحدة فقط في الفئران الحية. و في كل التجارب، كانت البوليمرات قادرة على قتل البكتيريا المستهدفة.

يطلق على تلك البوليمرات (SNAPPs)، (البوليمرات الببتيدية المضادات للميكروبات المصممة بتقنية النانو البنيوية)، وهي تعمل من خلال مهاجمة مباشرة ومن ثم اختراق وزعزعة الاستقرار على مستوى غشاء الخلية البكتيرية. وعلى عكس المضادات الحيوية، التي تسمم البكتيريا وقد تؤثر أيضا في الخلايا السليمة في المنطقة، فإن بوليمرات (SNAPPs)، كبيرة لدرجة لا يمكنها أن تدخل للخلايا السليمة. ويرى العلماء أن النتائج إيجابية حتى الآن لكن يجب ألا نتحمس كثيرا قبل معرفة ما قد يعني هذا بالنسبة للبشر. والمزية الرئيسية لهذا الإنجاز هي القدرة على قتل البكتيريا بشكل أكثر فعالية وانتقائية من ببتيدات أخرى، ومازال أمام الفريق طريق طويل حتى يصل إلى التطبيقات السريرية. لكن ما يميز هذا المشروع الجديد هو أنه بينما تبحث الفرق الأخرى عن مضادات حيوية جديدة، وجدت تلك الباحثة نهجا مختلفًا تمامًا، قد يجعل كل شيء مختلفا في «عالم ما بعد المضادات الحيوية».

الاسم مضلل إلى حد ما، فهي لا تأكلها بالفعل، بل تستخدمها كمضيف تتكاثر فيه هذه الفيروسات وتنتشر إلى غيرها من البكتيريا. اكتشفت تلك العاثيات سنة 1915، واستخدمت أثناء الحرب العالمية الثانية لعلاج الالتهابات. ووصفت الفيروسات القادرة على إصابة البكتيريا للمرة الأولى عام 1917، حينما صاغ فيليكس ديريل -عالم الأحياء الدقيقة من معهد باستور في باريس- مصطلح العاثيات (الفيروسات الحالة للبكتيريا). والعاثيات هي فيروسات تربط نفسها بمستقبِلات معينة على سطح البكتيريا، سامحة لهم بالدخول إلى مضيفها، والتكاثر داخله، وكثيرًا ما تقتله. يمكن لكل نوع من أنواع العاثيات أن يصيب فقط البكتيريا التي لديها مستقبِلات يمكنها الارتباط بها، مما يجعلها نوعية جدا لأنواع محددة.

جسم الإنسان منجم لمضادات حيوية جديدة

بدأ بعض الباحثين بتطبيق استراتيجية بحثية جديدة على جسم الإنسان أسفرَت عن آلاف من الجينات التي تنتِج فئة من المضادات الحيوية تُسمى ثيوببتيدات. وقد عزلوا مركبا جديدا من ميكروب مهبلي نما في المختبر، ووجدوا أن المركب قد يقتل

النانوبيوتيكس أحدث طرق مكافحة البكتيريا القاتلة التي طورت مقاومة ضد المضادات الحيوية

هناك كائنات حية توصف بأنها تشكل صيدلية تحت المياه، منها سرطان حدوة الحصان، وهو من المفصليات التي استخدم دمها خلال السنوات الخمسين الماضية لاختبار مختلف اللقاحات

أنواع البكتيريا التي تقتلها الثيوبتيدات الأخرى. وربما يكون هذا أول عقار يُكتشَف في كائن حي يعيش في البشر ويُعزَل منهم.

وكشف باحثون آخرون عن مجموعة جديدة من المضادات الحيوية عن طريق تحليل تفاعلات الإصابة البكتيرية التي تحدث في أنوف المرضى. وأظهرت نتائج الاختبارات أن بإمكان العقار المكتشف، الذي يحمل اسم «لوغدونين»، علاج إصابات البكتيريا المقاومة لمعظم المضادات الحيوية.

إنزيماتٌ اصطناعيةٌ لقتل البكتيريا

طور باحثون إنزيماً اصطناعياً للقضاء على البكتيريا باستخدام الضوء، وقد تُستخدم هذه الإنزيمات الاصطناعية كوسيلة لكبح انتشار العدوى، وحماية الأماكن المحفوفة بالخطر من انتشار البكتيريا. صُنعت هذه الإنزيمات من أنابيب نانوية صغيرة جداً وهي أقل سماكةً من خصلة الشعر بألف مرة، وتستخدم هذه الإنزيمات الضوء المرئي لإنتاج أنواع الأكسجين العالي النشاط، التي تتكسر سريعاً لتقضي على البكتيريا.

وتقدم هذه الإنزيمات وسيلةً متطورةً لمحاربة البكتيريا، وتدمج الضوء مع الرطوبة لتنتج تفاعلاً كيميائياً حيوياً، مما ينتج عنه تكون جذر الهيدروكسيد الذي يُساهم في تكسير البكتيريا. ومن المعلوم أن النشاط المقاوم للبكتيريا الموجود في الطبيعة لا يستجيب لأي حافز خارجي كالضوء. وتبين أن نشاط الإنزيمات النانوية ازداد بمقدار 20 مرة عندما تعرضت البكتيريا لوميض من الضوء الأبيض، وهو ما سبّب تكون ثقوب في خلايا البكتيريا وقتلها بشكلٍ فعالٍ.

ويقدم الجيل الواعد من المواد النانوية فرصاً جديدةً للسطوح الخالية من البكتيريا، ويساهم في مكافحة انتشار حالات العدوى في المستشفيات. وتعمل هذه الإنزيمات في محلول مشابه للسائل في الجروح، حيث يمكن رش هذا المحلول على السطوح، كما يمكن إنتاجها على شكل مسحوق ثم خلطه مع الأصباغ، والسيراميك، والمنتجات الاستهلاكية الأخرى. وهذا من شأنه أن يساهم في إخلاء جدران وأراضي المستشفيات من البكتيريا. ووجود هذه الإنزيمات في دورات المياه العامة المكتظة بشتى أنواع البكتيريا يُعد فكرةً جيدةً، ويعتقد الباحثون أن لدى هذه التقنية قدرة كبيرة على توفير مراحيض ذاتية التنظيف.

خلايا اصطناعية صغيرة تقاتل البكتيريا

طور باحثون من جامعة كاليفورنيا خلايا اصطناعية لقتل البكتيريا بنيت من أجسام دهنية أو فقاعات تحمل أغشية دهنية شبه خلوية، إضافة إلى مكونات خلوية أساسية، منها البروتينات والحمض النووي والمستقبلات.

تحاكي هذه الخلايا الاصطناعية الخصائص الأساسية الموجودة في الخلايا الحية، لكن عمرها قصير نسبيًا، ولا تستطيع أن تنقسم أوتتكاثر. وهي مصممة للاستجابة لإشارات كيميائية فريدة في البكتيريا الإشريكية القولونية، ونجحت خلال التجارب المختبرية في رصد هذه الخلايا ومهاجمتها وقتلها.

لم تثبت الخلايا الاصطناعية نجاحها إلا في البيئات الغنية بالمغذيات، لذلك أدخل الباحثون تعديلات على أغشية الخلايا والعصارة الخلوية والدوائر الوراثية، ما أكسبها القدرة على العمل في بيئات مختلفة وبقدر محدود من الموارد مثل الماء، وعزز مقاومتها في الظروف المتغيرة وغير المثالية. وبفضل هذه التحسينات، أصبح لهذه الخلايا تطبيقات واسعة. وقد تستخدم في علاج العدوى المقاومة للعلاجات الأخرى، أو لإرسال العقاقير إلى مواقع معينة في الجسم، أوكمحسات حيوية. ■

تحسين الخصائص الوراثية
في تربية الأحياء المائية

م. محمد القطان *

في موازاة النمو السريع لعدد سكان العالم المتوقع بلوغهم نحو عشرة بلايين شخص في عام 2050، والحاجة الماسة إلى توفير الغذاء المناسب لهم، تغدو الأحياء المائية الملاذ الملائم لإطعام بني البشر، وتوفير الأمن الغذائي لهم، مع عدم إغفال دور الزراعة في ذلك.

ويبدو الاعتماد على الأحياء المائية لتوفير الأمن الغذائي لكل هذه الأعداد المتزايدة أمرا طبيعيا في ضوء وجود وفرة كبيرة من تلك الأحياء، وازدياد التكنولوجيات المساعدة على اصطيادها والحصول عليها، ورخص التكلفة المستخدمة في ذلك، فضلا عن الإشكاليات التي صاحبت التغير المناخي وأثرت في عدد كبير من المحاصيل الزراعية، في أنحاء شتى من العالم.

* كاتب علمي، متخصص في قضايا الطاقة والبيئة والبتروكيماويات، (الكويت).

البشرية ما تزال تستزرع الأسماك البرية بشكل كبير، مع وجود اختلاف بنسبة 45% بين الأنواع المستزرعة ونظرائها البرية

وبلغ النمو العالمي السنوي لاستهلاك الأسماك منذ سنة 1961 ضعف النمو السكاني، في دلالة على أهمية قطاع الأسماك لتحقيق هدف الأمم المتحدة المتمثل في بناء عالم خال من الجوع وسوء التغذية. وفي مقابل تراجع النمو السنوي لتربية الأحياء المائية خلال السنوات الماضية، لا يزال يُسجَّل نمو ملحوظ في بعض البلدان، لاسيما في أفريقيا وآسيا. ومساهمة هذا القطاع في النمو الاقتصادي في ازدياد، فقد زاد الطلب القوي والأسعار المرتفعة من قيمة صادرات الأسماك في عام 2017 لتبلغ 152 مليون دولار وكانت نسبة 54% منها من البلدان النامية.

دور الخصائص الوراثية

يستفيد العالم أجمع من التطورات الهائلة التي يشهدها علم الوراثة، ومن تآزر عدد من العلوم الأخرى معه- لاسيما علم الحاسوب وتفرعاته كالذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة والبرمجة وهندسة النظم، فضلا عن الرياضيات كالإحصاء والاحتمالات - في تحسين الخصائص الوراثية لتربية الأحياء المائية، ومن ثم تعزيز الأمن الغذائي للعالم.

ويسلط تقرير حديث أصدرته منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) على الدور الذي يؤديه توسيع نطاق تحسين الخصائص الوراثية في تربية الأحياء المائية في تعزيز إمدادات الغذاء

المستدامة للأجيال القادمة، ويرى أن التطبيق الواسع والأمثل والطويل الأمد لذلك التحسين، مع التركيز على الاستيلاد الانتقائي، سيساعد على زيادة إنتاج الغذاء بما يلبي الزيادة المتوقعة في الطلب على الأسماك والمنتجات السمكية، مع استخدام كميات إضافية قليلة نسبياً من الأعلاف والأراضي والمياه وغيرها من المدخلات.

ويستعرض تقرير حالة الموارد الوراثية المائية للأغذية والزراعة في العالم، الذي صدر في أغسطس الماضي، استخدام البشرية للموارد الوراثية المائية في مصائد الأسماك وتربية الأحياء المائية داخل المناطق الخاضعة للولاية الوطنية.

ويعتمد ذلك التقرير العالمي الذي يعد الأول من نوعه على معلومات مقدمة من 92 دولة، تمثل معاً 96% من الإنتاج العالمي لتربية الأحياء المائية وأكثر من 80% من إنتاج المصايد الطبيعية.

ووفقا للتقرير المكون من عشرة فصول فإن تربية الأحياء المائية لاتزال متخلفة كثيراً عن الزراعة الأرضية- المحاصيل والماشية - من حيث التوصيف وتوطين وتحسين الموارد الوراثية لإنتاج الغذاء.

ويرى أن البشرية تمتلك الفرصة لتحسين الإنتاج المستدام لتربية الأحياء المائية بشكل كبير من خلال الإدارة والتطوير الاستراتيجيين لبعض الأنواع التي تستخدم حالياً في تربية الأحياء المائية والتي يزيد عددها عن 550 نوعاً.

تحديات تواجه الأسماك البرية

يبدو أن جميع الأنواع المستزرعة من الأحياء المائية لا تزال تمتلك أقارب برية في الطبيعة، غير أن العديد من هذه الأنواع البرية معرضة للخطر وتحتاج إلى طرق حفظ محددة الأهداف والأولويات، لذا يدعو التقرير البلدان إلى وضع سياسات وإجراءات لتلبية هذه الحاجة. وأكثر الأقارب البرية للأنواع المائية المستزرعة التي يتم استنفادها هي سمك الحفش الروسي، وسمك السلمون، وسمك الحفش الأوروبي، والسلمون الأطلسي، والسلمون المرقط البني.

وهنالك آثار محتملة لحالات الهروب، بما في ذلك الأنواع غير الأصلية، من مزارع تربية الأحياء المائية، في التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية، وهو ما يستدعي التبادل المسؤول بين الدول واستخدام الموارد الوراثية المائية المحلية وغير المحلية.

