التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 103 أكتوبر 2018 م - المحرم 1440 هـ

october 2018 No.103 - 1440 المحرم - 2018 العدد 103 أكتوبر

الثورة الصناعية الرابعة..
منعطف هائل في تاريخ البشرية

التقدم العلمي العدد 103 أكتوبر 2018 م - المحرم 1440 هـ

october 2018 No. 103

❖ 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 103 - أكتوبر 2018 م - المحرم 1440 هـ
October 2018 No. 103

رئيس التحرير

د. سلام أحمد العبلاني

المحرر العلمي

د. عبدالله بدران

تشهد البشرية منعطفا جديدا في تاريخها بسبب تطورات هائلة أحدثتها الثورة الصناعية الرابعة التي بدأت بوادرها في ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي، لكنها تمتاز عن الثورات الثلاث الماضية بسرعتها الجامحة، ومجالها الواسع، وتأثيرها الكبير في كل المجالات.

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 :** (+965)22278161 **هاتف :** (+965)22278160
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.

من إصدارات مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

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

شركة التقدم العلمي للنشر والتوزيع
www.aspdkw.com
www.shop.aspdkw.com

وعود الثورة الصناعية الرابعة

رئيس التحرير
د. سلام أحمد العبلاني

نقف اليوم على حافة الثورة التكنولوجية الرابعة التي ستغير جذريا الطريقة التي نحيا بها ونعمل. هذا التحول الجبار الذي تعد به الثورة الرابعة سيشمل جميع مناحي حياتنا وسيكون فريداً من نوعه في تاريخ البشرية، سواء من ناحية حجم التغيير أو تعقيده. والحقيقة أننا لا نعرف بالضبط كيفية هذا التحول لأننا نعيش زخمه العارم لحظةً فلحظة، لكننا نعرف على وجه اليقين أنه لكي ننجح في مواكبة الدول المتقدمة فإن استجابتنا لهذه التغيرات يجب أن تكون شاملة ومتكاملة وتضم جميع الأطياف التي تمثل أركان المجتمع المدني والقطاعات الوظيفية العامة والخاصة والمجتمعات الأكاديمية والمؤسسات المجتمعية.

الثورة الصناعية الأولى قامت على اكتشافات واختراعات هائلة في زمنها، تمحورت حول استخدام وتطويع طاقة المياه والبخار لميكنة الإنتاجية، ومنها بدأ التحول التدريجي للمجتمعات من طبيعتها الزراعية إلى هوية جديدة تتسم بالصناعات التي اعتمدت على المحركات البخارية سواء في الإنتاج أو في النقل والمواصلات. أما الثورة الثانية فتميزت باستخدام الطاقة الكهربائية التي مكنت الدول ذات المصادر الطبيعية المتنوعة من تكريس قدراتها لاستغلال تلك المصادر في الصناعة، مما أطلق العنان للمجتمعات الصناعية لأن تخلق مبدأ الإنتاجية الضخمة (mass production). وبدأ ظهور الآلات الكهربائية واستغلالها في السلم والحرب وتميزت هذه الحقبة باختراعات مهمة جدا أثرت بصورة كبيرة في تطور الحضارة الإنسانية.

أما أعظم إنجازات الثورة الثالثة فكان استخدام الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات والصناعات الرقمية، مما جعل الهوة تزداد اتساعاً بين الدول المتقدمة والدول التي تحاول جاهدةً اللحاق بالتطورات المتسارعة. لذا فالمراقب التاريخي يستطيع أن يرى اتصالاً بين الثورات الثلاث بحيث بدأت بميكنة الإنتاج، ثم ضخامة الإنتاج، ثم أتمتة الإنتاج.

أما الآن فنحن نعيش تحولات الثورة الرقمية التي بدأت في الربع الأخير من القرن الماضي، والتي تتميز بانصهار جميع التقنيات التي تم التوصل إليها، بحيث تداخلت العوالم الفيزيائية والرقمية والبيولوجية وتم طمس الخطوط الفاصلة بينها. وهناك ثلاثة أسباب تجعل هذه التحولات متفردة في طبيعتها ومتميزة، وليست مجرد امتداد للثالثة. هذه الأسباب هي سرعة التغيير، ونطاقه، وتأثير هذه التحولات في النظم السائدة. فسرعة الاختراقات العلمية الحالية لا يوجد لها مثيل في التاريخ البشري، إذ نرى بأعيننا تطور التقنيات الرقمية بسرعة مذهلة مقارنةً بالثورات الصناعية السابقة. ونطاق هذه التطورات قلب موازين ومفاهيم التكنولوجيا السائدة إلى عهد قريب في كل العالم. فما كان ينظر إليه على أنه تكنولوجيا متقدمة تم نسفه تماماً وأصبح بلا فائدة اقتصادية، والأمثلة على ذلك كثيرة جداً. والسبب الأخير هو التأثير العظيم لهذه التحولات في أنظمة الإنتاج والإدارة والحوكمة بكاملها. ونتيجةً لذلك فنحن نرى بلايين البشر يتواصلون بواسطة الهواتف المحمولة مع إنترنت ذات سرعات خيالية، وقدرات غير محدودة للوصول إلى المعلومة، إضافةً إلى إنجازات تكنولوجية غير مسبوقة في مجالات الذكاء الاصطناعي والروبوتات، وإنترنت الأشياء، والمركبات الذاتية القيادة، والطباعة الثلاثية الأبعاد، وتقنيات النانو، والتكنولوجيا الحيوية، وعلوم المواد، والحوسبة الكمومية. ■

النقد العلمي
العدد (103) أكتوبر 2018

ملف العدد <<<

الثورات الصناعية الأربع: إطلالة تاريخية 8
د. محمد عبد القادر الفقي

الثورة الصناعية الرابعة: آفاقها ومستلزماتها في الوطن العربي 16
د. محمد مراياتي

الذكاء الاصطناعي وآفاقه الواعدة 23
د. منذر الحمدوش

طب النانو.. سلاح القرن لقهر الأمراض المستعصية 30
د. محمد شريف الإسكندراني

الروبوتات.. ثورة الاستخدامات اللامتناهية 36
د محمد سامي الحجي

إنترنت الأشياء.. ترابط الإنسان والمكان والزمان 40
م. حنان عواد

آفاق الوراثة والمعلوماتية الحيوية في ضوء الثورة الرابعة 45
د. طارق قابيل

أمن المعلومات في عصر الثورة الرابعة 50
د. صفاء زمان

من مقالات العدد >>>

لقاحات المستقبل.. تقنيات واعدة تلوح في الأفق

60 د.عبدالرحمن أمين

علاجات واعدة لسرطان الثدي

66 م . ماجد العنزي

محطات الطاقة النووية و تقييم الآثار البيئية

72 د.وفاء محمد مصطفى سالم

الأمن الغذائي في العالم والنهار السرمدي

76 د. قاسم زكي

اللحوم المصنعة.. ثورة في عالم التغذية

84 م. أمجد قاسم

مجلة العلوم

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

تصدر شهرياً في دولة الكويت منذ عام 1986 عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

وهي مؤسسة أهلية ذات نفع عام، يرأس مجلس إدارتها صاحب السمو أمير دولة الكويت، وقد أنشئت عام 1976 بهدف دعم التطور العلمي والحضاري في دولة الكويت والوطن العربي، وذلك من خلال دعم الأنشطة العلمية والاجتماعية والثقافية. وتسعى المجلة إلى تمكين القارىء غير المتخصص من متابعة تطورات معارف عصره العلمية والتكنولوجية.

مجلة العلوم

تابعونا:
www.aspdkw.com
oloom.aspdkw.com
oloomnews.aspdkw.com

ملف العدد

الثورة الصناعية الرابعة.. آفاق لاحدود لها

هنالك محركات رئيسية ستقود العالم في الفترة المقبلة نتيجة التطورات الهائلة التي أحدثتها الثورة الصناعية الرابعة، لعل من أهمها الذكاء الاصطناعي، والروبوتات، والسيارات الذاتية القيادة، والطابعات الثلاثية الأبعاد، والبيانات العملاقة، وإنترنت الأشياء، والتقانة النانوية والحيوية، وتخزين الطاقة، والحوسبة الكمومية.

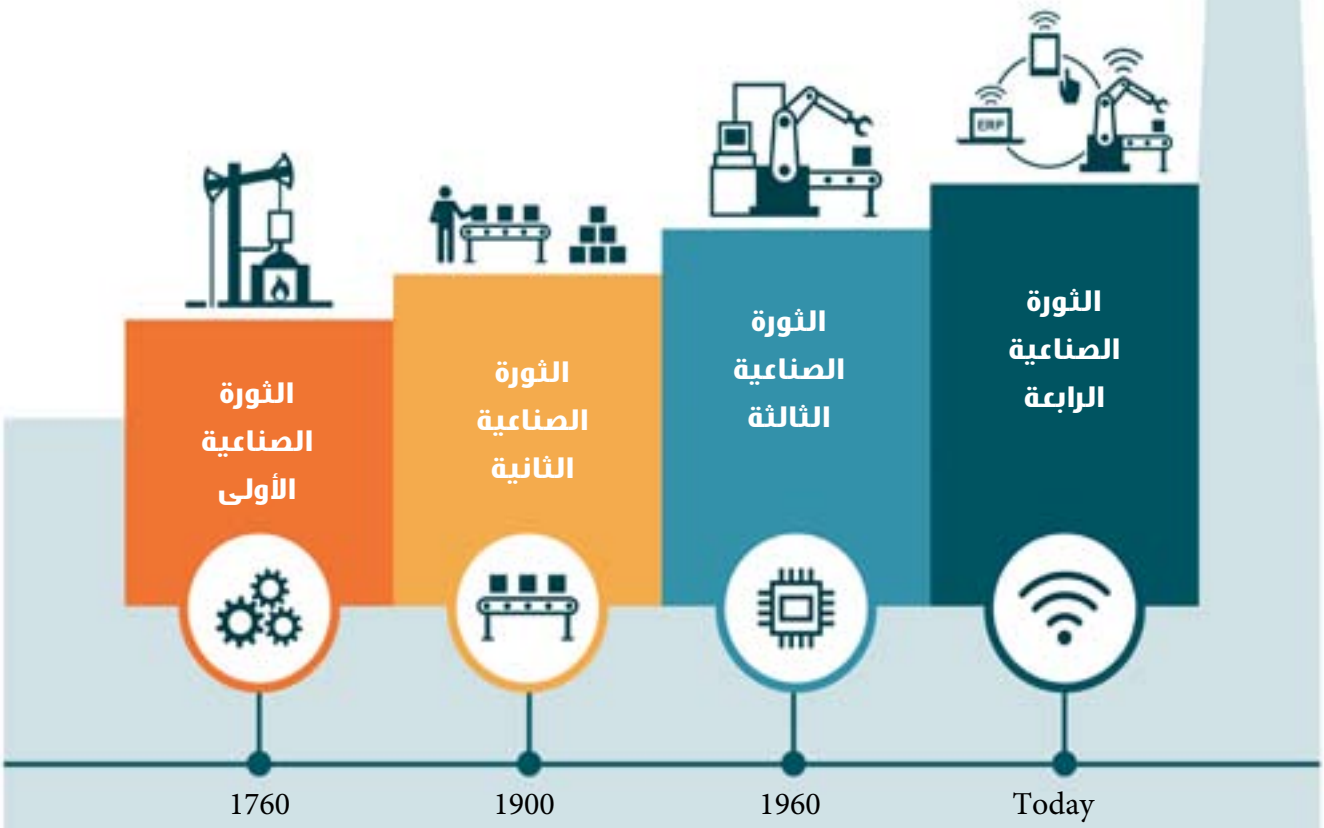
وملف هذا العدد يتطرق إلى عدد من تلك المحركات، وأبعادها المتنوعة، وآفاق تلك الثورة التي تمثل منعطفا هائلا في تاريخ البشرية، ولاسيما تحدياتها ومستلزماتها في الوطن العربي. والتطورات الحاصلة في بعض مجالات هذه الثورة ستسعى إلى إعادة تعريف ما يعنيه أن نكون بشرا عن طريق زيادة العتبات الحالية للعمر، والصحة، والإدراك، والقدرات، وهي أمور ستدفعنا إلى إعادة تعريف حدودنا المعنوية والأخلاقية.

الثورات الصناعية الأربع: إطلالة تاريخية

الثورة الرابعة.. آفاقها ومستلزماتها في الوطن العربي

الروبوتات.. ثورة الاستخدامات اللامتناهية

الثورات الصناعية الأربع: إطلالة تاريخية



د. محمد عبد القادر الفقي *

إن المتتبع لتاريخ الاكتشافات والاختراعات العلمية يلاحظ ملمحين بارزين: أولهما: أن ثمة تحولا جذريا حدث في آلية حدوث هذه الاكتشافات والاختراعات؛ ففي الماضي كانت تتم على يدي شخص واحد، أما اليوم فإنها ثمرة جهد جماعي، يقوم على نتاج عدد لا يحصى من العلماء السابقين.

والثاني: أن المسافة الزمنية بين تواريخ حدوث الاكتشافات والاختراعات العظمى ضاقت فجوتها حاليا عما كانت عليه بالأمس. فبينما استغرق الأمر قرونا طوالا للانتقال من مرحلة الزراعة إلى عصر الصناعة، فإننا نعيش الآن في ضوء اكتشافات واختراعات جديدة لا يفصلها زمنيا إلا بضعة أعوام أو أشهر معدودات.

ولعل استقراء تاريخ الثورات الصناعية التي مرت بها البشرية في العصر الحديث يؤكد ذلك.

* كاتب ومترجم متخصص في العلوم، مؤلف كتب عدة في الطاقة والبيئة والتنمية المستدامة والتراث العلمي العربي والإسلامي،(الكويت)

الثورة الصناعية الأولى

يرى مؤرخو العلوم أن الثورة الصناعية الأولى بدأت ولادتها رسميا في بريطانيا عام 1760 عندما اُخترِع المحرك البخاري. ومع أن هذا الاختراع يُنسب إلى الاسكتلندي (جيمس واط)، فإن هناك من سبقوه ومهّدوا له الطريق لهذا الاختراع.