ويسلط التقرير الضوء على الضغوط التي يفرضها الطلب المتزايد على الأسماك والمنتجات السمكية على الأنواع المائية

توسيع نطاق تحسين الخصائص الوراثية في تربية الأحياء المائية سيعزز بشكل كبير إمدادات الغذاء المستدامة للأجيال القادمة

لدى البشرية فرصة لتحسين الإنتاج المستدام لتربية الأحياء المائية عبر الإدارة والتطوير الاستراتيجيين لأنواع تستخدم في تلك التربية يزيد عددها عن 550 نوعاً

10 فصول

يتكون التقرير من عشرة فصول، وعدد من الملاحق والجداول والأشكال. يتطرق الفصل الأول إلى حالة تربية الأحياء المائية ومصايد الأسماك في العالم، في حين يسلط الفصل الثاني الضوء على استخدام وتبادل الموارد الوراثية المائية المستزرعة للأنواع المائية وتلك البرية داخل الولاية الوطنية، فيما يبحث الفصل الثالث في الدوافع والاتجاهات الحالية في تربية الأحياء المائية والعواقب المترتبة على الموارد الوراثية.

ويناقش الفصل الرابع كيفية الحفظ في الموائل للأنواع المائية المستزرعة داخل الولاية الوطنية، أما الفصل الخامس فيتناول كيفية الحفظ خارج الموائل الطبيعية، ويركز الفصل السادس على الجهات المستفيدة المعنية بالموارد الوراثية المائية.

وخصص الفصل السابع للحديث عن السياسات والتشريعات الوطنية للموارد الوراثية المائية فيما يتعلق بالأنواع المائية المستزرعة ونظرائها البرية. أما الفصل الثامن فتناول البحوث العلمية والتعليم والتدريب والإرشاد المطبقة على تربية الأحياء المائية، لاسيما التنسيق والشبكات والمعلومات.

وبحث الفصل التاسع في موضوع التعاون الدولي في مجال الموارد الوراثية المائية، وتطرق الفصل العاشر إلى النتائج الرئيسية للتقرير والاحتياجات والتحديات التي يواجهها مجال تحسين الخصائص الوراثية في تربية الأحياء المائية.

المستزرعة وأقاربها البرية والموائل التي تعتمد عليها، كما يركز على فرص تحقيق النمو المستدام.

وفيما يخص استزراع الأسماك يرى التقرير أن البشرية ما تزال تستزرع الأسماك البرية بشكل كبير، مع وجود اختلاف بنسبة 45% بين الأنواع المستزرعة ونظرائها البرية. ويقول إن ما يزيد قليلاً عن نصف البلدان التي أرسلت تقارير إلى (الفاو) ترى أن لتحسين الخصائص الوراثية تأثيرا كبيرا في إنتاجها في تربية الأحياء المائية، على عكس الاستخدام المكثف للسلالات والأصناف المحسنة في إنتاج الماشية والمحاصيل. لذا من الضروري التشديد على إمكانية تحقيق مكاسب إنتاج مستدامة من خلال تحسين المواد الوراثية للموارد المائية المستزرعة.

إمكانات تربية الأحياء المائية

تتوقع المنظمات الأممية أن يؤدي تزايد عدد السكان إلى زيادة استهلاك الأسماك بنحو 1.2% سنوياً خلال العقد المقبل. ويقدر أن يصل إنتاج الأسماك والمنتجات السمكية إلى أكثر من 200 مليون طن بحلول عام 2030. ونظراً إلى استقرار إنتاج مصايد الأسماك العالمية عند نحو 90-95 مليون طن سنوياً، مع وجود كميات صيد جائر تشكل نحو ثلث كميات الأسماك البحرية التي يتم اصطيادها، فلا يوجد مجال كبير لإنتاج إضافي في المستقبل المنظور إلا من خلال إدارة الفاقد والهدر والكفاءة. ومن ثم يشدد التقرير على ضرورة أن تلبي تربية الأحياء المائية النمو المتوقع في الطلب على الأسماك والمنتجات السمكية. وفي هذا السياق، سيكون الاستخدام المسؤول والمستدام للموارد الوراثية المائية ضرورياً لتحقيق هذا الطلب.

وهناك عدد كبير من التقنيات المتاحة

تزايد عدد السكان سيزيد استهلاك الأسماك بنحو 1.2 % سنوياً خلال العقد المقبل، وسيصل إنتاج الأسماك والمنتجات السمكية لأكثر من 200 مليون طن بحلول عام 2030

لتحسين الموارد الوراثية المائية، وتوصي منظمة (الفاو) بالتركيز على برامج الاستيلاد الانتقائي الجيدة التصميم والطويلة الأجل التي يمكنها أن تزيد من إنتاجية الأنواع المائية بنسبة 10% لكل جيل. وتدعو إلى حماية الموارد الوراثية المائية الموجودة على الكوكب وإدارتها ومواصلة تطويرها، مما يسمح للكائنات الحية بالنمو والتكيف مع التأثيرات الطبيعية وتلك الناجمة عن الإنسان مثل تغير المناخ، ومقاومة الأمراض والطفيليات، ومواصلة التطور للمساعدة على تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

تعزيز السياسات

يسلط التقرير الضوء في الفصل السابع على السياسات والتشريعات الوطنية للموارد الوراثية المائية، ويرى أنه لما كان الأمن الغذائي والتغذية يعتمدان على توفير سلة طعام متنوعة وصحية - والأغذية المائية عنصر مهم فيها- لذا ينبغي إدراج الموارد الوراثية المائية في سياسات الأمن الغذائي والتغذية الأوسع نطاقا.

ويجب على هذه السياسات أن تأخذ في الحسبان استراتيجيات التنمية الطويلة الأجل لتربية الأحياء المائية، وذلك يشمل الإدارة العابرة للحدود للموارد الوراثية المائية، والحصول على الموارد وتقاسم المنافع، وتحسينها وصيانتها، ويجب أن تشمل العديد من القطاعات والتخصصات لتكون فعالة.

ويسلط التقرير الضوء في الفصول التالية على ضرورة زيادة التوعية وبناء القدرات من أجل تطوير وتحسين الخصائص الوراثية ومواصلة ذلك، لا سيما في البلدان النامية، بما في ذلك تدريب علماء الوراثة لدعم برامج الاستيلاد الانتقائي. ■

نظراً إلى استقرار إنتاج مصايد الأسماك عند نحو 90-95 مليون طن سنوياً فلا يوجد مجال كبير لإنتاج إضافي في المستقبل المنظور إلا من خلال إدارة الفاقد والهدر والكفاءة

ابنُ النفيس.. كحَّالاً

د. محمد ظافر الوفائي *
د. محمد حسان الطيان **

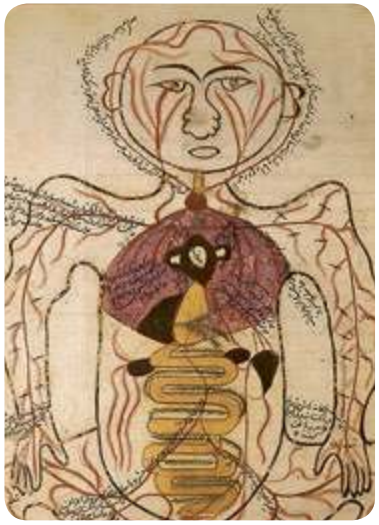
يشكل الطبيب العربي ابن النفيس الدمشقي حلقة مهمة في سلسلة ذهبية كانت لها إسهامات جليلة في علم الطب على مدار القرون الماضية، واكتشافات مهمة غيرت مجرى المفاهيم السائدة عن عدد من المسلمات، وإبداعات في أدوات الجراحة وأساليبها، وطرق الوصف والتشخيص، واستعمال الأدوية.

وإذا كان علم الطب هو الميدان الذي برع فيه ابن النفيس واشتهر، فإنه كان عالما موسوعيا في الوقت نفسه، فقد درس في صباه العلوم السائدة في عصره من تفسير ولغو، وفقه، وسيرة.. وغيرها، وبرع فيها. وله في بعضها

* طبيب عيون مختص بجراحة الشبكية من جامعة هارفرد الأمريكية.
** أستاذ في الجامعة العربية المفتوحة بالكويت، وعضو مراسل بمجمع اللغة العربية بدمشق.

مكتشف الدورة الدموية

لم يعرف عن ابن النفيس أنه كان كحَّالاً، ولم يدَّع هو ذلك قطُّ، ولم يُذكر أنه مارس طب العيون أو جراحتها، بل اقتصرت شهرته على أنه كان طبيبا مولعاً بالتشريح والتشريح المقارن. وقد ذاع صيته كثيرا عندما عُرِفَ أنه سبق الإنكليزي وليام هارفي إلى اكتشاف الدورة الدموية الصغرى (دوران الدم من البطين الأيمن إلى الرئتين ثم إلى البطين الأيسر)، وذلك بعد أن قدم الدكتور المصري محي الدين التطاوي (1896-1947) أطروحته لنيل الدكتوراه في الطب في جامعة برلين بعنوان (الدورة الدموية تبعاً للقَرَشي) التي اعتمد فيها على مخطوطة عثر عليها في مكتبة الجامعة بعنوان: (شرح تشريح القانون) لعلاء الدين علي بن أبي الحزم القَرَشي (المعروف بان النفيس). وكان أبرز ما فيها رفض النظرية التي كانت سائدة منذ أبقراط وجالينوس وابن سينا والرازي، وهي التي تقول «بوجود فتحات غير مرئية بين البطينين يمر عبرها الدم الفاسد إلى البطين الأيسر حيث تتم تصفيته ثم يتفرع في كافة أنحاء الجسم عبر العروق الضوارب، أي الشرايين». إذ إنه أنكر هذا الكلام وردَّ تلك النظرية ردًا قاطعا بقوله: «وهذا كلام لا يصحُّ، فإن القلب له بطينان فقط، أحدهما مملوء من الروح وهو الأيسر، ولا منفذ بين البطينين البتة، وإلا كان الدم ينفذ إلى موضع الروح فيفسد جوهرها، والتشريح يكذب ما قالوه».



وللتأكد من صحة نسبة هذا القول لابن النفيس، فقد راجع المخطوطة المستشرق والطبيب الكحال المقيم في القاهرة الدكتور ماكس مايرهوف الذي أثبت بدوره وبخبرته صحة ما قاله ابن النفيس، ثم قام بدوره بإبلاغ الدكتور جورج سارتون رئيس قسم تاريخ العلوم في جامعة هارفارد بهذا الاكتشاف العظيم، فأثبته في موسوعته الشهيرة (المدخل إلى تاريخ العلوم).

ولم يكن هذا هو الاكتشاف الوحيد لابن النفيس، بل إنه نقض في الكتاب ذاته ما كان سائدا قبله من أن (عضلة القلب تتغذى من الدم الموجود في البطين الأيمن) فقال: «ولا يصح البتة، فإن غذاء القلب إنما هو من الدم المار في العروق المارة في جرمه». والحق أن هذا الاكتشاف لا يقل أهميةً عن اكتشاف الدورة الدموية الرئوية.

نبوغ في طب العيون

يظهر نبوغ ابن النفيس في طب العيون وجراحتها في كتابه (المهذب في الكحل المجرب) الذي جمع فيه معظم آراء سابقيه في مجال (الكحالة)، أي طب العيون وجراحتها، وصنفها، وبوَّبها على نحو علمي يفوق ما وجد في مؤلفاتهم، على الرغم عدد من المصنفات. لكنه تفرغ بعد ذلك لدراسة الطب في البيمارستان النوري بدمشق - وهو واحد من كبار المعاهد الطبية في الحضارة العربية الإسلامية - وبلغ شغفه بالتعلم والتعليم درجة جعلته يعزف عن الزواج ليتفرغ للتأليف والتدريس.

ذاعت شهرة ابن النفيس عندما عُـرِفَ أنه سبق الإنكليزي وليام هارفي إلى اكتشاف الدورة الدموية الصغرى (دوران الدم من البطين الأيمن إلى الرئتين ثم إلى البطين الأيسر)

يظهر نبوغ ابن النفيس في طب العيون وجراحتها في كتابه (المهذب في الكحل المجرب) الذي جمع فيه معظم آراء سابقيه وصنفها وبوَّبها على نحو علمي يـفـوق ما وجـد فـي مؤلفاتهم

من أنه
لم يذكر أياً منهم ولم يُحل إليه، ولم يذكر أي مرجع اقتبس منه أيَّ معلومة!.

ويتضمن هذا الكتاب الموسوعي إضافاتٍ رائدةً أصيلةً لم يُسبَق إليها ابنُ النفيس - سواء كانت في التشخيص أو المعالجة- نسوق فيما يأتي أمثلة منها على سبيل الذكر لا الحصر.

فقد حذر من تخريش الأنسجة السرطانية خشية تهييجها وحدوث انتقالات موضعية أو بعيدة، وأشار إلى تعثر المريض في مشيته إذا كان مصابا بارتفاع إحدى العينين، وذكر أن الحول الخلقي لا شفاء له إلا إذا عولج في فترة الطفولة المبكرة، وقال إنه إذا أصاب الرأسَ ضربةٌ شديدة فجحظت العين على أثرها ثم غارت (كأنه يصف ما يحدث في حالة انقطاع العصب البصري الرضِّيِّ المنشأ Retro Bulbar Hematoma) خلف المقلة ينجم عنه من ورم دموي، وبعد أن يُرتَشَف الدمُ تغور المقلة لفقدان التروية الدموية.

وفي ذلك الكتاب يصف ابن النفيس لأول مرة حادثة انطباع الصورة في مخيلة الناظر إليها إثر تحديق فيها، ويذكر نصائح لمعالجة الغطش (كسل العين) بتغطية العين السليمة، ويؤكد فيه أن: "العين آلةٌ للإبصار وليست مبصرةً بذاتها، وإنما تتم منفعة هذه الآلة بروح مُدرِك يأتي من الدماغ".

وصف ابن النفيس لأول مرة حادثة انطباع الصورة في مخيلة الناظر إليها إثر تحديق فيها وذكر نصائح لمعالجة الغطش (كسل العين) بتغطية العين السليمة

علاج الساد

أسهم ابن النفيس إسهامات رائدة في وصف وعلاج الساد، أي الماء النازل في العين (وهو المعروف عند العامة بالماء الأبيض أوالأزرق)، فقد أشار في كتابه إلى تبديل شكل المِقْدَح المجوَّف Hollow couching needle، إذ جعله رقيقاً كالسيف بدلا من المثلث، وذلك ليسهل دخوله في المقلة أثناء القدح. وكان أول من شرح فكرة البعد الثالث أي عمق الأجسام المرئية أمام الناظر، ووصف بدقة متناهية التشخيص التفريقي بين تمزُّق القَرْنيَّة والسَّحْجَة القَرْنيَّة، وكان أول من عزا الكَمْنَة Hypopion (وهي القيح في البيت الأمامي) إلى التهاب القُزَحية والجسم الهدبي، ونصح بمصِّها من البيت الأمامي باستعمال المقدح المجوَّف.

ولعله أول من ذكر أن الساد يقع خلف القزحية وليس أمامها، وهو أمر تأخر اكتشافه إلى القرن الثامن عشر. وكان أول من ذكر ونصح بمصِّ الرطوبة البيضيَّة (الخلط المائي) بواسطة المِهَتِّ المجوَّف لردِّ تفتُّق القزحية، وأول من وصف تفاوت التشبُّح.... Anisokonia (وهو رؤية الأشياء أصغر مما هي عليه في المرضى المتسعة حدقاتهم)، ووصف توسع الحدقة وعدم تفاعلها للنور في حالات هجمة الزَّرَق الحادة، ووصف تسطح القرنية الناجم عن نقص الضغط داخل العين الذي قد يشاهد في حالات التجفف الشديد (الحاد أو المزمن) كما في حالات الإسهالات المديدة أو الإقياء المزمنة أو السبات السكري.

ونصح ابن النفيس بمعالجة هجمة الزرق الحادة بالاستفراغ، ويعدُّ بذلك

حياته ومؤلفاته

ولد ابن النفيس عام 608 هـ = 1208 م في (قَرَش) من أعمال الشام، ولعلها هي مدينة (جَرَش) الأردنية. وبعد أن نشأ في دمشق وتعلم فيها رحل إلى القاهرة فالتحق بالبيمارستان الصلاحي الذي أسسه صلاح الدين الأيوبي، ثم صار رئيسا للأطباء فيه، ثم انتقل إلى البيمارستان القلاووني (المنصوري) بعد أن اكتملت عمارته سنة 680 هـ = 1281م وقضى فيه ما تبقى له من سنوات عمره. وتتلمذ عليه عدد كبير من أئمة الطب في ذلك الزمان. وتوفي في القاهرة سنة 687 هـ = 1288م.

ومن أهم مؤلفاته في الطب:

1 - الشامل في الطب: كتب منه 80 مجلدا.
2 - شرح فصول أبقراط: يحتوي على جملة ما أودعه أبقراط في سائر كتبه.
3 - شرح كليات القانون لابن سينا.
4 - تفسير العلل وأسباب الأمراض.
5 - شرح مسائل حنين بن إسحق العبادي.
6 - المختار في الأغذية.
7 - شرح تشريح جالينوس.

أسهم ابن النفيس إسهامات رائدة في وصف وعلاج الساد، أي الماء النازل في العين (وهو المعروف عند العامة بالماء الأبيض أوالأزرق)

رائداً في هذا الأسلوب بالمعالجة قبل استعمال الأدوية الحديثة لطرح كمية كبيرة من السوائل لتخفيض ضغط العين. وكان أول من وصف الساد الجزئي (أي تكثف جزء من العدسة) كما في حالة الساد الرضي البسيط، كما وصف انخلاع العدسة الجزئي وما ينجم عنه من ازدواج الرؤية في عين واحدة. كما كان أول من وصف حسر البصر الناجم عن الساد غير الناضج. وأصر على ضرورة رؤية العين - المُقرر إجراء عملية القدح فيها - للشمس أو السراج قبل القدح. وأكد ضرورة ارتكاس حدقة العين الثانية للمريض للتفريق بين فقد البصر عن آفة في العصب البصري قبل التقاطع الصليبي أو بعده.

وكان ابن النفيس أول من نصح باستعمال الريشة كدليل قبل إدخال المقدح إلى العين وذلك تحاشيا لإدخال الأدوات الجراحية مراراً إلى العين واحتمال حدوث تلوث جرثومي. ووصف لأول مرة طريقة استخراج الساد بالضغط والشطف، وحذر من ضياع السائل المائي كاملا مما قد يؤدي إلى انخساف العين ومن ثم ضمورها، وكان أول من وصف وذمة القرنية وكثافتها الناجمة عن رضٍ الطبقة البطانية للقرنية أثناء عملية القدح. وحذر من انخفاض ضغط العين المزمن الناجم عن عدم التئام الجرح مما قد يؤدي إلى ضمور العين، كما حذر من إجراء عملية الساد في العينين بآنٍ واحد خشية التلوث الجرثومي.

وعلى الرغم من أهمية الكتاب، لكننا لمسنا بعض المآخذ عليه. ولعل أهمها خلوّه من أي رسوم توضيحية تشريحية كانت أو أدوات جراحية أو هندسية لشرح آلية الإبصار، اللهم إلا من رسم هندسي صغير واحد حاول فيه شرح تأثير بعد الجسم المرئي على حجم الشبح الذي يقع على العين.

لعل أهم ما يميز أسلوب ابن النفيس في المعالجة عمومًا وفي الكحالة خصوصًا أنه لا يصف دواءً ما أمكنه وصف غذاء، ولا يصف دواءً مركباً ما أمكنه الاستغناء عنه بدواء مفرد. وهي قضية ذات أهمية ولها صداها في عالم الطب حاليا. ■

لعل أهم ما يميز أسلوب ابن النفيس أنه لا يصف دواءً ما أمكنه وصف غذاء ولا يصف دواءً مركباً ما أمكنه الاستغناء عنه بدواء مفرد

الهشاشة في مجال الطاقة في المنطقة العربية

د. عبدالله بدران *

لم تعد الدراسات المعنية في مجال الطاقة تقتصر على معالجة الموضوعات المرتبطة بالطاقة وأمورها الفنية فحسب، أو تركز على التطورات التقنية الحاصلة في هذا الميدان، بل أخذت تربط ذلك بمجالات أخرى لاسيما المجالات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والسياسية؛ نظرا للعلاقة الوثيقة القائمة بين هذه المجالات وتأثر كل منها بالآخر.

ولعل من أهم الدلائل على ذلك ما ذكرته الأمم المتحدة في تقاريرها المتخصصة عندما سلمت بهذا الدور، مؤكدة أهمية الطاقة بالنسبة إلى كل تحد رئيسي يواجهه العالم أو فرصة متاحة أمامه حاليا، سواء من أجل فرص العمل أم الأمن أم تغير المناخ أم إنتاج الأغذية أم زيادة الدخل.

ومن المعروف أن الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة في خطة التنمية المستدامة لعام 2030 التي أطلقتها الأمم المتحدة يرمي إلى ضمان حصول الجميع على خدمات

* المحرر العلمي للمجلة.

الطاقة في المنطقة العربية

لم يعد التطرق إلى التقدم الذي تحرزه المنطقة العربية في قضايا الطاقة ممكنا بمعزل عن سائر أهداف التنمية الاجتماعية والاقتصادية، بل إنّه شرط لا بد منه لحفز التقدم باطراد. والتصدي لأوجه الضعف في مجال الطاقة أولوية تنموية لا غنى عنها في المنطقة لنجاح خطة عام 2030 والامتداد إلى ما وراءها. ومن الأهميّة تعزيز القدرة على الاستفادة من مجموعة الموارد الطبيعية التي تتيحها المنطقة من خلال الاختيار الصحيح للبنى الأساسية والتكنولوجيا وممارسات الحوكمة والإدارة المستدامة، لاستحداث فرص اقتصادية للشباب وتحسين مستوى معيشتهم. وهذه القدرة ضرورية لحفز التنمية الاجتماعية والاقتصادية وتمكين المرأة وتحقيق المساواة بين الجنسين والإنصاف بين الأجيال، كقوى دافعة للازدهار الطويل الأمد في المنطقة العربية.

وهذه النتائج خلصت إليها دراسة حديثة أصدرتها اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) التابعة للأمم المتحدة، استهدفت تحديد مصادر الضعف في مجال الطاقة في المنطقة العربية التي تحول دون تأمين الدول الأعضاء حصول الجميع، اليوم كما في المستقبل، على خدمات طاقة حديثة وموثوقة وميسورة الكلفة. وسعت إلى تقييم الاستراتيجيات الهادفة إلى معالجة أوجه

الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة في خطة الأمم المتحدة لعام 2030 يرمي إلى ضمان حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة بتكلفة ميسورة

الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة بتكلفة ميسورة، والى بلوغ ثلاث غايات بحلول عام 2030، هي: ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة؛ وتحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمي؛ ومضاعفة المعدل العالمي للتحسن في كفاءة استخدام الطاقة.

الطاقة والتنمية المستدامة

إن الاعتماد الشديد على النفط والغاز الطبيعي يكبد البلدان العربية تكاليف باهظة على الأمد البعيد. وترى الدراسة أنه نظرا إلى أن نحو 95% من إمدادات الطاقة الإقليمية في المنطقة العربية تستمد من النفط والغاز الطبيعي، فقد باتت هذه المنطقة أكثر مناطق العالم اعتمادا على الوقود الأحفوري. ومن أهم الأمور التي تتكبدها الدول العربية بهذا الصدد: التبعات المالية والإيرادات المتقلبة، وغياب التنويع الاقتصادي في أهم البلدان المنتجة للوقود للأحفوري، وزيادة الاعتماد على الاستيراد، وتراجع القدرة على تصدير الوقود الأحفوري، وزيادة تلوث الهواء، وتفاقم البصمة الكربونية.

ويعد عدم الحصول على الطاقة عقبة رئيسية أمام التنمية المستدامة، إذ على الرغم من التقدم الكبير باتجاه ضمان وصول الجميع إلى مصادر الطاقة الحديثة في جميع أنحاء المنطقة العربية، لا يزال أكثر من 30 مليون شخص غير قادرين على الحصول على حد أدنى من خدمات الكهرباء. ومن العوامل الإضافية والمستمرة المؤثرة على أمن الطاقة الإصلاح المستمر لأسعار الطاقة المحلية في الدول العربية.

الهشاشة في مجال الطاقة نابعة من عجز الدول عن ضمان وصول الجميع إلى خدمات الطاقة الميسورة التكلفة والحديثة والموثوقة وتوفيرها للأجيال الحالية والمقبلة

الضعف بفعالية، وتبيان الكيفية التي يمكن بها لمجموعات مختلفة أن تسهم في حل هذه القضايا. وانطلاقاً من خطة التنمية المستدامة لعام 2030 وأهدافها، فقد سعت الدراسة التي نشرت بعنوان (الهشاشة في مجال الطاقة في المنطقة العربية) إلى رسم آفاق ما بعد عام 2030 لتعميم مفهوم إدارة الطاقة المستدامة على المدى الطويل في المنطقة العربية والتصدي لأوجه الضعف الناجمة عن استمرار الوضع على حاله.

والهشاشة في مجال الطاقة نابعة من عجز الدول عن ضمان وصول الجميع إلى خدمات الطاقة الميسورة التكلفة والحديثة والموثوقة وتوفيرها للأجيال الحالية والمقبلة. وتحدد الدراسة الهشاشة في مجال الطاقة بأنها غياب الضمانات اللازمة لكفالة استدامة أنماط العرض والطلب في قطاع الطاقة، على الرغم من أهمية هذه الضمانات في دعم النمو الاقتصادي والاجتماعي والتنمية على المدى الطويل.

وتسترشد الدراسة بخطة التنمية المستدامة لعام 2030؛ غير أنها لا تكتفي بالبحث في سبل تحقيق أهدافها، بل تبحث أيضا في مفهوم الإدارة المستدامة الطويلة الأمد للطاقة في المنطقة العربية، ومعالجة هشاشة مردها إلى الاستمرار في اعتماد سيناريو إبقاء الأمور على حالها.