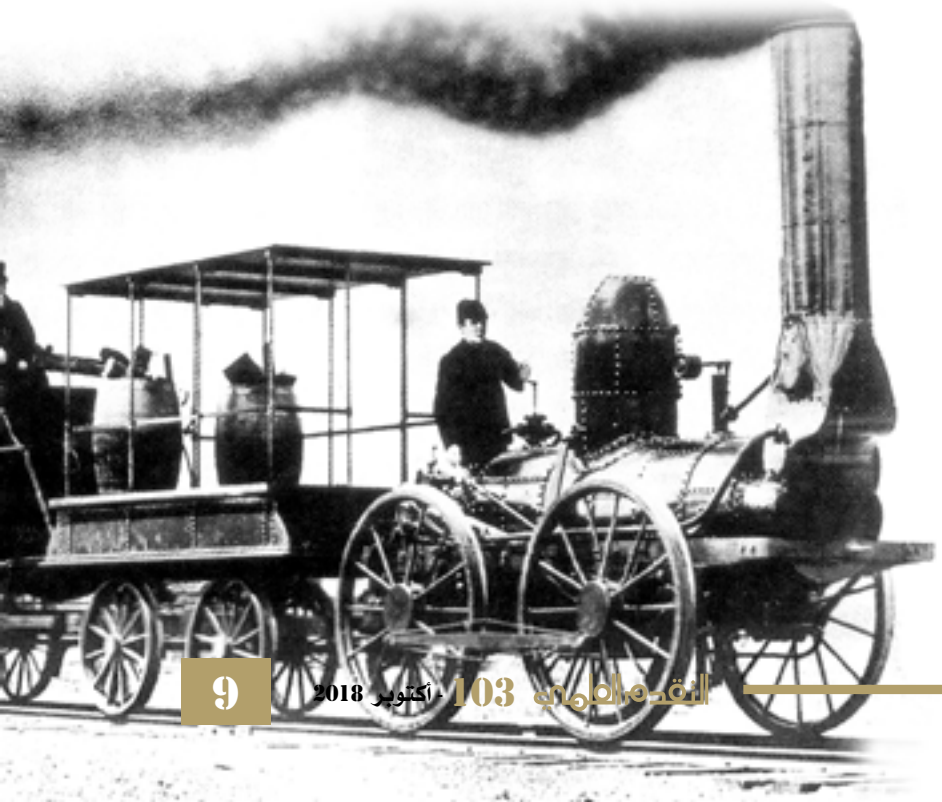
فقد اخترع العالم العربي (بديع الزمان الجزري) مضخة المكبس التي مهدت السبيل لابتكار ذلك المحرك. وفي عام 1630، حصل الاسكتلندي (ديفيد رامزي)، على براءة اختراع لجهاز (لرفع المياه بواسطة النار). وفي عام 1712 اخترع (توماس نيوكومن) و(جون كالي) مضخة بخارية أكثر فعالية، سميت بمضخة (نيوكومن). وفي عام 1769 طور (جيمس واط) مضخة (نيوكومن)، حيث اكتشف أنّ تكثيف البخار بشكل منفصل يحافظ على حرارة أسطوانة المحرك، ثم صمم محرّكا ذا أسطوانة منفصلة عن الوعاء الذي يتمّ فيه تكثيف البخار. واخترع (واط) أيضا مكثفا لمحركه، مما جعله آلة تجارية ناجحة. وفي عام 1775، بدأ إنتاج هذا المحرك. وبحلول عام 1800، تم إنتاج نحو 500 وحدة منه.

وكان لاختراع (واط) دورٌ كبير في تطوير الثورة الصناعية الأولى؛ فقد أسهم هذا المحرك في التحول من الزراعة ومجتمع الإقطاع إلى عمليات التصنيع الجديدة. وشمل هذا التحول استخدام الفحم كطاقة رئيسية، لاسيما في تشغيل القطارات التي أصبحت بفضل المحرك البخاري وسيلة النقل الرئيسية. واستفادت صناعات النسيج والحديد والصلب والسفن من استخدام المحرّك البخاري. وفي عام 1778م، دُشّنت أول سفينة تسير بالبخار. وبمرور الأعوام حلت السفن التي تعمل بالمحركات البخارية محل السفن الشراعية، وتمكنت من عبور المحيطات. وتوالى تطوير تلك السفن البخارية إلى أن أصبحت أداة تجارية وعسكرية في أيدي الدول الكبرى. وبصفة عامة، كانت انعكاسات الثورة الصناعية الأولى على النظام الاقتصادي العالمي كبيرة جدا، حتى إنها غيّرت بشكل جذري طريقة الحياة، إذ أدت إلى ميكنة الزراعة والصناعة، ورفع الإنتاجية فيهما، ومهدت الطريق للثورات الصناعية الثلاث التي جاءت بعد ذلك.

الثورة الصناعية الثانية

بدأت الثورة الصناعية الثانية رسميا في عام 1900، مع اختراع محرك الاحتراق الداخلي. وقد أسهمت جهود علماء سابقين في التمهيد لهذه الثورة. فثمة أجزاء مختلفة من منظومة محرك الاحتراق الداخلي تم اختراعها أو وضع أسس تصميمها من قبل. فذراع التدوير الآلية، مثلا، وصفها (بنو موسى) في (كتاب الحيل). وعمود الحدبات (عمود الكامة) اخترعه (الجزري). وفي عام 1798، بنى (جون ستيفنز) أول محرك احتراق داخلي أمريكي يعمل بذراع التدوير المزدوجة. وفي عام 1823، حصل (صامويل براون) على براءة اختراع لأول محرك احتراق داخلي صالح للتطبيقات الصناعية. وفي عام 1826، حصل (صمويل موري) على براءة اختراع للمفحِّم

الثورة الصناعية الأولى بدأت رسميا في بريطانيا عام 1760 عندما اخترع (جيمس واط) المحرك البخاري

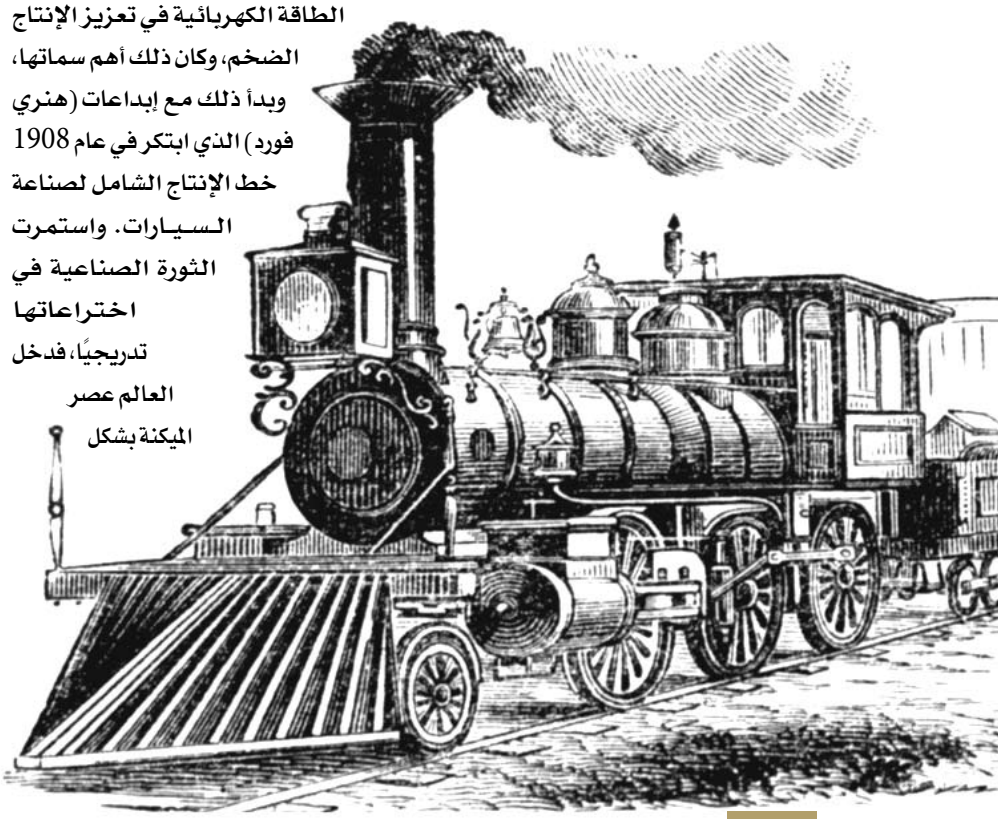


الثورة الصناعية الثانية بدأت رسميا عام 1900 مع اختراع محرك الاحتراق الداخلي ومهدت لها جهود علماء سابقين

(الكاربريتر). وفي عام 1885، نجح (كارل بنز) في ابتكار محرك احتراق داخلي يعمل بالغازولين. وفي الوقت نفسه، نجح (غوتليب دايملر)، على انفراد، في ذلك أيضا.

ومما مهد للثورة الصناعية الثانية أيضا استخدام طريقة (بسمر) لتصنيع الصلب، واكتشاف النفط وتكريره، حيث استخدِم الغازولين والديزل في إدارة محركات السيارات التي تعمل بأحد نوعي محركات الاحتراق الداخلي. وأسهم اكتشاف (توماس إديسون) للكهرباء في تفجير الثورة الصناعية الثانية، حيث شاع استعمال المصباح الكهربائي اعتبارا من 1880، وانتشر استخدام الكهرباء في المجال الصناعي على نطاق واسع.

ومع بداية القرن العشرين، دخل العالم عهد السيارة ذات المحرك التي شكلت تحولا جذريا في مفهوم المواصلات. كما شاع استخدام القطار ذي المحرك. وبعد ذلك توالت الإنجازات العلمية بظهور الهاتف والإذاعة والتلفزيون والطائرة. وقد استفادت الثورة الصناعية الثانية من الطاقة الكهربائية في تعزيز الإنتاج الضخم، وكان ذلك أهم سماتها، وبدأ ذلك مع إبداعات (هنري فورد) الذي ابتكر في عام 1908 خط الإنتاج الشامل لصناعة السيارات. واستمرت الثورة الصناعية في اختراعاتها تدريجيًا، فدخل العالم عصر الميكنة بشكل موسع جدا، خصوصا بعد اكتشاف الخلايا الضوئية، وهو ما سهل عملية الإنتاج.



وقد أدت الثورة الصناعية الثانية إلى تغيير أنماط حياة الإنسان على وجه الأرض. فإلى هذه الثورة يُنسب شكل النظام الاقتصادي الدولي الذي نعيشه حاليا. ويمكن القول إن هذه الثورة كانت اللبنة الأساسية لشكل النظم الاقتصادية الموجودة على مستوى العالم.

الثورة الصناعية الثالثة

بدأت هذه الثورة في عام 1960، واستمرت حتى عام 2000. وكانت للحواسيب والروبوتات اليد الطولى في قيادة هذه الثورة، التي عرفت بالثورة الرقمية.

ففي مجال الحواسيب قام (جون أتاناسوف) في عام 1937 ببناء أول حاسوب رقمي إلكتروني. وفي عام 1946 شيد (جون فون نيومان) أول حاسوب يعمل بنظام الأرقام الثنائية. وفي العام نفسه، تم بناء الحاسوب (يونيفاك 1) الذي كان أول حاسوب للتطبيقات التجارية والحكومية.

ومن عام 1951 وحتى عام 1958، استمرت فترة ما يسمى بالجيل الأول من أجيال الحواسيب، وهو جيل اتسم بالاعتماد على الصمامات المفرغة في تشغيله. وقد أسهم ابتكار الترانزستور والرقائق الإلكترونية في الاتجاه إلى إنتاج الحواسيب الشخصية، حيث بُنِي أولها (المعروف بسيمون) في جامعة كولومبيا. وقد طوّر (جون لينتز) هذا الجهاز، وأطلقته شركة (IBM) عام 1957.

وبعد عام 1958 ظهر الجيل الثاني من أجيال الحاسوب، وذلك عقب اختراع الترانزستور. وقد استمر هذا الجيل حتى عام 1964.

وفيما يتعلق بالروبوتات، فإنه يمكن اقتفاء جذورها إلى أجهزة آلية اُخترعت منذ عدة قرون، وأطلق عليها (الآلات الذاتية الحركة). ومن أشهر أمثلتها ما جاء في كتاب (الحيل

الحاسوب (يونيفاك 1)

الثورة الصناعية الثالثة بـدأت عـام 1960 وكانت للحواسيب والـروبـوتـات اليد الطولى في قيادتها

للجزري)، فقد وصف العديد منها وشرح كيفية استعمالها.

وفي عام 1913، كان (جورج) George من أوائل الروبوتات التي ظهرت، وكان طيارا آليا.

وفي عام 1948 اخترع (وليام غراي) والتر روبوتات إلكترونية بسيطة تُظهر سلوكًا أحيائيًا، وذات ثلاث عجلات.

وفي عام 1956، ظهر أول الروبوتات المخصصة لأهداف تجارية، حيث صممها (جورج ديفول الابن). وقد اُستخدمت في مصانع السيارات لرفع قطع ساخنة من المعادن.

ومع بدء الثورة الصناعية الثالثة في عام 1960 حدث تقدم كبير في مجال الروبوتات، حيث شاع تصميمها وإنتاجها لاستخدامها في مختلف الصناعات وفي وسائل المواصلات. ففي عام 1963، تم تطوير ذراع روبوتية لمساعدة المعوقين. وفي عام 1972 أكملت جامعة واسيدا بناء الروبوت (وابوت- 1)، الذي اُعتبر أول روبوت ذكي ذي صفات بشرية. وفي عام 1994، ابتكر (جون أدلر) الروبوت (سيبرنايف) Cyberknife، الذي كان بإمكانه إجراء عمليات جراحية لإزالة الأورام. وفي عام 2000، ابتكرت (هوندا) روبوتها (أسيمو)، الذي كان قادرا على الجري والسير والتواصل مع البشر، والتعرف إلى الوجوه والبيئة والأصوات.

وفي عام 1964، عرض (دوغلاس إنغلبارت) نموذجًا أوليًا للحاسوب الحديث، باستخدام الماوس وواجهة المستخدم. وفي العام نفسه، أتمت شركة IBM عائلة نظم 360، المزودة بالترانزستورات والدارات المتكاملة. ومنذ ذلك التاريخ بدأ جيل حواسيب الدارات المتكاملة، الذي عُرف باسم: الجيل الثالث، والذي استمر حتى عام 1970.

وفي عام 1971، ظهرت أولى الشرائح المتكاملة بواسطة شركة (إنتل) التي اُستخدمت كمعالج دقيق. وكان ذلك إيذانا ببدء عصر الجيل الرابع من أجيال الحاسوب، الذي استمر حتى عام 1990. وبعد ذلك، ظهر الجيل الخامس من أجيال الحاسوب أو الجيل الأول من الحاسوب الاستدلالي.

وهكذا كانت الثورة الرقمية أساس الثورة الصناعية الثالثة، حيث أسهمت في تغيير أنماط الاقتصاد والحياة في مجتمعاتنا، وأسهمت في إدخال الحواسيب والروبوتات في معظم مناحي التصنيع والاتصالات والتعليم.

الثورة الصناعية الرابعة

رسميا، بدأت الثورة الصناعية الرابعة

الثورة الصناعية الثالثة غيرت أنماط الحياة في مجتمعاتنا فأدخلت الحواسيب والروبوتات في معظم مناحيها

مع بداية الألفية الجديدة، ولاتزال هذه الثورة مستمرة حتى الآن. وهي ثورة قادها عدد من المحركات الرئيسية، تتمثل في: التقدم في مجال الهندسة الوراثية، والإنترنت، وابتكار الطابعات الثلاثية الأبعاد، والذكاء الاصطناعي، والعملات الافتراضية، وإنترنت الأشياء، وغيرها. وتتسم هذه الثورة بدمج التقنيات التي ظهرت قبل ذلك، بالشكل الذي تمحى فيه الخطوط الفاصلة بين المجالات الفيزيائية والرقمية والبيولوجية. وسنرصد بإيجاز هنا أبرز مجالات تلك الثورة لنبين الكيفية التي كانت عليها بداياتها.

أولا- مجال الهندسة الوراثية:

في عام 1944، برهن عالم الجراثيم (أوزوالد أفري) أن جميع الكائنات الحية تحتوي على الجين (المورث) المعروف باسم الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين DNA. وفي عام 1953، توصل (فرانسيس كرك) و(موريس ولكنز) و(جيمس واطسون) إلى تحديد تركيب جزيء DNA. وفي عام 1961، نجح (مارشال نيرنبرغ) في فك الشيفرة الوراثية، حين توصل إلى ترجمة المعلومات الجينية في الحمض النووي إلى بروتين.

وقد بدأت الإنجازات الكبيرة في مجال الهندسة الوراثية عام 1972، حين تمكن (هيربرت بوير) و(ستانلي كوهين) من ابتكار طريقة للاستنساخ الجيني الهندسي للجزيئات في خلية غريبة، وبذلك أمكنهما إجراء نقل مباشر لحمض DNA من كائن حي إلى آخر. وفي عام 1974، نجح (رودولف يانيش) في إنتاج أول حيوان معدل وراثيا في العالم (كان فأرا) من خلال إدخال الحمض النووي الأجنبي في جنينه.