وتشكل الهشاشة في مجال الطاقة موضوعا مهما، وتتطلب تداعياته مناقشة مستفيضة على المستويات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والحكومية، حيث يوجد تباين شاسع في التنمية الاجتماعية والاقتصادية وتفاوت كبير بين بلدان المنطقة العربية في الحصول على خدمات طاقة حديثة موثوقة ومستدامة بتكلفة معقولة.

الطلب على الطاقة

أدى النمو الاقتصادي والسكاني المتسارع في البلدان العربية إلى إنعاش سوق الطاقة في المنطقة. وفي ضوء التوقعات باستمرار هذا النمو وبزيادة التصنيع وارتفاع مستويات المعيشة، يتوقع أن يستمر تزايد الطلب على الطاقة خلال العقود المقبلة. وتوفير إمدادات الطاقة الكافية والميسورة التكلفة أمر محوري في تحسين مستويات المعيشة، والنهوض بالاقتصاد، والحفاظ على الاستقرار السياسي في منطقة تعد اليوم أكثر هشاشة مما كانت عليه في العقد الماضي.

وترى الدراسة أن غياب أو عدم فاعلية إدارة الطلب، كعامل شديد الأهمية، أسهم في عدم كفاءة استخدام موارد الطاقة، إلى

جانب نمو الطلب على الطاقة. غير أن تلافي وقوع خسائر اقتصادية وبيئية نتيجة لعدم كفاءة أنماط الاستهلاك أمر ممكن، كما يمكن استخدام الموارد المالية المتوفرة بطرق أفضل بكثير. وتشتمل مظاهر القصور في إدارة الطلب في المنطقة العربية أربعة أمور هي: أسعار الطاقة، والأطر التنظيمية والمؤسسية، والبنى الأساسية للنقل العام، وحفظ الطاقة والوعي البيئي.

وترى الدراسة أن الإدارة الفعالة لنمو الطلب على الطاقة وفصل آثار هذا الطلب عن مسار النمو الاقتصادي في المنطقة العربية مهمتان شاقتان. ويجب على الدول التي ترغب في ضبط نمو الطلب المحلي على الطاقة أن تعمد إلى إصلاح هياكل أسواق الطاقة، وأن تعيد النظر في الحوافز المقدمة لمستخدمي الطاقة. وعليها كذلك أن تحدث تغييرات جذرية في سلوكيات المستهلك، وأن تعمل بشكل مواز على تحقيق أهداف إنمائية قد تبدو في بعض الأحيان متناقضة، مثل حماية دخل الأسرة وفي الوقت نفسه تعزيز القدرة التنافسية الصناعية.

تنويع مصادر الطاقة

وفيما يتعلق بتنويع مصادر الطاقة المستخدمة وطرق استخدامها في البلدان العربية، فإن الدراسة تراها أمرا ضروريا، ومما يشجع على تحقيق ذلك توفر عدة مسارات على مستوى السياسات من شأنها أن تساعد الدول على العمل أكثر بموارد أقل، وذلك مع تلبية أولويات التنمية الاجتماعية والاقتصادية والوطنية والتقليل من البصمة الكربونية في المنطقة في آن واحد.

وتتطرق الدراسة إلى إنتاجية الطاقة كمؤشر أكثر دقة لتحسين أوجه استخدام الطاقة في جميع أنحاء العالم، حيث يستخدم واضعو السياسات إنتاجية الطاقة وكفاءتها وكثافتها لتحديد ما يجب تنفيذه من استجابات لمعالجة الشواغل المتعلقة بتغير المناخ العالمي. وبينما حدد معظم الأهداف الرسمية على أساس كثافة الطاقة، يسجل دعم متزايد للرأي القائل بأن إنتاجية الطاقة هي مقياس أفضل للمضي قدما نحو تحقيق هذه الأهداف. وترى الدراسة أنه على المستوى الكلي فإن إنتاجية الطاقة هي قيمة الإنتاج الاقتصادي، كالناتج المحلي الإجمالي مثلا، لكل وحدة من استهلاك الطاقة، ومن ثم تتناسب عكسيا مع قيمة كثافة الطاقة. ويفيد مؤيدو اعتماد إنتاجية الطاقة بأنها تقدم صورة وافية عن القدرة التنافسية للبلد، وعن أدائه البيئي، وفرص التحسن لديه، كما تتماشى مع برامج السياسات المتصلة بالاقتصاد والطاقة والبيئة على نحو مباشر أكثر من كثافة الطاقة وغيرها من المقاييس.

وتخلص الدراسة إلى أنه ثبت في المنطقة العربية أنه لم يعد من الممكن فصل قضايا الطاقة عن مسار أهداف التنمية الاجتماعية والاقتصادية غير المتعلقة بالطاقة، وأن معالجة قضايا الطاقة شرط أساسي لدفع عجلة التقدم المستدام.

ومن ثم، فالتصدي للهشاشة في مجال الطاقة في المنطقة العربية أولوية إنمائية أساسية، ليس فقط لنجاح خطة التنمية المستدامة لعام 2030 بل لتحقيق أهداف أخرى على الأمد الأبعد. ومن شأن الاستفادة من الموارد الطبيعية المتنوعة، باتخاذ مجموعة من الخيارات المناسبة على صعد البنى الأساسية والتكنولوجيا والحوكمة وممارسات الإدارة المستدامة، أن تؤدي دورا أساسيا في خلق الفرص الاقتصادية للشباب وتحسين مستويات معيشتهم. كما أن تسخير هذه الموارد محرك رئيسي للتنمية الاجتماعية والاقتصادية، وأداة أساسية لتحقيق المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة والعدل بين الأجيال. وجميعها غايات لابد منها لتحقيق الازدهار في المنطقة العربية على الأمد البعيد. ■

تنتج الهشاشة من تحديات عدة أهمها عدم اتخاذ تدابير فعالة لضبط الطلب على الطاقة وعدم تنوع مزيج الطاقة وكثافة الانبعاثات الكربونية

على الدول التي ترغب بضبط نمو الطلب المحلي على الطاقة أن تصلح هياكل أسواق الطاقة وتعيد النظر في الحوافز المقدمة لمستخدميها وتحدث تغييرات جذرية في سلوكيات المستهلك

سبق العرب في اكتشاف مبدأ الوتيرة

مبـدأ أساسي يقوم عليه علم الجيولوجيا

مصطفى يعقوب عبد النبي *

من أغرب ما يصادفه القارئ في المراجع العلمية الأجنبية تلك المقدمة التاريخية التي تبدأ بعلماء وفلاسفة الإغريق ثم علماء أوروبا في عصر النهضة وأخيرا العصر الحديث، دون المرور بأي عالم من علماء الحضارة العربية التي امتدت نحو ثمانية قرون، وكأن هذه القرون خلت من العلم والعلماء، وهو أمر رسخ في ذهن عدد كبير من مؤرخي العلوم.

تلك هي النظرة الجائرة حيال العلم العربي، على الرغم أن عصر النهضة الأوروبية اتكأ على ما خلفه العرب من نتاج علمي. ويكفي للدلالة على ذلك ما خلفه العرب من مؤلفات في الأندلس التي تعدّ المعبر الرئيسي للثقافة العربية إلى أوروبا.

* كبير الباحثين في هيئة المساحة الجيولوجية- سابقا، (مصر).

مبدأ الوتيرة (النسقية)

يعدّ مبدأ الوتيرة من المبادئ الأساسية التي يقوم عليها علم الجيولوجيا، ولاسيما الجيولوجيا الفيزيائية والجيولوجيا التاريخية والجيولوجيا البنائية (التركيبية). ويعرّف هذا المبدأ بأنه: «مفهوم أساسي في علم الأرض، مضمونه أن العمليات التي تعمل في سطح الأرض في الوقت الحاضر، حدثت أيضا في الماضي، وأعطت النتائج نفسها حتى لو اختلفت معدلاتها».

وبعيدا عن التفصيلات الجيولوجية فإن هذا المبدأ المهم هو ما نجده في أي مرجع من مراجع الجيولوجيا الحديثة، الأجنبية أو العربية، تحت عنوان رئيسي هو (العوامل المؤثرة على سطح القشرة الأرضية) سواء أكانت هذه العوامل خارجية مثل الرياح والسيول ودرجات الحرارة فيما يعرف بالتعرية Denudation (التي تشمل عمليات التجوية Weathering والنقل Transportation والترسيب Deposition)، عوامل داخلية مثل الزلازل والبراكين.

مبدأ الوتيرة في تاريخ العلم

يجمع مؤرخو العلم، وبصفة خاصة مؤرخو الجيولوجيا الغربيون، على أن ميلاد الجيولوجيا الحديثة تم على يد العالم الإنجليزي جيمس هاتون James Hutton (1726 - 1797م) الذي يعتبره بعض الباحثين «أبا الجيولوجيا»، وذلك لاكتشافه مبدأ الوتيرة الذي نشره في كتابه (نظرية الأرض)، والذي أطلق عليه (نظرية هاتون حول الأرض).

ويتلخص جوهر هذه النظرية بأن التضاريس الأرضية لم تنشأ بسبب كوارث، بل نتيجة لسلسلة تغيرات مستمرة حصلت في الماضي، كما هي في الوقت الحاضر. وعرف هذا المبدأ بمبدأ وحدة التناسق Doctrine of uniformitarianism أو مبدأ الوتيرة.

العلماء العرب ومبدأ الوتيرة

إن الحقيقة الغائبة في تاريخ العلم هي أن ما نادى به هاتون في شأن «مبدأ الوتيرة» كان في متناول أيدي العلماء العرب، لسبب بسيط مفاده أن أساس هذا المبدأ يقوم على فعل الرياح والسيول والحرارة على صخور القشرة الأرضية، أي إنه يقوم على المشاهدة والملاحظة، ومن ثم سلامة الاستنتاج؛ لأن الصحراء هي أنسب الأمكنة التي تتضح فيها أسس هذا المبدأ، فلا غطاء نباتيا يحجب فعل الرياح والسيول والحرارة على الصخور.

وقد تحدث عدد من العلماء العرب عن فحوى مبدأ الوتيرة منهم البيروني (توفي سنة 1048 م) الذي يقول في كتابه (تحديد نهايات الأماكن وتصحيح مسافات المساكن): «ينتقل البحر إلى البر، والبر إلى البحر في أزمنة إن كانت قبل كون الناس في العالم فغير معلومة، وإن كانت بعده فغير محفوظة لأن الأخبار تنقطع إذا طال عليها الأمد، وخاصة في الأشياء الكائنة جزءا بعد جزء، بحيث لا تفطن لها إلا الخواص. فهذه بادية العرب، وقد كانت بحراً فانكبس، حتى إن آثار ذلك ظاهرة عن حفر الآبار والحياض بها، فإنها تبدى أطباقا - أي طبقات - من تراب ورمل ورضراض - أي حصى -...إلخ».

ومن الملاحظ أن هذه الفقرة على إيجازها لمست عددا من الحقائق العلمية التي تصب في أسس مبدأ "الوتيرة" منها

ومن شواهد تجاهل العلم العربي والسبق العربي في تاريخ العلم ما يعرف في أدبيات علم الجيولوجيا بـ «مبدأ الوتيرة» وأحيانا يطلق عليه «مبدأ النسقية» أو «مبدأ الانتظام» ومصطلحات أخرى لكلمة Uniformitarianism.

يعدّ مبدأ الوتيرة من المبادئ الأساسية التي يقوم عليها علم الجيولوجيا ولاسيما الجيولوجيا الفيزيائية والجيولوجيا التاريخية والجيولوجيا البنائية (التركيبية)

الحقيقة الغائبة في تاريخ العلم هي أن ما نادى به هاتون في شأن «مبدأ الوتيرة» كان في متناول أيدي العلماء العرب

مضمون مبدأ الوتيرة أن العمليات التي تعمل في سطح الأرض في الوقت الحاضر، حدثت أيضا في الماضي، وأعطت النتائج نفسها حتى لو اختلفت معدلاتها

أن البيروني أدرك بحسه العلمي الثاقب أن هناك تغيرا يحدث في القشرة الأرضية، وأن هذا التغير يحدث ببطء شديد لا يلحظه الإنسان، وأن هناك تبادلا في المواقع ما بين البحار واليابسة؛ فمرة تغمر البحار اليابسة فتصير بحرا ومرة تنحسر البحار عن اليابسة فتصير أرضا، وأن هذا التغير الحادث ما بين البحار واليابسة تم عبر أزمنة سحيقة قبل ظهور الإنسان، وهو ما يسميه الجيولوجيون الآن العصور أو الأزمنة الجيولوجية.

ويدلل البيروني على صدق كلامه بالحديث عن بلاد العرب، وأنها كانت بحرا ثم صارت يابسة على هيئة طبقات تحتوي على صخور طينية وأخرى رملية وثالثة حصوية.

جهود ابن سينا

أما ابن سينا (توفي سنة 1037 م) فأفرد فصلا مطولا بعنوان (الآثار العلوية) ضمن موسوعته الشهيرة (الشفاء)، فقال فيه عن تكون الجبال: «وأما الارتفاع فقد يقع لذلك سبب بالذات، وقد يقع له سبب بالعرض. أما السبب بالذات فكما يتفق عند كثير من الزلازل القوية أن ترفع الريح الفاعلة للزلزلة طائفة من الأرض، وأما الذي بالعرض فإنه يعرض لبعض الأجزاء انحفار دون بعض، بأن تكون رياح نسّافة أو مياه حفارة وتتفق لها حركة على جزء من الأرض دون جزء....إلخ»؛ أي إن ابن سينا يتحدث عما هو موجود في مراجع الجيولوجيا عن العوامل المؤثرة على سطح القشرة الأرضية وهما نوعان من العوامل: عوامل داخلية أشار إليها بأنها الزلازل، ويلاحظ أنه حدد الزلازل القوية دون غيرها التي تسبب ارتفاع الجبال، وهي إشارة لها أهميتها في درجات الزلازل؛ وعوامل خارجية أشار إليها بأنها الرياح النسّافة والمياه الحفارة. وعلى هذا النسق من المعطيات العلمية يستطرد ابن سينا في هذا الفصل، وبذا فإنه يكون قد أحاط بجوهر ومادة مبدأ الوتيرة.

وبعد البيروني وابن سينا جاء القزويني في كتابه الشهير (عجائب المخلوقات)، فأدلى بدلوه في هذا المجال فقال: «وأما صيرورة الجبال سهولاً: فإن الجبال من شدَة إشراق الشمس والقمر وسائر الكواكب عليها بطول الزمان تَنْشَفُ رطوبتها وتزداد يبساً وجفافاً وتنكسر خاصة عند الصواعق، فتصير أحجارًا وصخورًا ورمالاً. ثم إن السيول تحملها إلى بطون الأنهار والأودية ثم تحملها بشدة جريانها إلى البحار فتنبسط في قعرها سافا. أي طبقة. بعد ساف بطول الزمان، وتتلبد

الإنجليزي هاتون يعد «أبـا الجيولوجيا» لاكتشافه مبدأ الوتيرة الذي نشره في كتابه (نظرية الأرض) والذي أطلق عليه (نظريـة هاتون حـول الأرض)

شهادة من أهلها

إن معظم التراث العربي وجد طريقه إلى أوروبا عن طريق الترجمة إلى اللاتينية ومنها إلى سائر لغات الغرب. ولعل مؤلفات ابن سينا حصلت على شهرة كبيرة لاسيما كتاباه (القانون) و(الشفاء).

ومن المعروف لعلماء الجيولوجيا أنه بعد هاتون جاء عالم إنجليزي اسمه تشارلز لايل (Charles Lyell (1797 ـ 1875، ونشر كتابه (مبادئ الجيولوجيا) سنة 1830 وأكد فيه صحة نظرية هاتون حول الأرض. وفي هذا الكتاب أمران غريبان، أولهما أن لايل أشاد بابن سينا ورأى أن الفصل الخاص بتكون الجبال جدير بالاعتبار، والآخر أن لايل أعجبته قطعة أوردها القزويني في كتابه (عجائب المخلوقات) الذي بعضها فوق بعض فَيحْصل في البحار جبال وتلال، كما يتلبد من هبوب الرياح أدعاص الرمل في البرد، ولذلك يُجد في جوف الأحجار إذا كُسرتْ صدفة أوْ عظم، وذلك بسبب اختلاط طين هذا الموضع بالصدف والعظم، وقد يصير البحر يَبْساً والیبس بحرًا لأنه كلما انطمت قطعة من البحار على الوجه الذي ذكرناه فالماء يرتفع ويطلب الاتساع على سواحله ويغطى بعض البر بالماء، ولا يزال كذلك حتى تصير مواضع البر بحرًا.

وهكذا لا تزال الجبال تنكسر وتصير حصىً ورمالاً يحملها سيول الأمطار مع الطين إلى قعر البحار. وينْعَقد فيها كما ذكرنا حتى يستوي مع وجْه الأرض فيجف وينكشف وينبت العشب عليها..إلخ».

قرأه في مخطوطة محفوظة في المكتبة الملكية بباريس. وهو نص أدبي المظهر علمي المحتوى كتبه القزويني على لسان (الخضر) الذي مر بمكان معين خمس مرات بين كل منها 500 عام فوجده مرة مدينة عامرة، ومرة وجده خرابا لا يعرف عابره إلا أنه كان هكذا طول الزمان، ثم مر به ثالثة فوجده بحرا ثم مرة رابعة فوجده يبسا.... إلخ». نقول إن لايل أعجبته هذه القطعة فترجمها في مقدمة كتابه (مبادئ الجيولوجيا). ولهذين الأمرين أكثر من دلالة:

الأولى: أن لايل كان مطلعا على آراء ابن سينا عن تكون الجبال، ورآها «جديرة بالاعتبار» على حد قوله. ومعنى هذا أن آراء ابن سينا كانت موافقة إلى حد كبير لآراء هاتون، وهو دليل على أن كتاب (الشفاء) الذي ترجم مابين سنتي 1274 و 1280 كان متاحا منذ ذلك التاريخ، لذا يرجح أن يكون هاتون قد اطلع على الكتاب، وضمنه كتابه (نظرية الأرض) الذي نشره في سنة 1795.

الثانية: أن لايل اطلع على كتاب القزويني في مخطوطة محفوظة في المكتبة الملكية بباريس، وليس في كتاب مترجم إلى لغة من اللغات الأوروبية. ومعنى ذلك أنه كان عالما بالعربية، وإلا كيف نفسر اختياره لكتاب القزويني ولتلك القطعة المختارة من الكتاب ذات المحتوى الجيولوجي الذي لا تخطئه عين.

وثالث هذه الدلالات أننا نرجح أن الأمر لم يقتصر على قطعة أدبية راقت لعالم فترجمها في مقدمة كتابه، بل إن الأمر تعدى إلى كتاب القزويني كله. وأغلب الظن أن لايل لم يكن الوحيد الذي نظر إلى كتاب القزويني، بل إن هاتون أيضا نظر إلى الكتاب؛ لأن جوهر نظريته كان أكْبَر من توارد الخواطر.

وخلاصة القول إننا أمام حالة اقتباس ربما تصل إلى حد السطو على إبداع العلماء العرب. ولعلنا - نحن العرب - أحوج ما نكون إلى ما يمكن أن نسميه «تاريخ العلم المقارن» حتى يتبيّن للجميع مدى الدين الهائل للعرب على الحضارة الإنسانية من حيث التقدم العلمي. ■

ابن سينا أحاط بجوهر ومادة مبدأ الوتيرة وتحدث عن ذلك مطولاً في كتابه « الشفاء»

الرُّوبوت الفَتّاك... إلى أين!؟

د. أبو بكر خالد سعد الله *

في 17 نوفمبر 2018، عنونت الصحيفة الاقتصادية الألمانية Deutsche Wirtschafts Nachrichten إحدى مقالاتها: «الحرب العالمية الثالثة: آلات ستفْتك بالبشر» تنبأت فيها بأن الحرب المقبلة ستخلف «دمارًا واسعا» بسبب تطور الأسلحة التي تنشرها القوى العظمى. وإذا ما اكتسحت هذه الآلات ساحة المعركة فالوضع سيصبح بالغ الخطورة. وما يحدث حاليا هو سعي كثير من الدول على أن تعوض هذه الآلةُ الإنسانَ بصفة تدريجية!

* المدرسة العليا للرياضيات، القبة، (الجزائر).

يسمي البعض هذه الروبوتات المفزعة «مركبات غير مأهولة» (unmanned vehicles). ولعل من الأفضل تسميتها «مركبات غير إنسانية»! إنها أجهزة مسيّرة عن بعد بدأت تظهر منذ مطلع هذه الألفية. وقد مهدت الطريق لظهور آلات ذاتية التحكم أكثر خطورة، وهي التي أُطلق عليها الآن مصطلح «أسلحة فتاكة ذاتية التحكم»، أو باختصار «الروبوتات الفتّاكة» أو «القاتلة».

منذ 2014 توالت الصيحات المحذرة من مغبة توجه الأبحاث العلمية نحو صنع الروبوتات الفتاكة المدمرة لكن صداها كان ضعيفا

روبوت خفير

أما الروبوت الفتّاك الذاتي التحكّم، فهو ذلك الذي يقتل البشر بقرار داخلي دون انتظار تأكيد من عون بشري. ولعل أفضل مثال على ذلك هو الروبوت الخفير الذي وضع في الخدمة عام 2013 على الحدود التي تفصل الكوريتين. ونُشر في المنطقة المنزوعة السلاح بين كوريا الشمالية وكوريا الجنوبية، وزُوّد بمدفع رشاش وقاذفة قنابل.

يكشف هذا الروبوت التحركات من حوله ليلا نهارا، وبمقدوره إطلاق النار بشكل تلقائي، دون تمييز، على أي شخص أو مركبة عند الاقتراب منه.

ومن المشكلات التي تطرحها هذه الأسلحة تلك المتعلقة بالأخلاقية

الروبوت الفتّاك الذاتي التحكّم هو ذلك الذي يقتل البشر بقرار داخلي دون انتظار تأكيد من عون بشري

تنبؤات إسحاق أزيموف

في عام 1942، تفطن الكاتب الروسي الأصل إسحاق أزيموف Isaac Asimov (1920-1992) الشهير بكتاباته في الخيال العلمي، إلى التهديدات التي ستنجم عن ظهور الآلة الفتاكة فوضع آنذاك ثلاثة قوانين تحدّد الخطوط الحمراء التي يتعين على أي آلة عدم تجاوزها. وصدرت هذه القوانين في قصة للكاتب بعنوان «الحلقة المفرغة» (Runaround)، وجاء نصها كما يلي:

- القانون 1: لا يجوز للروبوت أن يؤذي بشرًا، ولا أن يظل ساكنًا لا يغيث إنسانًا معرضًا أمامه للخطر؛
- القانون 2: يجب أن يستجيب الروبوت للأوامر التي يتلقاها من الإنسان ما لم تتعارض مع القانون الأول؛
- القانون 3: يجب أن يحمي الروبوت وجوده مادامت هذه الحماية لاتتعارض مع القانون الأول أو الثاني.

وكان أزيموف قد وضع هذه القوانين إثر مناقشات مع زميله، كاتب قصص الخيال العلمي، الأمريكي جون وود كمبل (1910-1971) John Wood Campbell. ومن الواضح أن أزيموف كان يدرك أن قوانينه الثلاثة محدودة الفعالية، ولاسيما ما يتعلق بالقانون الأول الذي يحمي الإنسان كفرد ولا يحمي بذلك الجنس البشري كمجموعة : أليس من المنطقي أن نضحي بحياة الفرد لإنقاذ حياة جماعة أو حياة البشرية جمعاء؟! ومع ذلك لم يضف أزيموف قانونا -سماه القانون 0 - إلا عام 1985. وقد وضع هذا القانون مصلحة البشرية فوق مصلحة الفرد حيث جاءت صيغته كالتالي:

- القانون 0: لا يجوز للروبوت أن يلحق ضررا بالبشرية أو ألا يُغيثها في حال تعرضها لخطر.

روبوت عسكري بطول 9 أمتار ظهر في استعراض بالصين عام 2011 .

والقانون، إذ يتعارض استخدامها مع مبادئ حقوق الإنسان والمعاهدات الدولية لأن الإنسان يعتبر في كل المواثيق الدولية القضية المركزية.

والآلة بحكم طبيعتها لا مشاعر لها وتجهل معنى الحياة. فهل من المعقول في هذه الظروف السماح للآلة باتخاذ قرار القتل؟ ومن سيكون في آخر المطاف المسؤول عن تصرفاتها؟ ناهيك عن قضايا الأمن التي تثيرها هذه التجهيزات العسكرية.

أليس من حقنا أيضا أن نخشى اختراقات إلكترونية وعمليات قرصنة تحوّل أداء هذه الآلات إلى عمليات مضادة؟ ذلك ليس مستبعدا!

مناشدات ودعوات عاجلة

تزايدت الدعوات للحيطة والحذر من هذا الربوت الفتّاك خلال السنوات الماضية. ففي نهاية أغسطس 2017، بعث نحو مئة رئيس شركة تهتم بتصنيع الروبوتات وبتطوير الذكاء الاصطناعي، رسالة مفتوحة إلى الأمم المتحدة لتحذيرها من أخطار الأسلحة المسيرة ذاتيا. وفي يونيو 2018، التزمت مؤسسة «غوغل» Google بعدم وضع تقنيات الذكاء الاصطناعي في خدمة هذا النوع من الأسلحة.

وفي عام 2015، نشر «معهد مستقبل الحياة» (Future of Life Institute) في بوسطن رسالة مفتوحة وقعها أكثر من 16 ألف شخص، تحذّر هي الأخرى من التهديدات على المدنيين التي تشكلها الأنظمة الفتاكة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي.