وفي عام 1976 ظهرت البكتيريا المعدلة جينيا التي أنتجت الهرمون المثبط لهرمون النمو (السوماتوستاتين).

وفي عام 1978، أُستخدمت البكتيريا المعدلة وراثيا في إنتاج الأنسولين لاستعماله في علاج مرض السكر.

وفي عام 1983 تم إدخال جين مقاوم للمضادات الحيوية في التبغ، مما أدى إلى الحصول على أول نبات معدَّل جينيا.

وفي عام 1984، نجح (ستين ولادسن) في استنساخ أول حيوان ثديي (ماعز)، مستخدما نواة مستخرجة من خلية جنينية لماعز. وفي عام 1993، تم اكتشاف حمض (الرنا الميكروي) microRNA. وفي عام 1996، نجح (إيان ولموت) وزملاؤه في معهد روزلين بأدنبرا في استنساخ النعجة (دولي). وفي عام 1998، نجح الباحثون بجامعة (جونز هوبكنز) في تحفيز عملية التكاثر للخلايا الجذعية البشرية بالمختبر. وفي عام 2000، انتهى العلماء في مشروع الجينوم البشري من وضع مخطط أولي للخريطة الجينية البشرية. وفي العام نفسه، نشرت مجلة Science بحثًا عن الأرز الذهبي المخصب بفيتامين (أ)، الذي كان أول طعام تم تطويره لزيادة قيمته الغذائية. وفي عام 2003، تم نشر السلسلة الكاملة للجينوم البشري.

وحتى عام 2007، كان قد تم إنتاج أكثر من 2540 نوعا من النباتات المعدلة جينيا باستخدام الأشعة السينية. وبحلول عام 2010، كان عدد البلدان التي تزرع محاصيل تجريبية باستخدام التقنية الحيوية 29 بلدا.

وفي عام 2015، نجحت المختبرات الصينية في إنتاج قمح مقاوم للفطريات، وزيادة محصول الأرز.

ثانيا- الإنترنت:

مع أن الميلاد الرسمي للشبكة العنكبوتية العالمية (الإنترنت) هو عام 1991، فإن هذا الإنجاز كان مسبوقا بإنجازات أخرى مهدت له الطريق، وساعدت على جعله حقيقة ملموسة. ففي عام 1958 اخترعت شركة (بل) أول مودم Modem يسمح بنقل البيانات الرقمية عبر خط الهاتف.

وفي عقد الستينيات، نشأت الإنترنت في وكالة مشروعات الأبحاث المتقدمة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية، وذلك من خلال شبكة كانت تسمى (أربانت) . وفي عام 1971 تم ربط 23 حاسوبا بشبكة "أربانت"، ووقتذاك، تم إرسال أول بريد إلكتروني عبر هذه الشبكة. وفي عام 1972، سمح لعلماء من خارج مشروع وزارة الدفاع الأمريكية باستخدام تلك الشبكة.

وخلال الفترة من عام 1980 إلى عام 1989، قادت الأبحاث التي أشرف عليها السير (بيرنرز لي) في المنظمة الأوروبيّة للأبحاث النوويّة (سيرن CERN) إلى تطوير شبكة المعلومات، ونتج عن ذلك ربط مُستندات النص التشعبي (HTML) بنظام معلومات يُمكن النفاذ إليه من أي موقع على الشبكة. وفي عام 1989 أطلق (بيرنرز لي) برنامجه للعاملين في (سيرن)، وأسماه: الشبكة العنكبوتية العالمية (الويب). وفي عام 1991 وفر (بيرنرز لي) برنامجه لأي مستخدم، وبذلك وُلِدَت الشبكة العنكبوتية العالمية.

وفي عام 1993، أقرت منظمة (سيرن) جعل شبكة (الويب) في متناول الجمهور. وفي العام نفسه، أطلق (مارك أندريسن) أول متصفح للإنترنت. وفي عام 1996، كان أول هاتف محمول ذي اتصال بالإنترنت هو نوكيا 9000 كوميونيكيتور.

ومنذ مُنتصف التسعينيّات، كان لشبكة الإنترنت تأثيرٌ ثوريّ في الثقافة والتجارة والتكنولوجيا، وشمل ذلك ظهور التراسل الفوري وتطوّر البريد الإلكترونيّ والمُكالمات الهاتفيّة ومكالمات الفيديو وانتشار مُنتديات النقاش والمدوّنات وشبكات التواصل الاجتماعيّ ومواقع التسوّق عبر الإنترنت. وبعد عام 2000 أصبحت البنية التحتية للإنترنت شبه ثابتة، وأصبح التطور واضحا أكثر على مستوى البرمجيات والخدمات التي تقدمها شبكة الإنترنت، مما مهد لظهور مواقع التواصل الاجتماعي. وفي الفترة من 2007 فما بعدها، حدثت ثورة الهواتف النقالة التي وفرت الوصول إلى الإنترنت لكثير من أفراد المجتمع البشري، وسمحت لهم بتبادل المعلومات ومناقشة الآراء.

ثالثا- الطباعة الثلاثية الأبعاد:

مع أن (يوهان غوتنبرغ) اخترع آلة الطباعة عام 1454، فإنها ظلت ردحا طويلا من الزمن ثنائية الأبعاد. وفي عام 1986 نجح (تشاك هل) في اختراع نظام التجسيم، فكان ذلك البذرة الأساسية لفكرة الطباعة الثلاثية الأبعاد، التي ابتكرها (إمانويل ساكس) في عام 1993. وقد استمر تطوير هذا النوع من الطباعة، إلى أن كانت الانطلاقة الكبرى لها في عام 2003.

وفي السنوات الأخيرة، أصبحت هذه التقنية تستخدم في صناعة المجوهرات، والأحذية، والتصميم الصناعي، والعمارة، والهندسة، والإنشاءات، والسيارات، والطائرات، وطب الأسنان والصناعات الطبية.

رابعا- الذكاء الاصطناعي:

شهدت أبحاث الذكاء الاصطناعي انطلاقة متميزة في أوائل عقد الثمانينيات من القرن العشرين، وكان ذلك بعد النجاح التجاري «للنظم الخبيرة»، وهي أحد برامج الذكاء الاصطناعي التي تحاكي المعرفة والمهارات التحليلية للخبراء البشريين. وفي أوائل القرن ال21، حقق الذكاء الاصطناعي

الثورة الصناعية الرابعة بدات رسميا مع بداية الألفية الجديدة وقادها محركات رئيسية أهمها الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء

الثورة الرابعة تتميز بدمج التقنيات التي ظهرت قبل ذلك بالشكل الذي تمحى فيه الخطوط الفاصلة بين المجالات الفيزيائية والرقمية والبيولوجية

نجاحات أكبر، حيث أُستخدِم في استخراج البيانات، والتشخيص الطبي، ومعالجة اللغات الطبيعية، وتمييز الأصوات، وتمييز وتحليل الصور، وتداول الأسهم، والتحكم الآلي، والقانون، والاكتشافات العلمية، وألعاب الفيديو، وغيرها.

خامسا- العملات الافتراضية:

أسهمت الثورة الصناعية الرابعة في ظهور العملات الافتراضية، وازدهار عمليات التعامل بها عبر الإنترنت. ففي الفترة ما بين عامي 1998 - 2005 أطلق المهندس الصيني (وي دي) Wei Dai فكرة التشفير النقدي اللامركزي، مما أدى إلى ظهور عملة بيتكوين Bitcoin الافتراضية بعد ذلك. وفي يناير 2009، أطلقت النسخة الأولى من هذه العملة. وهي عملة لا وجود فيزيائيا لها، ويتم تداولها واستخدامها كأي عملة أخرى للشراء عبر الإنترنت. ويعزى اختراعها إلى الياباني (ساتوشي ناكاموتو). وفي شهر فبراير 2010 بدأ أول تعامل عالمي حقيقي باستخدام البيتكوين. وعاما بعد عام، ازداد الإقبال على هذه العملة، وازداد عدد الشركات التي تقبلها في معاملاتها. وبحلول عام 2016، أصبحت معظم مواقع الربح والاستثمار تتعامل بها.

سادسا- إنترنت الأشياء:

ظهر مصطلح «إنترنت الأشياء» (Internet of Things (IoT في عام 1999، حين أطلقه (كيفن أشتون) من شركة بروكتر وغامبل. وفي عام 2004، تم اقتراح نموذج التفكير لبيئة التوصيل البيني المستقبلية للأشياء. ومن خلال هذه البيئة، مكّن إنترنت الأشياء الإنسان من التحكّم بشكل فعاّل وسهل في الأشياء عن قرب وعن بُعد. فيستطيع المستخدم مثلاً التعرّف إلى محتويات ثلاجته عن بُعد من خلال الإنترنت. كما يمكن للثلاجة نفسها أن تتصل بحاسوب إدارة مركز توريد مواد غذائية لإخطاره عما بها من نقص من المواد الغذائية لإرسالها. واعتبارًا من عام 2016، تطورت تقنية إنترنت الأشياء، وأصبحت تطبيقاتها تشمل: الاتصال عن بعد بالسيارة، والتشغيل الآلي للأجهزة المنزلية الذكية التي تستخدم تقنية (واي فاي) WiFi للمراقبة عن بعد. وحاليا، يبلغ عدد الأجهزة التي تستفيد من هذه التقنية نحو 10 بلايين.

وهكذا، فإن التحولات التي نشهدها حاليا من خلال الثورة الصناعية الرابعة تُعَدُّ حدثا عالميا متميزا وإنجازا عصريا جديدا. وحجم تأثير هذه الثورة على كل مجالات الحياة متسع وعميق، سواء على المجتمعات أو الأفراد أو الأعمال أو الحكومات، فهي لا تغير فقط من آلية عمل الأشياء، بل تغير من الطريقة التي ننظر بها إلى أنفسنا. ومن شأن هذه الثورة أن تلقي بظلالها على كل مجالات الحياة. ■

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

من سلسلة كتب

كيف تعمل الأشياء

إن 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.

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

شركة التقدم العلمي للنشر والتوزيع
aspdkw.com
www.shop.aspdkw.com

الثورة الصناعية الرابعة

آفاقها ومستلزماتها في الوطن العربي

د. محمد مراياتي *

ما من شك في أن الثورة الصناعية الرابعة آتية وستواجه الدول العربية وتطرح فرصاً وتحديات عدة. إذ يشهد العالم توجهاً سريعاً نرى فيه ولادة وانتشار قطاعات صناعية جديدة تقوم على تكنولوجيات بازغة بعضها قابل للاكتساب من قبل الدول النامية وبعوائد سريعة. ويمثل هذا التوجه ثورة في مستقبل الاقتصاد تقودها محركات رئيسية تتمثل في مكونات هذه الثورة التي تشتمل على تحولات تربط العالم المادي بالعالم الافتراضي الرقمي مثل ما يسمى بـ: «الصناعات الرقمية الذكية المتكاملة»، و «المُكونات الرقمية للمواد والخامات المستخدمة في الصناعة»، و «المصنع الرقمي الذكي»،

* مستشار في عدد من منظمات الأمم المتحدة، وباحث في مؤسسات علمية، ومؤلف ومشارك في تأليف عدد من الكتب العلمية وكتب التراث العلمي العربي، (السعودية)

ويبين الشكل في الصفحة التالية إطار هذه الثورة والتكنولوجيات الرقمية المساهمة فيها. إن عصر الثورة الصناعية الرابعة لم يبدأ فعلياً في الدول العربية وبخاصة في مجال الإنتاج، أما في مجال الاستهلاك فقد بدأ في بعض حقولها، ومع ذلك فإن الدول العربية تقف عملياً على مشارف عصر هذه «الثورة». وتحتاج الثورة الجديدة إلى موارد بشرية غير متوافرة حاليا، وتطرح تحديات جديدة على المستويين النظري والعلمي.

الثورة الرابعة تقدم تكنولوجيات وصناعات يمكن للعرب اكتسابها ولا تتطلب القواعد الصعبة التي تطلبتها الثورات الصناعية السابقة

الفرص والتحديات

تكمن أهم تحديات الثورة الرابعة في أن هذا التوجه ينتشر في العالم حاليا بسرعة وله تأثير اقتصادي واجتماعي وثقافي وسياسي لم تشهده البشرية من قبل، ويقدّم في الوقت نفسه فرصة ممكنة الاغتنام من قبل الدول العربية يجب ألا تفوتها كما حدث في الثورات السابقة.

وتواجه الحكومات وواضعو سياسات التنمية فرصا وتحديات في استعدادها للتعامل مع هذه الثورة الصناعية الرابعة ومنها:

الفرص:

- إمكانية التعاون مع الشركات الأخرى عالمياً والشراكة في الأخطار والعوائد المحتملة في الاستثمار في تكنولوجيات هذه الثورة.
- إمكانية إيجاد بيئة مواتية لاستيعاب واكتساب تكنولوجيات هذه الثورة.
- تقدم هذه الثورة فرصة لبناء قاعدة صناعية منافسة عالمياً بقفزات سريعة انطلاقاً من الأصول الصناعية الموجودة (في حال وجود صناعة في الدولة).
- إمكانية الاستثمار في تكنولوجيات هذه الثورة ووجود مستقبل واعد فيها.
- وجود فرص للتكامل بين المؤسسات الصغيرة والمتوسطة والشركات الناشئة المبتَكِرة.

و «الإدارة الذاتية الرقمية» وغيرها. وتصف تلك المسميات صناعة آخذة في التبلور، لا تتدخل فيها أيدي العنصر البشري في التصنيع والإنتاج إلا بصورة طفيفة، بمعنى أن يصبح الإنسان محاكياً للآلة ومراقباً ومدققاً لصنع السلع، ولا يكون منتجاً لها بشكل مباشر.

إطار الثورة الصناعية الرابعة والتقنيات الرقمية المساهمة

■ ومن الفرص المهمة أمام الدول العربية أن هذه الثورة الصناعية الرابعة تقدم تغيرات وتكنولوجيات وصناعات وأنشطة محددة ممكنة الاكتساب من قبل الدول العربية لا تتطلب القواعد الصعبة التي تطلبتها الثورات الصناعية السابقة.

التحديات:

■ ضرورة وجود قاعدة صناعية وطنية لازمة للبناء عليها للمستقبل الرقمي المطلوب لتكنولوجيات هذه الثورة.

■ صعوبة تحديد المجالات التي يمكن للبلد التميّز والمنافسة العالمية فيها بشكل مستدام.

■ النجاح في تكوين الموارد البشرية الخبيرة والماهرة اللازمة للتعامل مع هذه الثورة وبيئتها المطلوبة.

■ التجاوب مع متطلبات وآثار هذه الثورة في المجالات الثقافية والاجتماعية والتشريعية.