ومنذ 2014، توالت مثل هذه الصيحات المحذرة من مغبة تشجيع البحث العلمي في هذا الاتجاه المدمر. وما فتئت العديد من الهيئات والشخصيات العلمية تراسل الأمم المتحدة والأسرة

لا توجد حاليا روبوتات فتاكة رسمية قيد الخدمة عبر العالم غير أن ما يؤرق الملاحظين هو احتمال تصنيع روبوتات فتاكة على مستوى الفرد

يتوقع الخبراء نشر هذا النوع من الأسلحة بحلول عام 2030 لكن بعد التغلب على مشكلة التحكم الذاتي التي لم يتم حلها بصفة جذرية حتى الآن

الدولية معبرةً عن مخاوفها. وما حدث في آخر المطاف أمر مؤسف: لقد فتحت الأمم المتحدة باب النقاش في موضوع الروبوت الفتاك عام 2018، وأرادت التوصل إلى حل لاستباق الأحداث ووضع الأصبع على موطن الداء.

وبعد اجتماعات دامت أسبوعًا في مدينة جنيف السويسرية، حال موقف عدد من البلدان دون الاتفاق على معاهدة دولية تحظر استخدام الأسلحة الفتاكة المسيرة ذاتيا.

وإذا لم يتم الاتفاق على معاهدة تحظر تطوير هذا السلاح... فما العمل؟ قد يكون أحد الحلول إضفاء الطابع الإنساني والأخلاقي على الروبوت بحيث يصبح متحليا بمكارم الأخلاق في ساحة المعركة؟! هل يصعب على الذكاء الاصطناعي التوصل في يوم قريب إلى تزويد الآلة بمدونة توضح القيم الأخلاقية الخاصة بالمقاتلين الآليين؟ هذا هو ما يتمناه المتخوفون. غير أن هذا يتطلب تضافر جهود كل الدول المتسابقة في مجال تطوير هذا السلاح. ولا تزال معظم الدول الأعضاء في منظمة الأمم المتحدة تطمح إلى التوصل لاتفاق يبعد هذا الكابوس عن البشرية.

مركبة عسكرية من النوع الذي يطلق عليه اسم «المركبات غير المأهولة» مزودة بروبوت فتاك

الوضع الراهن

بروس جيت Bruce Jette هو موظف سام في الجيش الأمريكي، يشرف على المقتنيات والإمداد والتكنولوجيا. وخلال ندوة بواشنطن مطلع عام 2019، أعلن بروس أن هناك حاجة للتفكير في استخدام أنظمة الأسلحة الفتاكة الذاتية التحكم. وهذه هي المرة الأولى التي يدلي فيها مسؤول أمريكي من هذا المستوى بتصريح من هذا القبيل. والتبرير الأمريكي لاستعمال هذا السلاح هو أنه السلاح المناسب للرد على هجمات الأعداء.

وبهذا الصدد، يوضح بروس موقفه قائلا: «تخيل أنك تطلق النار عليّ، وأنه يمكنني إبطال مفعول تلك الرصاصات، لكن يتعيّن عليّ في كل مرة الحصول على موافقة الجهة الوصية للردّ عليك». في تلك اللحظات لن يكون هناك عدد كاف من الرجال في الميدان للرد بسرعة مناسبة على الرصاصات. ففي هذه الوضعيات ندرك -حسب بروس - أن استخدام الروبوتات الفتاكة سيجعلنا نردّ على المهاجم بسرعة أكبر.

ويرى بروس أن الذين يدافعون عن فكرة حظر استعمال هذه الآلات الفتاكة يعملون في واقع الأمر ضد مصالح الولايات المتحدة. ونتيجة لذلك ستجد نفسها عرضة لهجمات تأتيها من دول أقل منها شأنا، مثل الصين وروسيا. ولذلك يستخلص بروس جيت أن «السماح للذكاء الاصطناعي بالسيطرة على بعض أنظمة الأسلحة قد يكون السبيل الوحيد لإلحاق الهزيمة بأسلحة العدو».

يتقاسم وجهة نظر بروس جيت العديد من ساسة دول العالم. والدليل أن الجيوش الأمريكية والبريطانية والإسرائيلية تجرب منذ سنوات عديدة أنظمة الأسلحة الفتاكة المسيرة ذاتيا، بل إن تصاميم هذه الروبوتات في شركة «بوسطن دايناميكس» Boston Dynamics الأمريكية -التي تأسست عام 1992 وتخصصت في الروبوتات - بدأت تظهر منذ 20 سنة؛ إذ تطور الشركة روبوتات متخصصة في الفنون الحربية.

وفي هذا السباق صُممت روبوتات ذات قدرات رهيبة، منها ما يتحرك على قائمتين، ومنها ما يتحرك على

أربع. ومن تلك الروبوتات طائرات من دون طيار ومركبات مسلحة مسيّرة من دون سائق. ولا يستبعد المتتبعون أن يكون هذا النوع من الآلات القتالية في ساحة المعركة في غضون بضع سنوات إلى جانب قوات عسكرية بشرية. وإذا ما حدث ذلك في جيش من الجيوش فسيكون السباق على أشده في بلدان أخرى كثيرة لبلوغ نفس الهدف.

تصاميم متطورة

تطورت تكنولوجيا تصميم هذه الآلات وقطعت أشواطا كبيرة، فصممت مثلا طائرات من دون طيار يمكن وضعها في راحة اليد، وهي قادرة على الطيران دون أن يلاحظها أحد، تحلّق في السماء منعزلةً أو ضمن سرب طائرات حتى تصل إلى الشخص المستهدف بالقتل، ومن دون تدخل أي إنسان تُجهز عليه. ويفضل القادة العسكريون هذا الروبوت على البشر لتنفيذ مثل هذه العمليات لأن الجندي قد يساوره شك في آخر لحظة، أو يتردّد، أو يمتنع عن تنفيذ المهمة أو يخطئ في الهدف، إلخ. تلك هي تبريرات البعض التي يجيزون بها استعمال هذا النوع من الآلات.

وفي الوقت نفسه، نجد فئة من خبراء الأمن منزعجة من هذا النقاش لأنه يسيء إلى نيات الباحثين، وكأن كل الروبوتات تُصنع من أجل القيام بجرائم ضد الإنسانية! ويرى هؤلاء الخبراء أن السؤال الدقيق الذي ينبغي طرحه هو: إلى أي مدى نريد أن نذهب في عملية أَتْمَتَة السلاح؟ ويتساءلون مثلا : هل ستذهب سفن الاستخبارات المسيرة ذاتيا إلى أن تقرر وحدها نسف العدو؟ وهل يمكن إلقاء القبض على الروبوت الفتّاك حين تُوجّه له تهمة ارتكاب جرائم حرب أو جرائم ضد الإنسانية؟ وهل ستكون هناك محكمة خاصة لمحاكمة تلك الآلات المجرمة؟

التصنيع الفردي

لا توجد حاليا روبوتات فتاكة رسمية قيد الخدمة عبر العالم، وهذا شيء جميل. غير أن ما يؤرق الملاحظين هو احتمال تصنيع روبوتات فتاكة على مستوى الفرد، ذلك أن المكوّنات الأساسية لصناعتها متاحة بِحُريّة من الناحية التجارية، الأمر الذي يزيد من مخاوف امتلاكها من قِبل الإرهابيين. وإلى جانب ذلك شرعت الشركات الكبرى لصناعة الأسلحة في العمل على أنظمة أكثر تطورًا قادرةً على العمل باستقلالية تامة.

يقدّر بعض الخبراء أنه من المرجّح نشر هذا النوع من الأسلحة بحلول عام 2030. ولكن قبل ذلك، سيتعيّن على تلك الدول الماضية في هذه الصناعة التغلب على بعض القيود التكنولوجية، وبوجه خاص مشكلة التحكم الذاتي التي لم يتم حلها بصفة جذرية حتى الآن. وهناك أيضا مسألة قدرات الذكاء الاصطناعي على التكيّف مع حيثيات اتخاذ القرار الحاسم (القرار بالقتل مثلا).

ومع ذلك يقول بعض المدافعين عن هذا النوع من الأسلحة إنه يتم تطويرها أولاً للحد من الخسائر البشرية خلال المعارك. كما أنها ستستخدم لمساعدة المقاتلين الجنود في عمليات معينة، مثل إجلاء الجرحى في جبهات القتال أو نقل المعدات والمُؤن.

ومن فوائد هذه الروبوتات أيضا أنها لا تشعر بالتعب أو الألم، ويمكنها أن تعمل في بيئة معادية دون أن تخشى النشاط الإشعاعي وظروف الطقس (شدة الحرارة أو البرد) والعطش.

كل هذا جميل، ويبقى من الصعب التنبؤ حاليا بمصير هذه الآلة الفتاكة التي لا تقيم للجانب الإنساني أو الأخلاقي وزنًا. ■

في عام 1942 تنبأ الكاتب الروسي إسحاق أزيموف بالتهديدات التي ستنجم عن ظهور الآلة الفتاكة فوضع 3 قوانين تحدّد خطوطا حمراء يتعين على أي آلة عدم تجاوزها

يمكن تطوير الروبوتات الفتاكة لاستخدامها في الحد من الخسائر البشرية خلال المعارك كإجلاء الجرحى ونقل المؤن والمعدات

مبيدات الحشرات دواء أم وباء..؟!

أسعد الفارس *

منذ أن أطلق الاقتصادي الإنجليزي مالتوس تحذيره الشهير من ازدياد عدد سكان الأرض بصورة متسارعة لا تتناسب مع النمو الحاصل في الإنتاج الغذائي على الأرض، أخذت الدول تعد عدتها لتلك الكارثة لتحافظ على أمنها الغذائي، وتدرأ المجاعة عن مجتمعاتها، فزادت من رقعة المساحات المزروعة، وصارت تزرعها في مواسم متتالية مستخدمة التسميد الكيميائي والمبيدات للقضاء على الآفات والحشرات. لكن تبين

* مساعد باحث، معهد الكويت للأبحاث العلمية ، (الكويت).

صحيح أن الفطريات والبكتيريا والحشرات المختلفة قد تصيب النباتات، وتدمر المحاصيل، لكن المبيدات التي تكافحها تحمل معها أضرارا واضحة على البيئة والحياة الفطرية. وهذه بحد ذاتها مشكلة تدفعنا للتساؤل: هل مبيدات الحشرات دواء أم وباء..؟!

مجموعات المبيدات

المبيدات Pesticides مصطلح عام نعني به مبيدات الأعشاب والحشرات وغير ذلك، وعندما يتعلق الأمر بالحشرات نعني به مبيدات الحشرات وحدها، فمبيدات الحشرات مواد كيميائية ومركبات كثيرة، أدخلت مع بعضها بنسب مختلفة، وأخذت تسميات تجارية تعد بالمئات في الأسواق. وعلى الرغم من تعدد التسميات فإنه يمكن تصنيفها في ثلاث مجموعات، هي:

- **المركبات الهيدروكربونية الكلورية:** منها الـ د.د.ت، والليندال، والألدرين، والأندرين، والهبتاكلور، والكلورودانو، والتكسافين.
- **المركبات العضوية الفسفورية:** منها: الباريثون، والملايثون والدي سلفتون.
- **مركبات الكرباميت المختلفة.**

وكان القرن الـ 18 على موعد مع بدء استخدام المواد السامة، فاستخدم الزرنيخ والزئبق والنحاس ونبات العنصيل لمقاومة القوارض وأمراض بعض النباتات. وعندما تطورت العلوم الحيوية والكيميائية في القرن العشرين، صنِّعت مواد كيميائية سامة استعملت لمكافحة الآفات المختلفة. وكان المرغوب منها أن تكون ثابتة دون تفكيك مدة طويلة ولا تتحلل بسهولة، وألا تكون نوعية، بل تستخدم في مقاومة كثير من الكائنات الحية الضارة. غير أن الديمومة ومقاومة التحليل تسببت في إبادة عدد كبير من الأحياء، فأخلت بالتوازن الحيوي في البيئة، مما دفع للبحث عن أساليب أخرى للمقاومة لا تضر بالبيئة.

الفطريات والبكتيريا والحشرات المختلفة قد تدمر المحاصيل لكن المبيدات التي تكافحها تلحق أضـرارا كبيرة بالبيئة والحياة الفطرية

مواد كيميائية ومركبات كثيرة أدخلت مع بعضها بنسب مختلفة وأخذت تسميات تجارية تعد بالمئات في الأسواق

بعد حين أن توقعات مالتوس لم تكن صائبة، وأن الإجراءات التي اتخذتها تلك الدول أدت إلى أضرار جسيمة ظهرت آثارها على مدار سنوات عديدة، لاسيما على البيئة وصحة الإنسان.

في القرن 18 بدأ استخدام المبيدات السامة كالزرنيخ والزئبق والنحاس ونبات العنصيل لمقاومة القوارض وأمراض بعض النباتات

فمن المجموعة الأولى – على سبيل المثال – استخدمت مادة الـ د.د.ت، التي ركبت عام 1874، والتي صنعها السويسري بول مولر، لمكافحة البعوض والذباب وغيرهما، فلاقت نجاحاً واسعاً في البداية، فازداد الطلب عليها في الأربعينيات من القرن الماضي بعد أن أثبتت فعاليتها. ثم تبين أن استعمال تلك المادة مدة طويلة سبب للبيئة دماراً كارثياً؛ فهذه المادة انتشرت في كل مكان، في الماء والهواء والتربة، وأبادت الكثير من الكائنات الحية.

ومن الخطأ القول إن كل الحشرات تضر بالمحاصيل أو تنقل الأوبئة، فمعظمها غير ضار بالمحاصيل، بل ومفيد عندما يفترس الحشرات الضارة، لكن المبيد يقتل الضارة منها والنافعة؛ مما دفع بلجنة حماية البيئة الأمريكية عام 1972 إلى أن ترفع توجيهاً بوقف استخدام هذه المادة كمبيد حشري، وذلك لإنقاذ ما يمكن إنقاذه من دمار حصل في البيئة بسبب استخدامها. أما المبيدات الأخرى مثل المبيدات الفسفورية العضوية (المجموعة الثانية) فهي أخف وطأة؛ فعندما ترش لا تعمر طويلاً، بل تفقد فاعليتها بعد أسبوعين على الأرجح، إذ تتأثر بالعوامل الجوية والحرارة والرياح، لكنها لا تخلو من الضرر ولاسيما في الأيام الأولى لرشها. فنحن إذاً أمام مفترق طرق بالنسبة للمبيدات، والموازنة غير السهلة بين النفع والضرر، لكن استعمالها لابد منه، فقد نحتاج إليها في:

- مكافحة الحشرات الضارة والعناكب والديدان التي تصيب محاصيل الزراعة، وتقلل من إنتاجيتها.
- القضاء على القوارض.
- رش حظائر الحيوانات لتطهيرها والتخلص من الحشرات.
- مكافحة الحشرات الطائرة والزاحفة الضارة بصحة الإنسان.
- مكافحة الطفيليات التي تتطفل على الإنسان مثل: القمل والجرب.
- مكافحة القوارض التي تنقل الأمراض.. الخ من الاستعمالات.

لكن الاستعمالات الخاطئة للمبيدات والجهل بأضرارها تجعل منها من أكثر ملوثات البيئة. ومن الأمثلة على ضرر بعض المبيدات أنها تقتل الأعداء الطبيعيين للحشرات الضارة، وتقلب التوازن بين الآفات وأعدائها الطبيعيين، فكينيا – على سبيل المثال- كانت تزرع البن، ورشت مبيد (البراثون) لمكافحة ضرر حشرة النطاط الكبير على أشجار البن. فاختفى النطاط فترة ثم عاد بكثرة، فتبين أن المبيد كان يقتل أحد الطفيليات التي تتكاثر على جسم النطاط وتحد من تكاثره، فعاد ليصبح واسع الانتشار بين أشجار البن.

المبيدات وصحة الإنسان

للمبيدات الحشرية أضرار كبيرة على الإنسان إما بشكل مباشر، وذلك بوصول المبيد الحشري أو أجزاء منه عن طريق اللمس أو الاستنشاق أو عن طريق الفم أو العين وذلك في الأماكن القريبة من أماكن استخدام المبيد، أو بطرق غير مباشرة عن طريق استهلاك المواد الغذائية والماء والهواء الملوثة بآثار المبيدات.

فقد تدخل جزيئات المبيد الحشري إلى جسم الإنسان على شكل غازات يحملها الهواء، وذلك عن طريق التنفس، فتصيبه بالتهابات حادة. كما أن الغازات التي تذوب في الماء تسبب التهابات في الرئة ثم ارتشاح ثم تليف، أما الغازات التي تذوب في الدهون فإنها تمر من خلال الرئة وتصل إلى الأعضاء التي توجد بها من خلال مجرى الدم مسببة العديد من الأمراض الحادة للكلية والكبد. وما يصل منها عن طريق بلع أبخرة وغازات المبيد إلى الجهاز الهضمي والبلعوم فإنه يسبب مرض الدرن.

وقد تخترق المبيدات السامة الجلد عند ملامستها له أو تدخل إلى الجهاز الهضمي عن طريق الخضار والفواكه الملوثة التي تحمل الآثار المتبقية من هذه السموم، ومن ثم تصل إلى الدم وإلى كل أعضاء الجسم فتستقر فيها، وتسبب عددا من الأمراض الخطيرة مثل أمراض الكبد والكلى والسرطان، إضافة إلى التشوهات الخلقية. وللمبيدات تأثير سلبي كبير في المياه والتربة والبيئة. ولما كانت البيئة الطبيعية تميل نحو التوازن، فعدد الأحياء بالنسبة إلى بعضها بعضا يميل نحو التوازن، وكل كائن حي يملك القدرة على التكاثر والانتشار لكن يحد من قدرته هذه نقص الغذاء، وتنازع البقاء ووجود الأعداء الطبيعيين، مما يجعل الأفراد الهالكة تعادل في نسبتها الأفراد المتوالدة الجديدة. والأحياء بشكل عام حلقة من الحلقات الطبيعية في الكون، وأي خلل يطرأ على هذا التوازن سينعكس على بيئة الأرض ومن عليها، وقد يوصلها إلى شفير الهاوية.

وتعد الكويت من البلاد التي حرصت على تحجيم أضرار المبيدات، فأصدرت لائحة بيئية فيها كل ما يخص المبيدات هي : اللائحة التنفيذية لقانون نظام المبيدات الصادر بالقانون رقم (21) السنة 2009، بالتعاون مع مجلس التعاون الخليجي، وحرصت على تطبيق المعايير العالمية لاستخدام المبيدات وإنتاجها، وحظرت استيراد بعض المبيدات الضارة. ■

المكافحة الطبيعية للحشرات

مع ازدياد عدد الحشرات الضارة بالمحاصيل؛ بسبب مقاومتها للمبيدات الحشرية، لجأ العلماء إلى طرق أخرى للتخلص منها، فلجأوا إلى المقاومة البيولوجية (الحيوية) Biological control، وهي استعمال كائنات حية لخفض الأضرار التي تسببها كائنات أخرى بالمحاصيل أو الحيوانات أو البشر.

و لاتهدف هذه المقامة إلى قتل كل الحشرات الضارة، بل الحد من نشاطها لتبقى بأعداد مقبولة متوازنة مع الكائنات الحية الأخرى في البيئة. ومبدأ المكافحة البيولوجية عرفته مجتمعات عدة وطبقته بأساليب مختلفة.

فالعرب كانت تأتي بالنمل الصحراوي ليفترس النمل العادي الذي يعيش على ثمار التمر. وقبل مئة عام استوردت الولايات المتحدة الأمريكية حشرة من نوع أبي دقيق Radiola cardinalis الأسترالي لمقاومة البق الدقيقي الذي يتطفل على الحمضيات. ويعد نقار الخشب طبيب الغابة فهو يتغذى على الحشرات الضارة بساق الأشجار.

وكل عصفور من عصافير القرقف الأزرق يتغذى على ستة ملايين حشرة سنوياً، ويطعم فراخة كل موسم تكاثري 24 مليون يرقة من يرقات الحشرات.

قمة الأمم المتحدة للعمل من أجل المناخ

أحمد عبد الحميد *

بعد عدة أيام من اللقاءات والندوات وورش العمل المتخصصة، وبحضور أكثر من 60 من قادة دول العالم اختتمت قمة الأمم المتحدة من أجل المناخ أعمالها في أواخر سبتمبر الماضي بنيويورك بنتائج متواضعة - نوعا ما - و«وعود» من المشاركين بالعمل من أجل الحد من احترار الكرة الأرضية، ومن تداعيات ذلك على البشرية.

فمن الجانب الإيجابي أعلنت أكثر من 60 دولة عزمها العمل على البحث في سبل لخفض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري إلى الصفر، وقالت دول أخرى لا يقل عددها عن تلك إنها ستصعد من طموحاتها فيما يخص التغيُّر المناخي بحلول العام المقبل.

لكن على الجانب السلبي، تبين من خلال دعوات عدد من الناشطين البيئيين والتقارير المتخصصة أن جهود

* كاتب وباحث وإعلامي، (الكويت).

نداء الأمم المتحدة

في تلك القمة طالب الأمين العام للأمم المتحدة أنطونيو غوتيريش الدول المشاركة فيها بالالتزام بما خلص إليه مؤتمر باريس للمناخ عام 2015، وإحياء صندوق المناخ الأخضر والالتزام بجمع 100 بليون دولار سنويا بدءا من عام 2020. ودعا إلى تقديم التزامات ملموسة بوقف دعم الوقود الأحفوري، والتوقف عن بناء محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، والتحرك نحو الوصول بصافي الانبعاثات إلى مستوى صفر.

واستنكر تقديم بعض حكومات الدول الأعضاء في الأمم المتحدة تريليونات الدولارات من أموال دافعي الضرائب لصناعة الوقود الأحفوري لتعزيز الأعاصير، وانتشار الأمراض المدارية، وبناء المزيد من مصانع الفحم التي تخنق مستقبلنا، محذرا قادة دول العالم المشاركين في القمة من «غضب الطبيعة والآثار الوخيمة لتغير المناخ». وأقر الأمين العام بـ«فشل جيله في الاضطلاع بمسؤولياته إزاء حماية كوكب الأرض»، مضيفاً «نحن في حفرة مناخية عميقة وللخروج يجب علينا أولاً التوقف عن الحفر».

معدلات قياسية

ووفق الأمم المتحدة فقد وصلت الانبعاثات الغازية إلى معدلات قياسية وهي لا تبدي أي علامة توقف. وكانت السنوات الأربع الأخيرة أكثر حرارة كما أن درجات الحرارة في فصل الشتاء في القطب الشمالي ارتفعت ثلاث درجات سيليزية منذ سنة 1990.

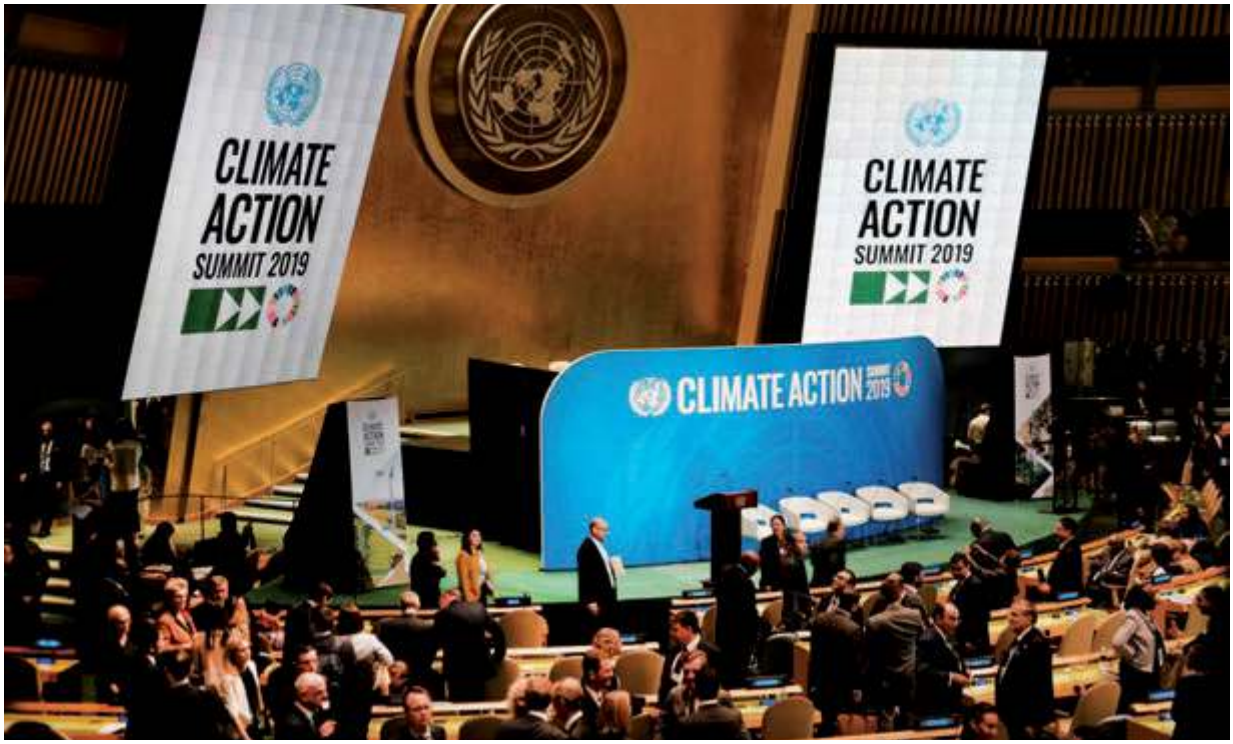
وتشهد مستويات البحر ارتفاعا، فيما تموت الشعاب المرجانية، ويلاحظ العالم الأثر المهدد على الحياة لتغير المناخ على الصحة، من خلال تلوث الهواء وموجات الحرارة وأخطار الأمن الغذائي.

وباتت آثار تغير المناخ محسوسة في كل مكان كما أن لها عواقب حقيقية على حياة الناس، وهي تعرقل تطور الاقتصادات الوطنية. غير أن هنالك اعترافا متزايدا بأن الحلول الممكنة والقابلة للتطوير موجودة الآن، وأن بإمكانها العمل على أن يتخطى الجميع هذا الأمر وصولا إلى اقتصادات نظيفة وأكثر مقاومة.