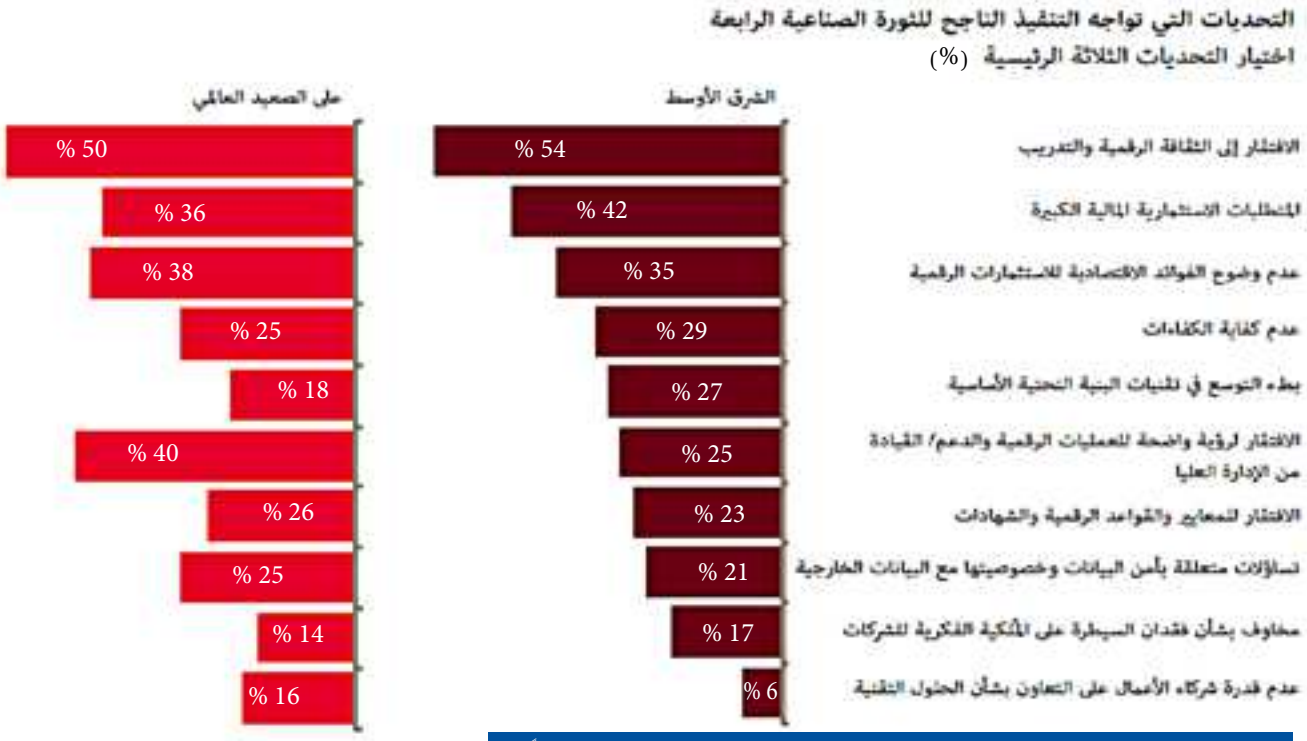
■ إدارة الآثار الاقتصادية الناجمة عن انعكاسات هذه الثورة وبخاصة في سوق العمل وتوليد فرص العمل الجديدة.

وهناك أيضاً تحد عام أمام كل الدول، ويشمل الدول العربية، وهو في مستقبل أطفالنا وفرص العمل التي ستكون متاحة لهم عند دخولهم لسوق العمل، فحسب البنك الدولي فإن 65 % من أطفالنا في المدارس الابتدائية حاليا سيطلب منهم أن يعملوا في مهن غير موجودة الآن وكثير من مهن اليوم ستختفي.

هناك تحد أمام الدول العربية يتمثل في مستقبل أطفالنا وفرص العمل التي ستكون متاحة لهم عند دخولهم سوق العمل

آفاق الثورة الرابعة عربيا

هناك مجالات مهمة للثورة الرابعة يمكن للوطن العربي الدخول فيها ومنها: الطاقة، والصحة والطب، والزراعة، والإنتاج الذكي. كما أن هناك آفاقا واعدة في توليد فرص عمل للشباب والشابات، وفي تنويع الاقتصاد، وفي التنمية بشكل عام. فيمكن للدول العربية – حسب حالة كل منها – التخطيط لاكتساب واحدة أو أكثر من التكنولوجيات المركبة التي تنتج عن تكامل بعض تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة، وهذه التكنولوجيات المركبة تولد تطبيقات



نتائج استطلاع الثورة الصناعية الرابعة للشرق الأوسط، الذي أجرته pwc ، تأكيداً لهذه العقبات أو تحديات تنفيذ الاستراتيجيات وهي موضحة في الشكل

في المجالات الآتية:

- **خطوط الإنتاج المضافة:** الطباعة الثلاثية الأبعاد لاسيما لصناعة قطع الغيار والنماذج الصناعية الأولية، والمستودعات الثلاثية الأبعاد لاختصار مسافات النقل وتوزيع المواد والقطع لخطوط الإنتاج.
- **الإنترنت الصناعية:** شبكات الآلات والسلع، والتواصل المتعدد الاتجاهات بين الشبكات والأشياء (إنترنت الأشياء).
- **الواقع المزاد والموسع Augmented Reality :** الواقع الموسع للصيانة و الإمداد والتموين وكل أنواع سيرورات العمل المعيارية (standard opera-ing procedure SOP) وذلك لتنظيم العمليات والإجراءات، وكذلك في عرض المعلومات والتعليمات ، مثلاً على الألواح الزجاجية.
- **تكنولوجيا الروبوتيك المتقدمة:** السيارات الذاتية القيادة، والروبوتات المترابطة للصناعة، والحساسات المعيارية المتكاملة والمترابطة المتحكم فيها من الإنترنت.
- **تكنولوجيات أمن الفضاء السيبراني Cybersecurity:** تشغيل شبكات المنظومات المنفتحة، والتشبيك الآمن بين آلات التصنيع والإنتاج والمنتجات والمنظومات التصنيعية.
- **نمذجة وتمثيل المنظومات والنظم Simulation:** تمثيل ونمذجة الشبكات، ونمذجة المنظومات انطلاقاً من المعلومات والبيانات المستقاة من عناصر المنظومة ومركباتها وذلك بهدف أمثلة عملها.
- **المكاملة الأفقية والعمودية للإجراءات والعمليات** في المؤسسات والشركات الصناعية: مكاملة البيانات لعمليات الشركة استناداً إلى معايير نقل البيانات ، مثل الأتمتة الكاملة لسلسلة القيمة (من المورد وعلى خطوط الإنتاج وإلى منصات أو مواقع البيع).
- **التكنولوجيات السحابية:** إدارة البيانات الضخمة في منظومات منفتحة، والاتصالات الآنية بالزمن الحقيقي لمنظومات الإنتاج والتصنيع.

أطلقت الإمارات استراتيجيتها للثورة الصناعية الرابعة التي تهدف إلى تعزيز الابتكار والتكنولوجيات المستقبلية لتصبح تلك الدولة منصة عالمية لهذه الثورة

اقتناص الفرص التي تقدمها الثورة الصناعية الجديدة ليس بالأمر البسيط وهناك عقبات يجب على الدول العربية التخطيط الدقيق لمواجهتها

- تكنولوجيات البيانات العملاقة أو الضخمة وتحليلها: التقييم الشامل للبيانات المتاحة، على سبيل المثال: ERP، SCM، MES، CRM وبيانات الآلات . وكذلك لدعم اتخاذ القرارات آنياً وجعل أداء العمليات مثالياً وآنياً في الزمن الحقيقي.

مستلزمات الثورة الرابعة عربيا

وضعت العديد من الدول "رؤية"، وخططاً ومبادرات لتنفيذها، فمعظم الاقتصادات المتقدمة في العالم مثل الولايات المتحدة وألمانيا واليابان تسعى إلى تنفيذ استراتيجيات لتطوير الثورة الصناعية الرابعة لديها، وذلك بالاستناد إلى تضافر الجهود بين القطاعين العام والخاص. وتحذو العديد من حكومات الدول الناشئة حذو الدول المتقدمة ككوريا الجنوبية، التي اعتمدت ما سمته توسيع تكنولوجيات تقنية المعلومات والاتصالات وإنترنت الأشياء (K-ICT IoT expansion Strategy) ، وكذلك استراتيجيتها لدعم تنافسيتها في صناعات البيانات الضخمة (K-ICT Strategy 2016).

أما ألمانيا فطرحت استراتيجيتها (I-dustries 4.0) لتكون دولة قيادية دولياً في هذه الثورة وتركز فيها على الأتمتة، وتبادل البيانات، والتكنولوجيا السحابية، والمنظومات الفيزيائية الآمنة، والروبوتيك، ومعالجة البيانات الضخمة ، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتقانات التصنيعين الذاتي أو الذكي . وتعتمد استراتيجية ألمانيا على التنسيق بين الابتكار المطلوب والقوى العاملة اللازمة له والتكنولوجيات المعنية.

أما على المستوى العربي فقد أطلقت الإمارات العربية المتحدة استراتيجيتها للثورة الصناعية الرابعة، التي تهدف إلى تعزيز الابتكار والتكنولوجيات المستقبلية "لتصبح الإمارات منصة عالمية لهذه الثورة" ولزيادة مدخلات الاقتصاد، وقد أنشأت مجلساً للثورة الصناعية الرابعة للتنسيق بين مختلف جهات وقطاعات الدولة في تحقيق ذلك بالشراكة مع المنتدى الاقتصادي العالمي. وتركز هذه الاستراتيجية على عدد محدد من الحقول مثل التعليم للابتكار، والذكاء الاصطناعي وقطاع الرعاية الصحية، وخاصة الطب الجينومي وتطبيقات الروبوتات في الرعاية الصحية، وتكنولوجيا النانو للتطبيقات الطبية عن بعد والعناية والخدمات الصحية عن بعد،

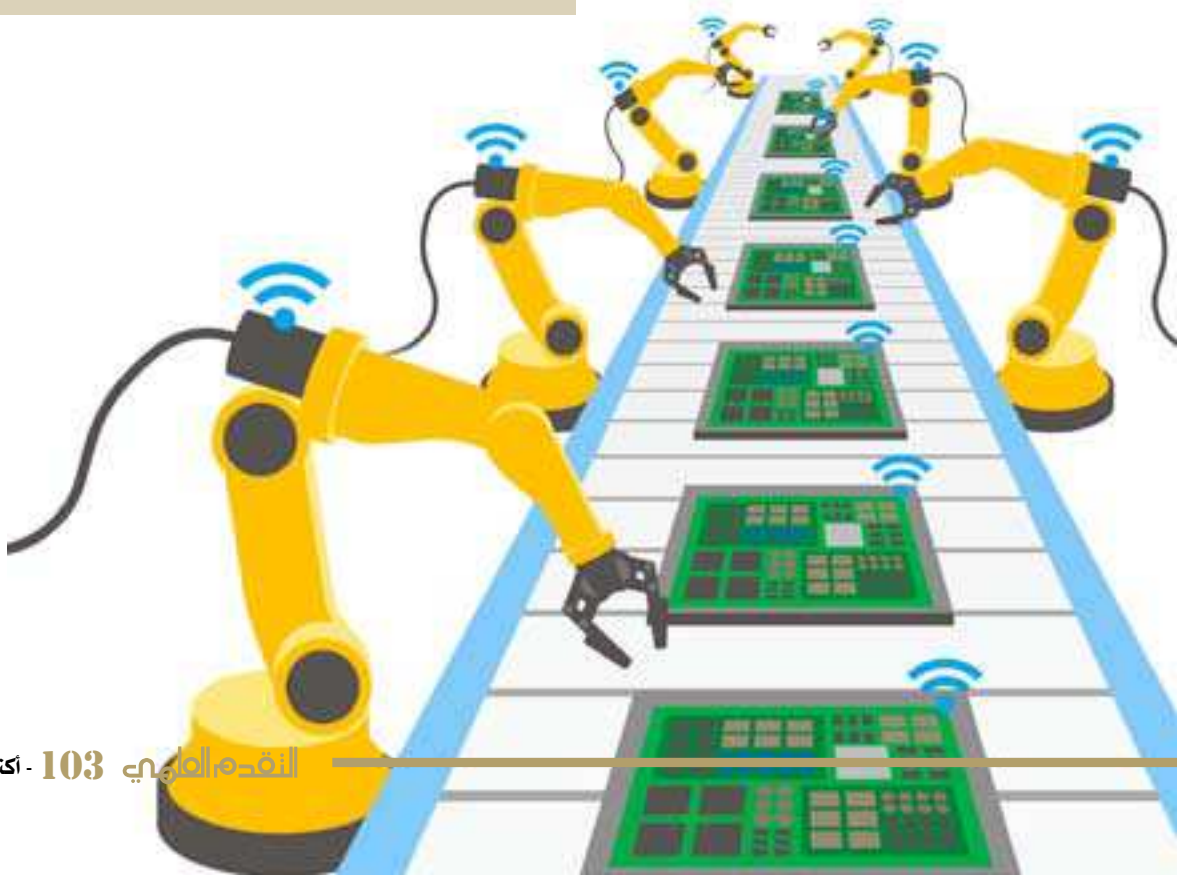
يضاف إلى ذلك التكنولوجيات الملبوسة أو المدخلة في جسم الإنسان. كما تركز على تكنولوجيات الصناعات الغذائية اللازمة للأمن الغذائي والمائي كالتكنولوجيا الحيوية والهندسة الحيوية. يضاف إلى ذلك التركيز على تكنولوجيا بلوك شين "سلسلة قواعد السجلات المستقلة" Block Chain. ومن بين ما تركز عليه الاستراتيجية أيضاً استعمال البيانات الضخمة وبيانات الأقمار الصناعية في تخطيط المدن ، إضافة إلى تركيزها على الصناعات العسكرية الدفاعية ولاسيما في الآليات ذات التسيير الذاتي. كما أعلنت إمارة دبي عن استهداف 25 % من المباني عن طريق الطباعة الثلاثية الأبعاد بحلول عام 2030.

وهناك مقترح لاستراتيجية للثورة الصناعية الرابعة في السعودية ضمن أحد برنامج تحقيق رؤية المملكة 2030 وهو "برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية" بالتعاون مع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية والجهات الأخرى ذات العلاقة.

عناصر أساسية لاستراتيجية عربية أمام الثورة الصناعية الرابعة

انطلاقاً من الدروس المستفادة من تجارب الدول في وضع استراتيجيتها للثورة الصناعية الرابعة وخطط تنفيذها، يمكن طرح العناصر الأساسية الآتية لاستراتيجية عربية:

- تقييم الوضع الراهن في مختلف القطاعات وتحديد الفجوات أمام الثورة الصناعية الرابعة.
- تحديد المُمَكّنات والمُحفّزات في جهات العرض والطلب.
- تعريف رؤية محددة تجاه هذه الثورة، وتحديد القطاعات المناسبة ذات العلاقة بها، التي تلبي الحاجات ولها أبعاد تصدير، وأن تكون هذه الرؤية ضمن النطاق الذي يشملها وهو مجتمع المعرفة.
- تطوير خطط تفصيلية لكل قطاع للعمل على تطويرها بأدوات الثورة الصناعية الرابعة والمتابعة المستمرة.
- تحديد مؤشرات مستهدفة لتحقيق الرؤية.
- تحديد القوانين والإجراءات الاجتماعية والثقافية الجديدة اللازمة.
- تبني الحوافز اللازمة لضمان مشاركة القطاع الخاص.
- وضع خطة تأهيل الموارد البشرية المتخصصة اللازمة.
- تصميم مبادرات وحوكمة تنفيذ الاستراتيجية (الجهات المعنية).
- رصد التمويل المناسب: في كلا جانبي الإنفاق والاستثمار الحكومي.
- تطوير البنية التحتية اللازمة: النطاق العريض wideband، ومُخدمات الحوسبة السحابية وأمنها، وأمن المعلومات والشبكات.



سيكون لتكنولوجيات الثورة الرابعة إمكانات هائلة في ربط بلايين الأشخاص بشبكة الإنترنت وفي تحسين فعالية الأعمال والمنظمات بشكل كبير

العقبات المتوقعة

إن اقتناص الفرص التي تقدمها هذه الثورة الصناعية الجديدة ومجابهة تحدياتها ليس بالأمر البسيط أو السهل. ومن أهم العقبات التي يجب على الدول العربية التخطيط الدقيق لمواجهتها:

- وجود الوعي والاستيعاب لأبعاد هذه الفرصة وتحدياتها والتعامل معها بجدية من قبل الحكومات والقطاع الخاص.
- نشر الثقافة اللازمة لتفهم التكنولوجيات الجديدة والبازغة المعنية.
- صعوبات التنسيق وضمان تضافر الجهود من كل الجهات المعنية بالثورة الصناعية الرابعة.
- ضمان التمويل المناسب وبخاصة لمرحلة الإقلاع.
- تأهيل القوى العاملة الوطنية الماهرة والمتخصصة اللازمة.