ويظهر تحليل حديث أنه إذا تحركت البشرية في الوقت الحالي، فبإمكانها خفض انبعاثات الكربون خلال 12 سنة، وإيقاف الارتفاع في المعدل العالمي لدرجة الحرارة إلى أقل بكثير من درجتين سيليزيتين.

بعض الدول المتقدمة غير الكافية في هذا المجال تهدد مستقبل الأجيال القادمة. فالتعهد الذي تقدمت به ألمانيا - على سبيل المثال - وصفه ناقدون بأنه غير كاف أبداً للوفاء بوعود خفض الانبعاثات الكربونية التي سبق أن تعهدت بها الحكومة الألمانية.

قمة الأمم المتحدة من أجل المناخ اختتمت أعمالها بنتائج متواضعة - نوعا ما - ووعود من المشاركين بالعمل من أجل الحد من احترار الكرة الأرضية



قمة للشباب

على هامش قمة المناخ عقدت قمة الأمم المتحدة للمناخ المخصصة للشباب التي تعد منبرا مخصصا لهذه الشريحة التي ستقود النشاط المناخي.

واستهدفت القمة استعراض أعمال الشباب ومبادراتهم وحلولهم لمشكلة تغير المناخ، والتشارك بشكل هادف مع صانعي القرار بشأن هذه القضية الحيوية.

وتضمنت قمة الأمم المتحدة للمناخ المخصصة للشباب برامج جمعت بين الناشطين والمبتكرين ورجال الأعمال وصانعي التغيير من فئة الشباب الملتزمين بمكافحة تغير المناخ بالسرعة والمستوى اللازمين لمواجهة التحدي.

حافظات العمل

لضمان أن تكون أعمال التحول في الاقتصاد الفعلي مؤثرة قدر الإمكان، أعطى غوتيريش الأولوية لحافظات العمل التالية، التي يعترف بأن لها قدرة عالية على الحد من الانبعاثات الغازية وتعزيز العمل العالمي على التكيف والمقاومة.

الجانب المالي: تعبئة المصادر العمومية والخاصة للتمويل لدفع عملية إزالة الكربون من جميع القطاعات ذات الأولوية وتعزيز المقاومة؛

- التحول في الطاقة: تسريع التحول من الطاقة الأحفورية نحو الطاقة المتجددة، إضافة إلى تحقيق أرباح معتبرة في كفاءة الطاقة؛

قمة الدول الجزرية

على هامش (قمة المناخ) عقدت قمة الدول الجزرية الصغيرة النامية، التي تضم 38 بلدا حددتها الأمم المتحدة باعتبارها من الدول الجزرية الصغيرة النامية من بين أكثر الدول ضعفا في العالم.

وتقع في منطقة البحر الكاريبي والمحيط الهادئ والمحيط الأطلسي، وكذلك في المحيط الهندي وبحر الصين الجنوبي، وتعاني من عواقب المناخ العالمي المتطرف بشكل متزايد والتي لا يمكن التنبؤ بها.

وإضافة إلى التحديات البيئية، تواجه الدول الجزرية الصغيرة النامية مجموعة من التحديات المتعلقة بصغر حجمها وبعدها وتعرضها للصدمات الاقتصادية الخارجية.

ودعت الأمم المتحدة المجتمع الدولي إلى مساعدة تلك الدول المتضررة بشدة من تغير المناخ لتعزيز مرونتها الاقتصادية والبيئية.

وقالت إن أزمة المناخ تهدد اليوم الأمن الغذائي وسبل العيش في تلك الدول الصغيرة على الرغم من أنها تنتج أقل من 1 % من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية، مضيفة إنه من خلال الجهود العالمية فقط مثل (مسار ساموا) يمكننا مواجهة التحديات بما في ذلك التهميش الاقتصادي الذي تواجهه تلك الدول في سعيها إلى تحقيق مستقبل آمن ومزدهر ومستدام.

- التحول في الصناعة: تحويل الصناعات كالوقود، والغاز، والفولاذ، والأسمنت، والمواد الكيميائية، وتكنولوجيا المعلومات؛
- الحلول القائمة على : التخفيض من الانبعاثات، وتعزيز المقاومة داخل وعبر الغابات، والزراعة، والمحيطات، وأنظمة الغذاء بما في ذلك المحافظة على التنوع البيولوجي، وتسخير سلاسل الإمداد والتكنولوجيا.
- المدن والعمل المحلي: تعزيز الخفض والمقاومة على المستويين الحضري والمحلي، مع التركيز على التزامات جديدة بشأن المباني ذات انبعاثات منخفضة، والنقل الجماعي، والبنية التحتية الحضرية، ومقاومة فقراء المناطق الحضرية؛
- المقاومة والتكيف: تعزيز الجهود العالمية لمعالجة وإدارة آثار تغير المناخ ومخاطره، لا سيما في المجتمعات والدول الأكثر ضعفا.

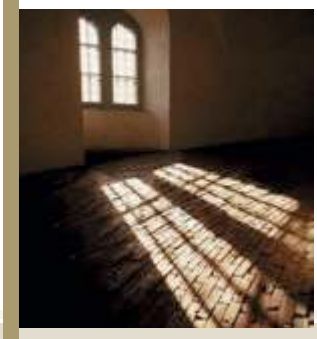
علاوة على ذلك، هنالك ثلاثة مجالات رئيسية مهمة:

- استراتيجية خفض الانبعاثات: توليد زخم للمساهمات الطموحة المحددة وطنيا والاستراتيجيات البعيدة المدى لبلوغ أهداف اتفاق باريس.
- إشراك الشباب والتعبئة العامة: لتعبئة الأفراد في جميع أنحاء العالم لاتخاذ إجراءات بشأن تغير المناخ وضمان إدماج الشباب وتمثيلهم في جميع جوانب القمة، بما في ذلك مجالات التحول الستة.
- العوامل الاجتماعية والسياسية: لتعزيز الالتزامات في المجالات التي تؤثر في رفاهية البشر، مثل التقليل من تلوث الهواء، وخلق فرص عمل لائقة، وتقوية استراتيجيات التكيف مع المناخ، وحماية العمال والفئات الضعيفة. ■

مجالات العمل في قمة المناخ

1. التخفيف : يركز المسار على تعزيز التزامات التخفيف (المساهمات المحددة وطنيا، مخططات بانعدام أي انبعاثات... إلخ) للبلدان الرئيسية التي تنبعث منها الغازات.
2. العوامل الاجتماعية والسياسية: يركز المسار على القضايا الشاملة لعدة قطاعات، بما في ذلك قطاع الصحة والتحول المنصف، والجنس، والمناخ، والأمن.
3. الشباب والتحشيد العام: يركز المسار على تحشيد الشباب والمجتمع المدني دعما للقمة وترشيدا لمشاركة الشباب عبر كامل مسارات العمل.
4. التحول في مجال الطاقة: يركز المسار على العناصر الرئيسية لتسريع التحول في مجال الطاقة، بما في ذلك الدفع بالطاقات المتجددة، والكفاءة في استخدام الطاقة، وتخزين الطاقة، والوصول والإبداع، إضافة إلى حشد الاستثمارات من أجل التحول في مجال الطاقة.
5. التحول في مجال الصناعة: يركز المسار على خلق التزامات قوية من القطاعات التي يصعب فيها التخفيف (الفولاذ، الأسمنت)، وتقوية زخم إيجابي في المجالات كمجال النقل البحري.
6. التمويل المناخي وتسعير الكربون: يركز المسار على مبادرات تُظهِر أن إحداث تدفقات تمويل عمومي وخاص تتماشى مع مسار نحو انبعاثات غازية منخفضة ومقاومة للمناخ ممكنة ولا يمكن الرجوع عنها، وتنفيذ الالتزامات بتوفير 100 بليون دولار سنويا بحلول سنة 2020 من أجل التخفيض والتكيف.
7. الهياكل والمدن والعمل المحلي: يركز المسار على زيادة الالتزامات الطموحة حول خفض الانبعاثات وتقوية البنية التحتية، لاسيما النقل عن طريق البر، والمباني، وأنظمة المياه وتصريف النفايات، والتمويل المصرفي الإنمائي الضروري المتعدد الأطراف والخاص.
8. الحلول المستندة إلى الطبيعة: يركز المسار على الغابات والنظم الإيكولوجية القائمة على الأراضي، والزراعة الذكية وأنظمة الغذاء، وإعادة بعث الحياة في الأنهار والبحيرات والمحيطات، وتمكين جميع الأشخاص من الاتصال بالطبيعة.
9. المرونة : يركز المسار على إدراج أخطار المناخ في القطاعين العام والخاص، واتخاذ قرار لضمان استدامة الغذاء، والماء، والوظائف في المستقبل، وأيضا لمنع حدوث كوارث والسماح بالانتعاش العاجل في المرحلة اللاحقة لاسيما للمجموعات الأكثر هشاشة.

الطاقة النووية.. أخطار وضرورات



د. مصطفى معرفي
مدير مكتب الجوائز
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

منذ بداية عصر البخار وبزوغ فجر الثورة الصناعية، ونهمُ المجمعات إلى استهلاك الطاقة في تصاعد بمعدلات غير مسبوقة، في حين أن معظم المصادر التقليدية محدودة وناضبة. إضافة إلى ذلك، نشأت عن استخدامات الوقود الأحفوري معضلات تحتم على البشر معالجتها والبحث عن مصادر بديلة. وقد تنامى الوعي خلال السنوات الماضية بأخطار زيادة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي مما يؤدي إلى بروز ظاهرة الاحتباس الحراري التي يراها خبراء المناخ أنها تشكل أكبر معضلة يواجهها البشر في وقتنا الراهن.

وعلى الرغم من الحديث الواعد عن المصادر المتجددة للطاقة، بيد أن التقانات المتوافرة والتطورات المتوقعة لها على الأمد المنظور لا تشيران إلى حدوث اختراق وشيك يجعل من هذه المصادر بديلاً عملياً وتجاريا للمصادر التقليدية.

من هذا المنظور تركز أمم الأرض على تطوير تقانات المفاعلات النووية لتوليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة. ولعل المعوِّق الأكبر أمام التوجه نحو استخدام الطاقة النووية هو ارتباطها بالدمار الذي أصاب مدينتي هيروشيما وناغازاكي عام 1945 وما أعقب ذلك من آثار على البشر والحجر لتمتد تلك الآثار إلى أجيال متعاقبة. كما يرتبط الموضوع بالكوارث النووية التي حلت ببعض المفاعلات النووية منذ الخمسينيات من القرن المنصرم، وأسوؤها انصهار قلب المفاعل النووي في تشيرنوبيل في أبريل عام 1986، ودمار المفاعل النووي في فوكوشيما عام 2011 نتيجة زلزال وقع في المدينة.

لكن هذه المخاوف لم تثن الدول عن التوسع في بناء المفاعلات النووية وتحديثها أو التخطيط للدخول في النادي النووي السلمي. ولعل أبرز المشاريع العربية في هذا المضمار هو توقيع دولة الإمارات العربية المتحدة عقوداً لإنشاء أربع محطات نووية بقدرة 6000 كيلووات مع شركة كورية عام 2009. من جانبها، أنشأت الكويت عام 2009 اللجنة الوطنية للطاقة الذرية التي سعت إلى وضع تصور لمستلزمات بناء مفاعل نووي، بيد أن هذه الجهود توقفت بعد حادثة فوكوشيما.

استخدام الطاقة النووية لا يقتصر على توليد الطاقة الكهربائية بل يمتد إلى مجالات عدة مهمة من أبرزها المجال الطبي سواءٌ في التشخيص أم علاج بعض الأورام السرطانية أم في التعقيم. كما أن المجال الزراعي وتصنيع الأغذية وغيرهما وجدت في المواد المشعة وسيلة مثلى لمكافحة الميكروبات وفحص المنتجات وحمايتها.

اشترك الآن!

+

اشتراك بمجلتين

25 د.ك

الاشتراك بمجلة واحدة

15 د.ك

المجلات الصادرة عن التقدم العلمي للنشر:

كيف تعمل الأشياء

مدار

MIT Sloan Management Review بالعربية

العلوم

للاشتراك:

shop.aspdkw.com

قيمة الاشتراك تشمل أجور البريد إلى كافة أنحاء العالم.

aspdkw aspdkw aspdkw

shop.aspdkw.com subscriptions@kfas.org.kw

للاستفسار: 66039310

التقدم العلمي للنشر
Advancement of Science Publishing

KFAS | إحدى شركات Company

shop.aspdkw.com

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

تجاوز التحديات الوطنية عبر الأبحاث التطبيقية

دعم قدرات القطاع الخاص على الابتكار لتحفيز الاقتصاد الوطني

تبنى مشاريع ريادية في مجالات الطاقة والبيئة والمياه لتحقيق الاستدامة

دعم السياسات العامة بالأبحاث العالمية والقرائن العلمية

تابعونا على:

www.kfas.org

مستقبل نرعاه بالمعرفة