إمكانات وأخطار

إن هذه الثورة في طريقها إلينا، وستغير معظم الوظائف الحالية بصورة أكبر مع المتوقع، فتبعاً لما يذكره كلاوس شواب، مؤسس المنتدى الاقتصادي العالمي فإن الثورة الصناعية الرابعة ستكون مختلفة اختلافاً كبيراً عن الثورات الثلاث السابقة؛ إذ سنواجه خلالها مجموعة من التكنولوجيات البازغة التي تجمع بين العلوم المادية والرقمية والبيولوجية، وستؤثر هذه التكنولوجيات الجديدة في جميع التخصصات والاقتصادات والصناعات.

وسيكون لهذه التكنولوجيات إمكانات هائلة في ربط بلايين الأشخاص بشبكة الإنترنت، وفي تحسين فعالية الأعمال والمنظمات بشكل كبير، وفي المساعدة على إعادة إحياء البيئة الطبيعية من خلال تحسين إدارة الأصول، وربما حتى تصحيح الأضرار التي تسببت بها الثورات الصناعية السابقة.

ولكن هناك أيضاً أخطارا محتملة، فبحسب شواب هناك مخاوف مثل عدم قدرة المنظمات أو عدم رغبتها في التكيف مع هذه التكنولوجيات البازغة، وفشل الحكومات في توظيف أو تنظيم هذه التكنولوجيات بشكل صحيح، وخطر مخاوف أمنية جديدة، ومنها احتمال ازدياد انعدام المساواة بدلاً من أن ينحسر إذا لم تدر الأمور بشكل صحيح. ■

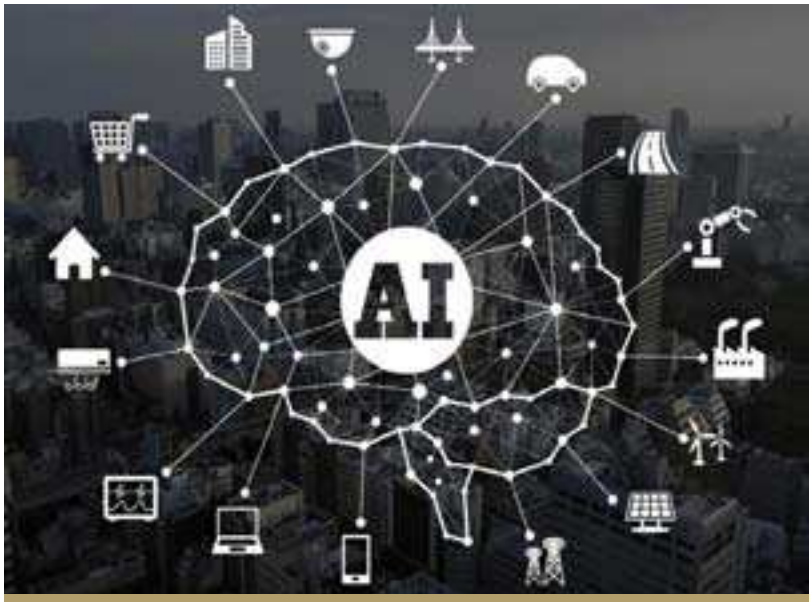
الذكاء الاصطناعي وآفاقه الواعدة

د. منذر الحمدوش *

لطالما حلم العلماء منذ مطلع الخمسينيات من القرن الماضي ببناء آلات تستطيع التفكير واتخاذ القرار بشكل مشابه للبشر، لكن التقدم العلمي في مجال صناعة التكنولوجيا لم يكن قد نضج بعد إلى الدرجة التي تسمح باستخدام خوارزميات حوسبة معقدة. ومع مطلع الألفية الحالية شهدت صناعة الحواسيب قفزات نوعية تجاوزت جميع التوقعات، مما أسهم في توافر حواسيب ذات سرعات هائلة وبأسعار مقبولة. ولم يتوقف هذا التطور السريع في تكنولوجيا صناعة الحواسيب عند هذا الحد بل تعداه إلى صناعة حواسيب ذات أحجام صغيرة جداً وذات قدرات حسابية كبيرة، مما مكن الكثير من الشركات من إدخال الأنظمة المبرمجة إلى منتجاتها كالسيارات والهواتف المحمولة والأجهزة الطبية والأجهزة الملبوسة.

* باحث في المعلوماتية الحيوية بقطاع صناعة الأدوية الحيوية في جامعة ملبورن الأسترالية، ومدرس مادة إنترنت الأشياء في جامعة Charles Sturt، (أستراليا)

الـذكـاء الاصطناعي المتخصص أو الضعيف مصمم لتطبيقات معينة لإنجاز مهمة محددة مسبقاً ويعتمد على بناء نماذج رياضية بناء على بيانات مسبقة



الشكل 1 - الذكاء الاصطناعي ودوره في عدد كبير من القطاعات

ومع تطور صناعة الحساسات الإلكترونية وتقدمها أصبح لدى الكثير من القطاعات الصناعية إمكانية توليد كميات هائلة من البيانات خلال فترات قصيرة جدا، ويضاف إلى هذا انتشار وسائل التواصل الاجتماعي التي أصبحت مصدراً كبيراً لبيانات هذا العصر.

هذه العوامل جميعها أدت إلى حاجة ملحة لتوظيف التكنولوجيا لمعالجة هذه البيانات الضخمة والانتقال بعملية تحليل البيانات إلى مستوى مختلف تماماً، بحيث يتم تمكين الحواسيب من التعلم من هذا الكم الهائل من البيانات، وبالنتيجة تستطيع المشاركة في اتخاذ القرار مع البشر القائمين على هذه الأنظمة (الشكل 1)، وذلك الأمر فتح بابا كبيرا لعودة الذكاء الاصطناعي إلى الساحة العلمية والتقنية لكي يملأ هذا الفراغ الذي يزداد يوما بعد آخر.

تيارا الذكاء الاصطناعي

أطلق الأمريكي (جون ماكارثي) مصطلح الذكاء الاصطناعي للمرة الأولى عام 1956. وحينها كان يعمل في جامعة ستانفورد الأمريكية، حيث قام مع مجموعة من الباحثين من جامعات أخرى بتعريف الهدف من هذا التخصص وصنفه كأحد فروع تخصص علوم الحاسوب. ويعرف هذا التخصص بأنه علم يدرس إمكانية تمكين الآلات للحصول على قدرات التفكير والتعلم بحيث يصبح لديها القدرة على التصرف واتخاذ القرار بشكل مشابه للبشر أو حتى بشكل أفضل منهم. وحتى يتم تحقيق هذا الأمر لابد للأنظمة الحاسوبية من أن تكون قادرة على محاكاة عملية التفكير وكذلك السلوك البشري من ناحية، ومن ناحية أخرى أن يصبح لديها القدرة على التصرف بطريقة بشرية ذكية و عقلانية وأخلاقية.

وهنالك تياران للذكاء الاصطناعي وتطبيقاته، فهناك ما يسمى الذكاء الاصطناعي المتخصص أو الضعيف، وهذا النوع من الأنظمة مصمم لتطبيقات معينة لإنجاز مهمة محددة مسبقاً، ويعتمد على بناء نماذج رياضية بناء على بيانات مسبقة، ومن ثم يمكن للنظام تخزين نوع من الإجابات المسبقة لجميع المواقف التي يمكن أن يتعرض لها، وكمثال على تلك

الشكل 2 - نظام Deep Blue يلعب الشطرنج مع بطل العالم غاري كاسبروف

الأنظمة نظام المساعد الشخصي (سيري) المستخدم في أجهزة شركة أبل، إذ إنه مبني على محرك قوي لمعالجة الكلام ثم تحويله إلى نصوص ليتم معالجتها وفهم الأوامر التي يطلقها المستخدم، ومن ثم ربطها بإجابات تم برمجته عليها مسبقاً. وبشكل مشابه طورت شركة أمازون نظام المساعد الشخصي (أليكسا) الذي يستخدم في عدد كبير من المنتجات الإلكترونية التي تخدم إنترنت الأشياء على وجه الخصوص وفي دول عديدة ، فمثلا يمكن استخدامه للتحكم في المنازل الذكية والسيارات الذكية وأجهزة الحاسوب والأجهزة الملبوسة وغيرها، وكذلك فإن برامج لعب الشطرنج، كبرنامج (Deep Blue) - الذي طورته جامعة كارنجي ميلون الأمريكية بتمويل من شركة IBM والذي تغلب على بطل العالم في الشطرنج في عام 1997 (الشكل 2)، تدخل تحت صنف الذكاء الاصطناعي الضعيف.

لكن هذا النوع من الذكاء الاصطناعي قد يؤدي إلى مشكلات خطيرة في بعض الحلول؛ وذلك لغياب جانب الوعي والإدراك من تلك الأنظمة، فعلى سبيل المثال قد تسبب تلك الأنظمة حدوث كوارث في السيارات ذات التحكم الذاتي.

أما التيار الآخر فهو الذكاء الاصطناعي الكامل أو العمومي، وهذا النوع من الأنظمة لا يعتمد على إجابات مسبقة بل على مبدأ تحليل البيانات لإيجاد ارتباطات بين أجزاء مختلفة منها، مع إمكانية تعميم ما تم إيجاده على أي حالة جديدة لم يتعرض لها النظام من قبل، وذلك عن طريق تطوير استراتيجيات جديدة بناء على خبرات النظام التعليمية. والباحثون في هذا التيار يطمحون إلى بناء آلات لديها من الوعي والإحساس والإدراك والعقل ما تستطيع من خلاله حل أي مشكلة يمكن أن تواجهها دون الرجوع إلى الإنسان لاتخاذ القرار. وهذا النوع من الأنظمة لا يزال غير موجود في وقتنا الحاضر لعدة أسباب أهمها أننا - نحن البشر - لا نزال عاجزين عن فهم مبادئ الإدراك والوعي في العقل البشري، لكن العلماء يتوقعون أن تبدأ هذه الأنظمة بالظهور بشكل عملي مع مطلع العقد الرابع من هذا القرن، وهو ليس ببعيد.

الذكاء الاصطناعي الكامل أو العمومي يعتمد على مبدأ تحليل البيانات لإيجاد ارتباطات بين أجزاء مختلفة منها مع إمكانية تعميم ما تم إيجاده على أي حالة جديدة بتطوير استراتيجيات جديدة بناء على خبرات النظام التعليمية

نجاح الذكاء الاصطناعي بمفهومه الكامل يعتمد على تطوير خوارزميات وتقنيات تساعد على بناء مكونات ذلك الذكاء بشكل فعال

وعلى الرغم من هذا فقد حقق العلماء قفزات نوعية في هذا المضمار، فعلى سبيل المثال طورت شركة غوغل حديثا نظامها للتعليم الذكي (DeepMind) ليؤدي لعبة الأتاري ويفوز بناء على تجارب سابقة تم تدريبه عليها، لكن اللافت للنظر هنا أن النظام تمكن من اكتشاف استراتيجية جديدة تماماً للربح لم يسبق له أن شاهدها أثناء التعلم (الشكل 3). وقبل هذا النظام طورت الشركة نفسها برنامج (AlphaGO) الذي فاز على بطل العالم في لعبة GO الشهيرة.

الشكل 3 - نظام Dee-Mind يلعب لعبة الأتاري

مكونات الذكاء الاصطناعي

إن نجاح الذكاء الاصطناعي بمفهومه الكامل يعتمد على تطوير خوارزميات وتقنيات تساعد على بناء مكونات ذلك الذكاء (الشكل 4) بشكل فعال كما يأتي:

تمثيل وهندسة المعرفة: يعتبر المكون الرئيسي في الأنظمة الذكية؛ فالآلات لن تستطيع محاكاة السلوك والعقل البشري ما لم يكن لديها معلومات كافية عن الواقع المطلوب التعامل معه بشكل موضوعات وأشياء وتصنيفات وخصائص، والكيفية التي يمكن بها لكل هذه العناصر أن يرتبط بعضها ببعض بحيث يمكن للآلة لاحقاً أن تقوم باستنباط الحلول والتفكير بشكل منطقي. وفي هذا السياق يتم استخدام خوارزميات وتقنيات علم التصنيف Ontology لتحقيق هذا الغرض.

التفكير والاستنتاج وحل المسائل: يعتبر هذا جزءا أساسيا لبناء أنظمة ذكية قادرة على اتخاذ القرارات الصائبة. وطور العلماء في التسعينيات من القرن الماضي عدة خوارزميات بهذا الصدد، لكنها كانت تعتمد على مبدأ استكشاف جميع

الشكل 4 - مكونات الذكاء الاصطناعي

الحلول الممكنة للمسألة ومن ثم اختيار الحل الأفضل بناء على بعض المعايير. وهذه الطريقة أثبتت فشلها حاسوبياً في المسائل المعقدة، وأنها لا تحاكي آلية العقل البشري الذي يعتمد كثيراً على الحدس البديهي في اتخاذ القرار، فمثلاً إذا أتينا بطفل صغير وطلبنا منه أن ينتقل من غرفة إلى أخرى داخل منزل فإنه بشكل فطري سيسلك أقصر مسار دون الحاجة للتفكير بالطرق الأخرى.

الإدراك: وهو قدرة الآلة على معالجة البيانات المقروءة من عدة حساسات تحاكي الحواس البشرية ومن ثم استنباط بعض المعلومات عن البيئة المحيطة، فمثلاً يمكن استخدام الكاميرات والميكروفونات وغيرها من الحساسات المستخدمة في إنترنت الأشياء لجمع بيانات عن البيئة المحيطة، لكن الصعوبة تكمن في تفسير هذه البيانات بشكل صحيح. فمثلاً عندما يلتقط الميكروفون إشارة صوتية يجب على النظام الذكي أن يحاول تقدير المسافة بينه وبين مصدر الصوت، وكذلك الأمر بالنسبة للإشارات المرئية، فهناك عدة جوانب يجب أن يدركها النظام كالمسافة وطبيعة الأشياء

الموجودة في الصورة وغيرها حتى يستطيع اتخاذ القرار الصائب.

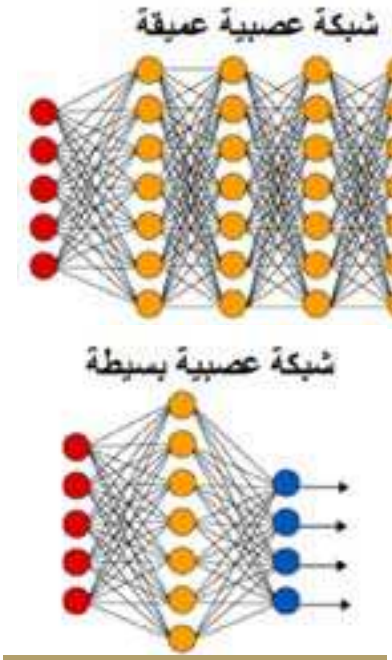
التخطيط: يقوم على تطوير خوارزميات قادرة على إيجاد تسلسل من الخطوات العملية أو استراتيجية معينة من أجل تحقيق هدف معين وذلك ليتم تنفيذها من قبل عميل ذكي، فعلى سبيل المثال إذا أردنا لروبوت أن يتنقل في بيئة معينة من نقطة إلى أخرى أو لسيارة ذاتية التحكم أن تتنقل على الطرقات من دون سائق من عنوان إلى آخر، فيجب أن يتمكن النظام الذكي من وضع خطة تنقل فعالة وبسرعة معقولة. ولتحقيق ذلك يتم استخدام لغات البرمجة المنطقية ولغات تخطيط خاصة بأنظمة الذكاء الاصطناعي، حيث يتم تجزئة الهدف المعقد الرئيسي إلى أهداف فرعية مبسطة، ومن ثم يتم وضع خطط ثانوية لتحقيق هذه الأهداف الفرعية مع المحافظة على علاقة الحالة والخطوة الحالية للمنظومة بالهدف الرئيسي المراد تحقيقه. فمثلاً إذا طلبنا من روبوت أن يذهب ويشتري حليبا وتفاحا ومنشارا فسيجزئ المسألة إلى ثلاث مسائل، ثم يوجد الطريق الأسرع لشراء كل سلعة مع مراعاة أن هناك ثلاث سلع يجب شراؤها، ومن ثم فإن الخطة يجب أن تضمن التنقل بين ثلاثة أمكنة في زمن معقول.

معالجة اللغات الطبيعية: تهدف هذه الخوارزميات إلى تمكين الأنظمة الحاسوبية من فهم اللغات البشرية واستيعابها، بحيث يمكن للنظام الذكي أن يقرأ ما يكتبه البشر لكي يطور مهاراته. وقد وصلت الأنظمة الحالية إلى إمكانات جيدة في بناء الجمل وتحليلها، وتم تطبيقها في مجالات استرجاع المعلومات والتنقيب عن النصوص والترجمة الآلية وغيرها. لكن أنظمة الذكاء الاصطناعي لا تزال بعيدة جداً عن مرحلة فهم المعاني الدلالية للألفاظ والتي تشكل قلب هذا المكون من الأنظمة الذكية.

التحريك والتحكم: وهذه الخاصية تركز على تمكين الروبوتات بخصائص ذكية، بحيث يمكنها التعامل مع الأشياء في البيئة المحيطة وتحريكها والتجول بشكل فعال وتجنب المعوقات. وهذا الجانب يركز على فهم الروبوت لمكان تموضعه،ومن ثم معرفة ما حوله وأخيراً التخطيط للتحرك نحو الهدف الذي يود تحقيقه. والمثير للاهتمام في هذا المجال أن الروبوتات باتت تستفيد من عناصر الذكاء الاصطناعي الأخرى لكي تدرب نفسها وتتعلم بشكل أسرع، كما هو الحال في روبوت المساعد المنزلي (Aeolus) المصمم للمساعدة في العديد من أعمال المنزل من تنظيف وترتيب وغيرها.

الذكاء الاجتماعي: وهو يهتم بتزويد أنظمة الذكاء الاصطناعي بخصائص اجتماعية تمكنها من فهم مشاعر وأحاسيس الآخرين والتنبؤ بسلوكهم، بحيث تقوم هذه الأنظمة باتخاذ قرارات أقرب للبشر منها للآلات. فعلى سبيل المثال نلاحظ هذا النوع من التقنيات يستخدم في برامج المجيبات الآلية أو أنظمة المساعدة الشخصية التي تستخدم بعض اللطائف لكي تشعر المستخدم أنها ليست بآلة.

التعلم: هذا المكون يعد الأهم لبناء أنظمة ذكاء اصطناعي قادرة على التعلم من البيئة المحيطة. فكما هو معلوم فإن الثورة الصناعية الثالثة انتقلت بالكثير من القطاعات من الواقع الورقي الفيزيائي إلى العالم الرقمي الافتراضي، ثم جاءت الثورة الرابعة لتضيف إلى ذلك العديد من التقنيات والمنتجات التي تمكننا من مراقبة عدد كبير جداً من التغييرات في البيئة المحيطة، وهذا بحد ذاته أنتج كماً هائلاً من البيانات التي يمكن للأنظمة الذكية أن تستفيد منها لمساعدة الإنسان على اتخاذ القرار أو اتخاذ القرار بالنيابة



الشكل 5 - مثال على شبكة عصبية اصطناعية بسيطة وشبكة أخرى عميقة.

عنه. وينقسم عنصر التعلم في الذكاء الاصطناعي إلى نوعين رئيسيين يكمل أحدهما الآخر، فالنوع الأول يسمى التعلم من دون مشرف، حيث يتم تزويد النظام بكم هائل من البيانات ليقوم وحده باكتشاف أي نموذج ذي دلالات عملية معينة. فمثلا يمكن أن نزود النظام بمجموعة من الصور ثم نطلب منه أن يوجد المزايا المميزة للأشياء الموجودة في الصور، أو أن نزود النظام بسلاسل من الأحماض النووية من الجينوم البشري ثم نطلب منه أن يوجد الأجزاء التي قد يكون لها وظائف بيولوجية معينة. أما النوع الثاني من التعلم فيسمى التعلم مع وجود مشرف، حيث يتم تزويد النظام بكمية كبيرة من البيانات لكن مع إخباره ماذا يوجد في كل عينة من البيانات، ومن ثم يمكن للنظام أن يتعلم من هذه البيانات ويبني نموذجا رياضيا لتصنيف مجموعة من الحالات. فمثلا يمكن استخدامه لتشخيص الأمراض بناء على الصور الشعاعية أو تصنيف منتجات معينة حسب جودة التصنيع أو التعرف على الأحرف الأبجدية من الصور. وفي هذا النوع من التعلم يمكننا أيضاً بناء نموذج رياضي للتنبؤ بقيم حقيقية. فمثلا يمكننا التنبؤ بأسعار الأسهم في قطاع معين أو معرفة احتمال الاصابة بمرض ما بناء على معلومات جينية معينة. ويوجد أنواع أخرى للتعلم تدمج بين النوعين السابقين وتستخدم خوارزميات مختلفة لتحسين أداء النظام كلما تم استخدامه أكثر وأكثر، وهذا ما تتطلبه معظم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عصرنا هذا. وأخيراً نسمع كثيراً بمصطلح (التعلم العميق)، وهو ليس بالجديد؛ إذ إنه مبني على نظريات تم طرحها في مجال الشبكات العصبية الاصطناعية منذ منتصف القرن الماضي (الشكل 5). لكن التطور السريع في تكنولوجيا صناعة الحواسيب مكن الباحثين والمطورين من استخدام أنظمة تعلم معقدة جداً، وتوافر كميات هائلة من البيانات جعل هذا ممكناً.

التطور السريع في تكنولوجيا صناعة الحواسيب مكن الباحثين والمطورين من استخدام أنظمة تعلم معقدة جداً، وتوافر كميات هائلة من البيانات جعل هذا ممكنا

الذكاء الاصطناعي إلى أين؟

من واقع تجربتي الشخصية فإن هناك الكثير من الوهم حول استخدام الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته؛ فالكثير من الشركات تطلق الذكاء الاصطناعي على منصاتها ومنتجاتها لكنها لا تستخدم إلا مكونا واحدا أو بضعة مكونات من مكوناته، ومعظم الأنظمة تستخدم التعلم فقط. لذا نجد أن هناك انتشارا كبيرا لتطبيقات التعلم العميق في قطاعات كثيرة.

لاشك أن الذكاء الاصطناعي يؤدي دوراً فعالاً في المجال الطبي مثلاً، لكن معظم البرامج الطبية الذكية تستخدم خوارزميات التعلم العميق لبناء نماذج تصنيفية أو تشخيصية قد تتجاوز بدقتها أمهر الأطباء. و يجب ألا ننسى أن نجاح هذه الأنظمة مقترن بتوافر كميات هائلة من البيانات المعنونة ووجود مشرف بشري يدرب هذا النظام. ربما في السنوات الخمس أو العشر المقبلة سنشهد طفرات في هذا المجال بسبب انتشار تطبيقات إنترنت الأشياء في العديد من القطاعات، وقريباً سيصبح لدينا مخزون رقمي هائل من البيانات عن البيئات المحيطة بنا.

وختاماً أرى أن هذا هو الوقت المناسب جداً للشركات العربية لأن تتوجه إلى إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي في منتجاتها، ومن ثم تواكب القفزات التي ستحدث في العقد المقبل.■

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

شركة التقدم العلمي للنشر والتوزيع
www.aspdkw.com
www.shop.aspdkw.com

طب النانو
سلاح القرن لقهر الأمراض المستعصية

د. محمد شريف الإسكندراني *

شرد ذهني طويلا بعد محاضرة عن تطبيقات تكنولوجيا النانو كنت قد تلقيتها خلال مرحلة دراستي للماجستير في عام 1985 بإحدى الجامعات اليابانية، ورجعت بي الذاكرة إلى ما قبل ذلك التاريخ بنحو 20 سنة حين شاهدت وأنا في العاشرة أحد أشهر أفلام السينما الأمريكية وهو (الرحلة الخيالية Fantastic Voyage). لم أكن الوحيد الذي لاحظ ذلك التشابه الرابط بين فلسفة طب النانو وتلك الفكرة الخيالية للمؤلف الأمريكي (ديفيد دونكان) التي نُسج حولها الفيلم، حيث تدور أحداثه

* مدير برنامج تكنولوجيا النانو والمواد المتقدمة في معهد الكويت للأبحاث العلمية، وباحث في عدد من المؤسسات اليابانية، ومؤلف كتب عدة، (الكويت)

وبرهنت فكرة الرواية على تأثر مُبدعها بمحاضرة تاريخية ألقاها الفيزيائي الأمريكي الشهير (ريتشارد فينمان)- الأب الروحي لتكنولوجيا النانو - في عام 1959، وهي تُعد حجر الزاوية لفلسفة تكنولوجيا النانو التي تفجرت مع بداية القرن الحادي والعشرين لتحقق هذا التقدم التكنولوجي الهائل والمستمر الذي نشاهده في كل المجالات، والذي صبغ ما يعرف بالثورة الصناعية الرابعة.

تكنولوجيا النانو وصحة الإنسان

تمثل تكنولوجيا النانو أحد المكونات الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة التي يشهدها العالم حاليا، وقد فرضت نفسها على كل المجالات الصناعية والتطبيقية. ولم يكن من المُستغرب أن يحتل القطاع الصحي رأس قائمة اهتمامات تلك التكنولوجيا التي سخرت كل العلوم الأساسية والتقنيات المستحدثة من أجل صحة الإنسان وسعادته، واستطاعت أن تفتح للبشرية آفاقًا واعدة.

واحتل مُصطلح (طب النانو Nanomedicine) مكانًا مهما في قائمة المُصطلحات الطبية والدوائية. ويمكن تعريفه بأنه مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة التي تستظل بظل تكنولوجيا النانو لتشمل كل ما يتعلق بالمجالات الطبية الرامية إلى تحسين صحة الإنسان والحفاظ على سلامته.

وقد حقق طب النانو ثورة شاملة في مفاهيم طرق العلاج التقليدية وتطوير تقنيات التشخيص والكشف المُبكر عن الأمراض والأورام. وتزامنت هذه الثورة التكنولوجية مع ثورة التكنولوجيا الحيوية التي تُشَكل مع تكنولوجيا النانو نهجا جديدًا قائما على علوم وتقنيات مترابطة اصطلح على تسميتها باسم (تكنولوجيا النانو حيوية Bionanotechnology).

ونتيجة للتقدم السريع في مجال بحوث تكنولوجيا النانو فقد تم تحقيق طفرات مثيرة تمثلت في ابتكار أنواع متقدمة من أجهزة التوصيف، تم توظيفها من أجل فهم وتحليل بنية وتركيب الحمض النووي DNA للإنسان والفيروسات على حد سواء. وأدى هذا إلى معرفة سلوك الأمراض والفيروسات وميكانيكية حركتها وتنقلاتها داخل الجسم، ومعرفة الطرق والحيل التي تسلكها لمهاجمة خلاياه وذلك على مستوى النانومتر الواحد.

النانوروبوت

على الرغم من الخيال العلمي المنعوت بالخصوبة في فكرة رواية فيلم (الرحلة الخيالية)، التي سبق الإشارة إليها ، فإنها حصلت على قبول واهتمام كبيرين لدى فئة كبيرة من العلماء، فانكبوا على نمذجة ومحاكاة الفكرة، وذلك من خلال تقديم مزيج متجانس لأبحاث رائدة في مجالات المواد والتكنولوجيا الحديثة مثل : المواد المتقدمة ، والإلكترونيات النانوية.

ونتج من ذلك النانوروبوت المتوقع أن يكون له استخدامات عديدة في المجال الصحي.

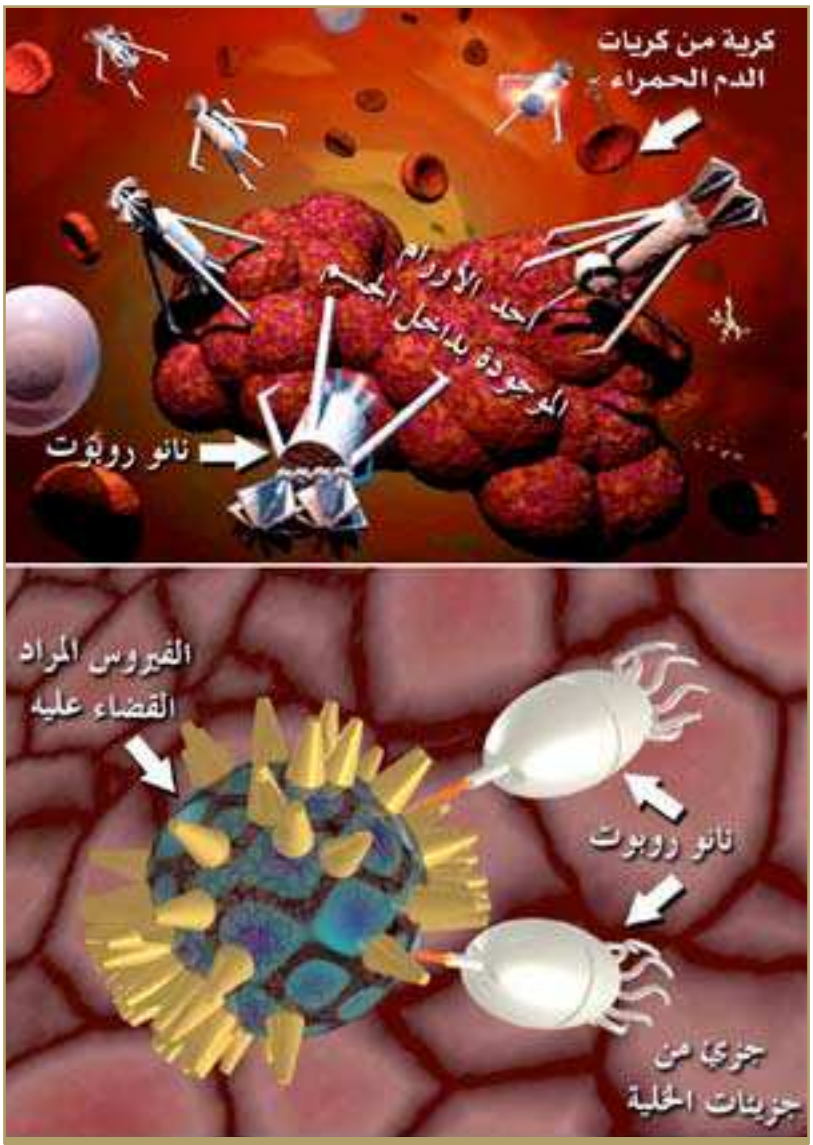
عقاقير نانوية

تتصدر العقاقير الطبية المكونة من حبيبات نانوية قمة العقاقير الطبية من حيث الكفاءة والأمان. وتم تصميم المواد الكيميائية لتلك العقاقير كي تتلاءم مع الأحجام المختلفة للجزيئات الحيوية الموجودة في الجسم وكذلك مع أحجام الفيروسات

تمثل تكنولوجيا النانو أحد المكونات الرئيسية للثورة الصناعية الرابعة التي يشهدها العالم حاليا والتي فرضت نفسها على كل المجالات

حول فريق من الجراحين استقلوا مركبة على هيئة غواصة بحرية تم تقليصها وهم على متنها إلى ما دون حجم الخلية ليحقن بها المريض كي تغوص وتسبح، فتصل إلى المخ حيث يقوم الجراحون المتقلصة أحجامهم بإذابة تجلط دموي فيه!

تشكل ثورة التكنولوجيا الحيوية مع تكنولوجيا النانو نهجا جديدًا قائما على علوم وتقنيات مترابطة اصطلح على تسميتها باسم (تكنولوجيا النانو حيوية)



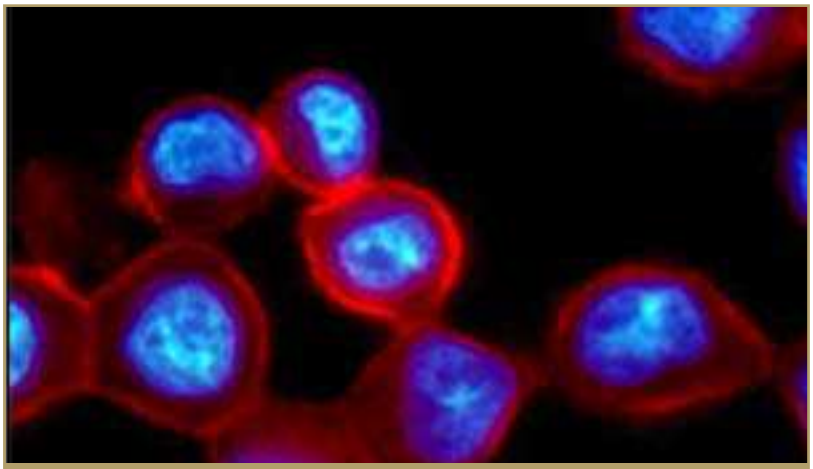
يوضح الشكل العلوي شكلا افتراضيًا للنانوروبوت المتوقع إنتاجه مستقبلا أثناء إجرائه لاستئصال موضعي لورم سرطاني داخلي، في حين يوضح الشكل السفلي نوعًا آخر من النانوروبوت يُتوقع إنتاجه مستقبلا، ويُستخدم عن طريق توجيهه إلى أحد الفيروسات الغازية لعضو ما في الجسم، حيث يقوم بسحقه عن طريق إطلاق أشعة من الليزر بدقة عالية دون أن تتأثر خلايا الجسم الحاضنة لهذا الفيروس .

والبكتريا التي يُصاب بها، وهي تعتمد في أداء مهامها على صغر حجمها، مما يمنحها مزية التخفي عن جهاز المناعة في الجسم الذي يقاوم أي جسم دخيل ويهاجمه. ومع التقدم المستمر في إنتاج تلك الفئة من المواد الذكية، فإن العقاقير النانوية تميزت بأمور عدة منها تقليل نسبة سمية الدواء، وتحسين توزيع المادة الفعالة للدواء في خلايا الجسم المصابة، و التحكم في معدل خروج المادة الفعالة للدواء من خلال تصغير أقطار مسام الكبسولات المغلفة له، مما يعني زيادة في فعالية الدواء لكن بكمية دوائية أقل وعدد منخفض من الجرعات .

توصيل الدواء

إن نجاح أي عقار طبي يعتمد على

طب النانو مجموعة تقنيات طبية حديثة تستظل بظل تكنولوجيا النانو لتشمل كل المجالات الطبية الرامية إلى تحسين صحة الإنسان والحفاظ على سلامته



صورة مجهرية لتجمع من خلايا سرطان الثدي (الأجسام الظاهرة باللون الأزرق الفاتح) تم تحديدها عن طريق حقن المصابة بمحلول يحوي بلورات نانوية.

طريقة تعاطيه وآلية توصيله إلى الجزء المُعتل داخل جسم المريض، وذلك في أقل مدة زمنية ممكنة وبأقل تأثيرات جانبية محتملة. لذا ليس من الغريب أن تتنافس شركات الأدوية في احتكار طرق فريدة معنية بإيصال الدواء إلى داخل جسم الإنسان، وأن تهيمن على تقنيات وصول جزيئات الدواء إلى المكان المراد دون تعثر أو خلل في التوجيه. ويستخدم مصطلح (التوافر الحيوي Bioavailability) للدلالة على مقدار نسبة وجود الجرعة الدوائية - جزيئات المادة الفعالة للدواء - في بلازما الدم بعد تعاطيها. وكلما زادت هذه النسبة واقتربت من الواحد الصحيح، دل ذلك على كفاءة الدواء وارتفاع قدرته العلاجية . ويعد رفع قيمة التوافر الحيوي لأي دواء من الأمور الصعبة التي لا تتأتى عن طريق زيادة نسبة جزيئات المواد الكيميائية الداخلة في تركيبه أو زيادة الجرعة التي يتعاطاها المريض، لأن هذا يؤدي إلى زيادة في نسبة سميته مما ينجم عنه عواقب وخيمة .

وتعد تكنولوجيا النانو المعول الرئيسي المناسب لتطوير منهاج العقاقير الطبية والأدوية من خلال زيادة نسبة توافرها الحيوي في الدم، وذلك عن طريق استحداث أساليب مبتكرة . وتقدم تلك التكنولوجيا حلولا أثمرت نجاحات كبيرة في عمليات توصيل ونقل الدواء، تمثلت في رفع القدرة على نقل جزيئات المادة الكيميائية الفعالة للدواء إلى خلية محددة من خلايا الجسم نقلاً مباشرًا وفي أقل فترة زمنية .

آلزايمر و الجلطات الدماغية

جرى حديثا تأهيل عدد من المواد النانوية لتوظيفها في علاج حالات صحية مرتبطة بالخلايا العصبية . ومن المرجح أن تنجح الأبحاث الخاصة بزراعة تلك المواد في المخ والاعتماد على صغر حجمها في خداع (الحاجز الدماغي الدموي Blood Brain Barrier) الذي يقوم بحجب ومنع أي مادة غريبة من الذهاب إلى المخ، وهو يمثل في ذلك مصفاة للدم الواصل إلى مخ الإنسان - لتتسلل إليه حيث تمكث هناك لتهيمن على نشاط خلايا الدماغ وتحفزها كهربائيًا، من خلال إطلاق موجات عصبية قادرة على علاج بعض الأمراض العصبية المستعصية مثل آلزايمر. كذلك فقد أدى التطور المستمر في بحوث طب النانو إلى ابتكار أنواع متطورة من المستحضرات الطبية المذيبة للتجلط الدموي.

السرطان والبلورات النانوية

إن عملية اكتشاف وتحديد بؤر الخلايا السرطانية وانقساماتها خلال المراحل

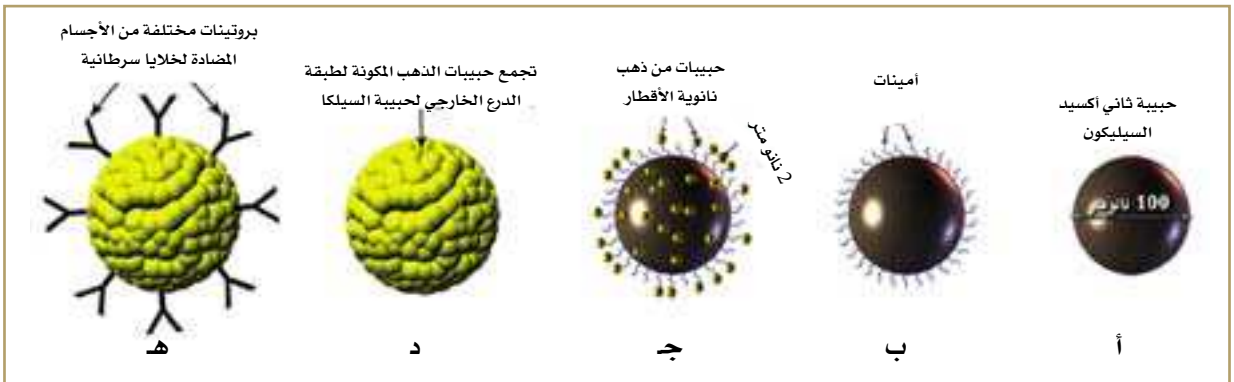
تتصدر العقاقير الطبية المكونة من حبيبات نانوية قمة العقاقير الطبية من حيث الكفاءة والأمـــان وصـممـت لـتـتـلاءم مـع أحجام الفيروسات والبكتريا التي يُصاب بها الإنسان

المبكرة من تكون الورم مسألة صعبة تقنيًا؛ نظرًا لصغر أحجام تلك البؤر التي تفوق دقة الأجهزة المستخدمة في اكتشافها ، ومن ثم فإن تلك الخلايا الصغيرة حجما والمتواضعة كمية تكون عادة خارج نطاق دقة الأجهزة ، فلايتم تحديدها إلا بعد أن تكون قد تكاثرت وازداد عددها . وقد أتاحت تكنولوجيا النانو آفاقًا واعدة لعمليات التشخيص المبكر للسرطان من خلال بلورات نانوية يُطلق عليها أيضًا اسم (النقاط الكمية Quantum Dots) . وهذه النقاط مواد لأشباه الموصلات تُحضّر على هيئة حُبيبات كروية ذات أبعاد متجانسة تراوح أقطارها بين 2 و10 نانومترات، بحيث تحوي ما بين 10 و 50 ذرة. وتوجد تلك الجسيمات في هذه الأحجام النانوية، وامتلاكها لذلك العدد من الذرات يجعلها تسلك سلوك الذرة الأحادية ويؤهلها لاحتكار خواص بصرية وموصلية متميزة لاتوجد في أي فئة من فئات الموصلات وأشباه الموصلات. ومن أجل الحصول على خواص بصرية أفضل ولضمان عدم تأثر خلايا الجسم بأي تسمم قد ينتج عن استخدام تلك الحبيبات، فإنها تغلف بطبقتين. ويتم تحميل بروتينات PEG الأجسام المضادة الخاصة بالخلايا السرطانية على السطوح الخارجية لتلك الحبيبات لتترسب عليها. وعند حقن المُصاب بمحلول يحوي تلك الحبيبات، فإن الأجسام المضادة المُشتقة من بروتينات الخلايا السرطانية والعالقة بسطح الحبيبات تؤدي دور المرشد في توجيه الحبيبات إلى مواضع الخلايا السرطانية دون غيرها من الخلايا غير المصابة . وعند تعريض الجسم لموجات من الأشعة تحت الحمراء باستخدام تقنية الليزر، تستثار الحبيبات فتتوهج معطية بذلك صورة خريطة تُظهر بدقة عالية أمكنة وجود الخلايا السرطانية وانتشارها، مهما بلغ صغر هذه الخلايا أو قلت أعدادها. وقد حققت هذه المواد النانوية تقدما هائلا في التصوير الجزيئي الخاص بالكشف المبكر عن الأورام، وقتل تلك الخلايا الخبيثة من دون آي آثار بيولوجية وخيمة على الإنسان .

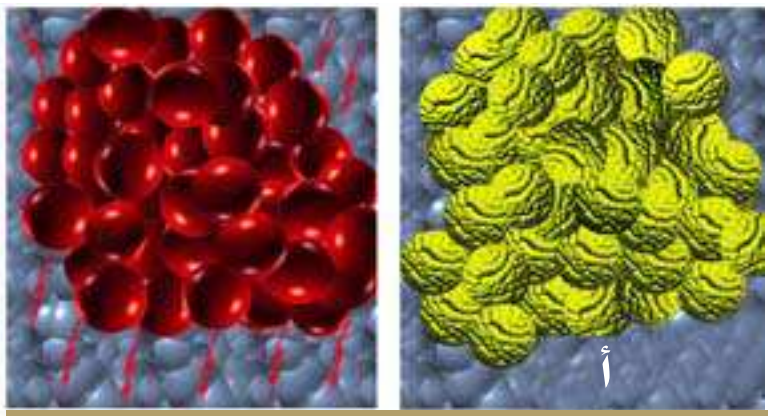
وقاد التقدم المذهل في تكنولوجيا النانو إلى ابتكار أنواع متميزة من موصلات الأدوية تستخدم في مكافحة (سرطان الخلايا النجمية Astrocytoma) الذي يُعد أكثر وأخطر أنواع السرطانات التي تصيب خلايا المخ ويتركز في منطقة تقع وراء العين . ووجود الورم في ذلك المكان الحساس يشكل صعوبة بالغة للأطباء في التعامل الجراحي معه أو العلاج الإشعاعي له؛ نظرا لقصور التقنيات التقليدية في الاستهداف الدقيق للورم وتشعباته في خلايا المخ ، مما يؤدي غالبا إلى استئصال أو إتلاف خلايا سليمة مجاورة .

قذائف الذهب النانوية لقهر السرطان

شاع في الآونة الأخيرة استخدام حبيبات الذهب النانوية في علاج السرطان. وارتبطت



رسم توضيحي يبين كيفية تحضير حبيبات الصدف الذهبية المستخدمة كقذائف لدحر الأورام السرطانية وقتلها.



حبيبات الصدف الذهبية النانوية بعد وصولها إلى "مهابطها" على السطح الخارجي لورم سرطاني في جسم الإنسان (أ) حيث يتم تسليط مصدر ضوئي يستطيع اختراق جسم الإنسان. وحين تمتص الحبيبات تلك الطاقة الضوئية ترتفع حرارتها إلى نحو 42 درجة مئوية، ناقلة تلك الحرارة إلى سطح الورم السرطاني لتدمره.

حبيبات الصدف الذهبية النانوية تستخدم للقضاء على أورام السرطانات بعد امتصاصها طاقة ضوئية فترتفع حرارتها لتؤدي دورها في تدميرها

هذه الحبيبات باسم القذائف نظرًا لأنها تنطلق عند حقنها بالجسم مثل طلقات القذائف الموجهة لتصيب الورم السرطاني في مقتل دون غيره من الخلايا السليمة. وإضافة إلى هذا "المُسمى الوظيفي"، فقد أُطلق على نوع آخر من أنواعها العديدة مصطلح حبيبات الصدف النانوية Nanoshell Particles، نسبةً إلى تركيبها الصدفي الذي يشبه محارة بحرية كروية الشكل. وهذه القذائف تعكس مدى استفادة الإنسان من التراكم المستمر للخبرات والمهارات المبنية على الأسس العلمية والفلسفات المنطقية المُدعمة بالتقنيات الفنية المتعددة التي اكتسبها الإنسان خلال العقود الماضية.

وثمة بروتينات للأجسام المضادة تحضر من الخلايا السرطانية ثم ترسب على سطح الطبقة الذهبية من هذه الحبيبات. وبعد ذلك يتم شحن الحبيبات في محلول ليحقن به المصاب، حيث تقوم الأجسام المضادة بتوجيه قذائف الحبيبات للذهاب إلى ميدان المعركة فتخترق الخلايا المصابة بالسرطان مُحتلة أصغر وأدق المواقع فيها.

وبعد مرور نحو ست ساعات، والتأكد من وصول القذائف إلى مواقعها الاستراتيجية، يتم تسليط كم إشعاعي ضوئي من موجات الأشعة تحت الحمراء بطول موجي قدره 810 نانومترات نحو الأمكنة المُصابة التي سبق تعيين مواقعها بواسطة حبيبات البلورات النانوية، فتمتص الحبيبات الضوء المُسلط عليها، ومن ثم تتحول الطاقة الضوئية المُمتصة داخلها إلى طاقة حرارية حيث ترتفع درجات حرارة سطوحها الخارجية لتبلغ نحو 42 درجة مئوية تكون كافية لقتل كل الخلايا السرطانية.

ووجود تلك النسبة الضئيلة جدا من الحبيبات الذهبية داخل الجسم - بعد الانتهاء من مهامها القتالية - لايسبب أي مشكلة صحية؛ لأن فلز الذهب يتوافق مع الأوساط البيولوجية في جسم الإنسان ولا يسبب أي مشكلة تتعلق بالتسمم. ومع تطوير سمك الطبقة الذهبية الخارجية وتعديل مقاييس أقطار الحبيبات الذهبية المُكونة للدروع الخارجية من القذائف، فإن هذا سيؤدي إلى زيادة في قدرة الحبيبات الموجودة في بؤر سرطانية تكون بعيدة عن سطح الجلد في امتصاص الإشعاع الضوئي وتحويله إلى طاقة حرارية، مما يعني تعظيم القدرات الهجومية لتلك الحبيبات. وهنالك أبحاث واعدة بهذا الصدد تشير إلى احتمال القضاء على ذلك المرض القاتل خلال سنوات قليلة وتخليص البشرية من ويلاته. ■

الروبوتات..
ثورة الاستخدامات اللامتناهية

مع تلاحم ميادين التقانات المختلفة والتعامل مع البيانات الضخمة وأحدث تقانات الاتصالات والذكاء الاصطناعي والحوسبة السحابية، غدت الروبوتات في واجهة مظاهر هذا التلاحم من حيث دخول هذه التقانات مجتمعة في تصميم وتصنيع الروبوتات أو من حيث استخدام الروبوتات لإنجاز وتحقيق أفضل الخدمات

د. محمد سامي الحجي *

* باحث في عدد من المؤسسات العلمية داخل الوطن العربي وخارجه، ومدرس علم الحواسيب والأتمتة في عدد من الجامعات العربية، (بريطانيا)

ولعل من من أمثلة ذلك الروبوتات الحديثة المستخدمة في أمور صناعية أو طبية أو تعليمية مختلفة معتمدة على الذكاء الاصطناعي لأداء مهام دقيقة، وكذلك إمكانية تبادل البيانات مع أنظمة تحكم قريبة أو بعيدة من أجل أداء أمثلي على مستوى مجموعة متكاملة من الروبوتات والأجهزة الأخرى. يضاف إلى ذلك تعاملها مع تقانة الواقع الافتراضي وإغناء الواقع Augmented Reality لتمكين المشغل البشري من التدخل بدقة وسهولة لأداء مهام محددة. فبينما يقوم المشغل الإنسان مثلا بعمل معين على واقع افتراضي من مقاييس كبيرة تم إغناؤه بعناصر إضافية في بيئة مستفيدة من تحليل ذكي لمعطيات كثيرة سابقة؛ يقوم الروبوت بتقليد العمل نفسه في مجال واقع حقيقي ذي مقاييس نانوية.

تقانة وأهداف تصنيع الروبوتات شهدت تحولات جوهرية كبيرة في الآونة الأخيرة تزامنا مع التطورات التي شهدتها الثورة الصناعية الرابعة

ما هو الروبوت ؟

ربما يتبادر إلى أذهان بعض الأشخاص أن الروبوت هو آلة تشبه جزئياً الإنسان شكلاً وتصرفاً، وهذا ما ينطبق على معظم الروبوتات التي يعرفها معظم الناس. لكن هذا المفهوم يقْصُر كثيرا عن الإحاطة بالروبوتات الحديثة. لذا فإن ما يعنينا في هذه المقالة هو المفهوم الآتي الذي يظهر بشكل أو بآخر في العديد من الأدبيات: الروبوت هو آلة قابلة للبرمجة وقادرة على القيام أوتوماتيكيا بسلسلة من الأعمال المعقدة، ويمكن التحكم فيها بأجهزة مضمّنة داخلها أو أجهزة خارجية، وقد تكون قادرة على التصرف الذاتي. ضمن هذا المفهوم لم يعد الشكل الخارجي للروبوت مهما، بل في عصر الثورة الصناعية الرابعة أصبح لدينا روبوتات تغير شكلها حسب الحاجة.

وبشكل عام تتركب الروبوتات من العناصر الرئيسية الآتية:

المتحكم: وهو عنصر قابل للبرمجة ويتحكم (أو نتحكم عن طريقه) في بقية أجزاء الروبوت.

المتوقعة من الثورة الصناعية الرابعة. ويمكن القول إن تقانة وأهداف تصنيع الروبوتات شهدت تحولات جوهرية كبيرة في الآونة الأخيرة.

لم تعد الروبوتات غريبة على المصانع أو المزارع أو البيوت فقد صارت منتشرة في معظم الأمكنة حتى إنها دخلت ضمن لعب الأطفال

الحساسات (المحسات): وعن طريقها يأخذ الروبوت بعض المعطيات عن البيئة المحيطة من درجة حرارة أو لون أو صوت أو غيرها.

الأجزاء الفاعلة والمحركات التي تؤدي بالأعمال المطلوبة. ومعظم الروبوتات الحديثة تحتاج إلى أجزاء خاصة بالاتصال، مثل دوائر البلوتوث أو الواي فاي أو دارات الاتصال بالإنترنت.

الروبوت في حياتنا المعاصرة

لم تعد الروبوتات غريبة على المصانع أو المزارع أو البيوت؛ فقد صارت منتشرة في معظم الأمكنة، حتى إنها دخلت ضمن لعب الأطفال الصغار. وأصبح متاحاً للأطفال تصميم وإنشاء وبرمجة روبوتاتهم الخاصة باستخدام مجموعة من قطع الليغو Lego وقطع أخرى خاصة بالمعالج والحساسات والمحركات والاتصال. ودخلت الروبوتات في بعض المناهج الدراسية كأدوات مساعدة للتعليم أو كعناصر تعليمية بحد ذاتها. وتعددت المسابقات الدولية للناشئة في مجال تصميم الروبوتات. أما في حياتنا اليومية فقد بدأنا نرى الروبوتات الجاهزة تتسلل إلى معظم مرافق حياتنا، ومنها مثلا استخدام بعض الفنادق روبوتات لخدمة النزلاء، حيث يجد الجهاز طريقه إلى الغرفة المعنية مستخدما المصعد إذا احتاج إليه، وبعد أن يأخذ النزيل حاجته يعود الروبوت أدراجه. وهناك صيدليات يعرض الزبون فيها الوصفة على جهاز خاص فتقوم أذرع معينة ولواقط بإحضار الأدوية اللازمة من الرفوف المختلفة.

أما في المصانع والشركات فقد أخذت الروبوتات أدوارا معقدة. وهنالك الروبوتات النانوية Nano robots التي لا تزال في بداياتها.

وهناك العديد من مجالات ما يمكن تسميته «بتوظيف» الروبوتات ومنها:

- الصناعات المؤتمتة التي تهيمن فيها الروبوتات. وهذه الروبوتات لها أشكال ووظائف متباينة فقد تكون على شكل ذراع مثبتة في نقطة معينة لأداء دور معين، وقد تكون على شكل عربة صغيرة تجد طريقها بين مواضع مختلفة وتأخذ قياسات معينة. ويبرز هنا دور مهم جدا ربما لم يكن ممكناً بالدقة والموثوقية أنفسهما من دون الروبوتات وهو في مجال الإلكترونيات وطباعة الدارات المتكاملة واللوحات الإلكترونية. وكذلك يبرز التغليف كإحدى أكثر الوظائف الموكلة للروبوت في المجال الصناعي.
- في مجال الفضاء واستكشاف الكواكب حيث تقوم الروبوتات بجمع العينات مثلا.
- في المجال الطبي والمستشفيات ولاسيما للمساعدة في بعض العمليات المعقدة.
- المجال البحثي والأكاديمي، وهو المصدر الأساسي لتطوير الروبوتات.
- الحياة العامة والاستخدامات المنزلية، ومنها مثلا روبوتات تنظيف الأرض ونقل الحاجات.

ما الذي يحمله المستقبل القريب؟

على العموم، ستحقق الروبوتات التي يجري عليها العمل الآن مزيدا من الاستقلالية والقدرات الذكية. ويهتم الكثيرون بتصميم روبوتات من أجل العمليات الطبية الأكثر تعقيدا، حيث يتوقع أن يكون للروبوتات النانوية دور مهم جدا. وكذلك يتم تحسين قدرات الروبوتات على الوصول إلى الأمكنة التي يصعب بلوغها، ولاسيما من أجل التعامل مع الكوارث وإنقاذ المصابين. و للفضاء والمجال العسكري حصة كبيرة من اهتمامات اختصاصيي الروبوتات. ومن الواضح أيضا أن أي تطبيق متقدم لإنترنت الأشياء سيحتاج إلى مجموعة من الروبوتات المتطورة المعتمدة على طيف من أنواع التقانات. وهناك أبحاث عن تصنيع الروبوتات من مواد بيولوجية تستجيب بشكل ذكي في تفاعلها مع البيئة المحيطة.

لكن هناك اتجاهين في التطوير سيكونان من أبرز التغييرات الجوهرية في تعاملنا مع الروبوتات، **الأول** هو تصنيع الروبوتات النانوية التي يمكننا مثلا إرسالها ضمن أوردة الدم أو

غيرها لإجراء عمليات ربما لا يخطر على بالنا إجراؤها بها مثل مهاجمة خلايا السرطان خليةً خلية. ويمكن تخيل آفاق لا حصر لها لتطبيقات هذا النوع من الروبوتات.

والاتجاه الثاني يخص المواد التي يصنع منها جسم الروبوت، إذ يستعين هذا الاتجاه بالخصائص البيولوجية لمواد مختلفة، ويسعى لتصنيع روبوتات قادرة على تغيير شكلها أو لونها أو بنيتها النسيجية حسب الوظيفة المرحلية التي تؤديها. مثلا تتغير طبيعة السطح الخارجية للروبوت إذا دخل وسطاً كيميائيا خطراً. أما بالنسبة لحياتنا اليومية والمستقبل القريب، فمن الأمثلة عن الروبوتات التي بدأت تظهر أو هي قيد التطوير روبوت توصيل البريد للمنازل ضمن مسافات قصيرة، وروبوت "سلة الحاجيات" التي تتبع المتسوق حيث مشى، وروبوت النقل الفردي على شكل جهاز بعجلتين يقف عليه الشخص وينقله الروبوت إلى مقصده، وكذلك روبوتات مساعدة كبار السن وخدمتهم في بيوتهم بالأعمال التي تصعب عليهم مثل فتح بعض الأبواب وإحضار حاجات من رفوف عالية. ومنها أيضا روبوتات النشاطات التعليمية والترفيهية للعائلة، وروبوتات طي الملابس، والمساعدة على الطهو والمساعد الشخصي في المكتب.

الروبوت وفرص العمل

ترافقت الثورات الصناعية السابقة مع مخاوف كبيرة تتعلق بفقدان الناس وظائفهم وأعمالهم، ولكن بمرور الزمن كانت النتائج أقرب لناحية توفير بيئة عمل أفضل بكثير وتجنيب الناس الأعمال الخطرة أو الشاقة أو القذرة، وكذلك ظهرت أعمال ووظائف جديدة. وثمة مخاوف مماثلة تظهر مع التطورات السريعة الجوهرية للروبوت، فهنالك تقديرات تشير إلى أن أكثر من 45 % من النشاطات المرتبطة بفرص العمل المتاحة قابل للأتمتة الكاملة. لكن الخبراء يتوقعون أن تسير الأمور وفق ما سارت عليه في الثورات السابقة. ومن المؤكد أن هنالك وظائف كثيرة ستختفي لكن ستتحسن ظروف العمل وظروف معيشة الناس بشكل عام، وستنشأ وظائف وخدمات ومنظومات أعمال جديدة وتكون المحصلة لخير البشرية. وهنالك من يتخوفون مما هو أبعد من حرمان الناس من الوظائف، فهم يتخوفون من أن يصل الذكاء الاصطناعي بالروبوتات إلى أن تسيطر على البشر ، لكن معظم الباحثين لا يتفقون مع هذا الرأي.

من جهة أخرى، هنالك دراسات عن الوظائف والأعمال التي لن تطاولها الروبوتات أو الأتمتة، على الأقل على المدى المنظور. ومعظمها يتمحور حول الأعمال الإبداعية أو المتطلبة لأفكار جديدة أصيلة، أو التي تعتمد على العلاقات الشخصية والتأثير في الآخرين وإدارتهم، وكذلك الوظائف الخاصة بحل المشكلات والاعتماد على الذكاء العاطفي وتطبيق الخبرة البشرية والعناية بذوي الحاجات الخاصة ، وهذه الأخيرة هي أمور «إنسانية» يرى العلماء أن الروبوتات والأتمتة ستظل بعيدة عنها؛ نظرا إلى طبيعتها الخاصة. ■

هناك اتجاهان سيكونان من أبرز التغييرات الجوهرية في تعاملنا مع الروبوتات الأول هو تصنيع الروبوتات النانوية والثاني يخص المواد التي يصنع منها جسم الروبوت

إنترنت الأشياء..
ترابط الإنسان والمكان والزمان

م. حنان عواد *

في عام 2016، اعتبر المنتدى الاقتصادي العالمي الثورة الصناعية الرابعة المحرك الأساسي الذي سيعيد تشكيل مجتمعاتنا وشركاتنا واقتصاديات عالمنا المعاصر، بسبب التطورات التي رافقتها في معظم مجالات الحياة. وظهرت مع هذه الثورة بعض الأفكار الغريبة المتعلقة بتطور الإنسان ذاته كالذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية وإنترنت الأشياء والبيانات الضخمة.

* كاتبة علمية مصرية - كندية، ومهندسة متخصصة في الحواسيب والمعلوماتية وإنترنت الأشياء، (كندا).

وعلى الرغم من أن التقنيات الحالية قد تبدو كما لو أنها خرجت من أحد أفلام الخيال العلمي ، فإن التقدم في المستقبل القريب سيتجاوزها في قفزات نوعية؛ ففي عصر إنترنت الأشياء سيكون تواصلك وتفاعلك مع ثلاجتك وسيارتك وعبوات الدواء، وحتى وعاء النباتات الموجود في حديقة منزلك أمرا عاديا . وربما لن تتمكن من رؤية جميع التقنيات التي تتفاعل معها، لأن إنترنت الأشياء ستجعل من البيئة المحيطة بك نسيجا تكنولوجيا رقميا. فهنالك أجهزة صغيرة ورقاقات نانوية وأجهزة استشعار ستكون بداخل جدران منزلك، أو منسوجة في ملابسك، أو مثبتة في حقيبتك، أو مخبأة في الأشياء التي تستخدمها يوميا. وسيتم أيضا ربطها عبر شبكات لاسلكية ذكية، تماما كما تمر الكهرباء في شبكات في كل مكان في العالم.

فقط تخيل معي استخدام موجات الدماغ للتواصل والتفاعل مع محيطنا، كما لو كنا قادرين على استخدام هذا الصوت الداخلي وتوارد خواطرنا لتشغيل أي جهاز في محيطنا، من خلال لوحة رقمية مدمجة توصل بيننا كبشر وبين الآلات والأجهزة الرقمية من حولنا. وهذا الواقع المعزز الظاهري سيمكننا من استخدام حركات ذراعينا لإحداث تغييرات في المجال المادي حولنا، تماما مثل ما كان يفعل (روبرت داوني جونيور) في فيلم (الرجل الحديدي).

المشهد التقني الجديد

تستخدم تقنيات إنترنت الأشياء أجهزة استشعار ورقاقات متطورة مدمجة في العناصر والمنتجات والأجهزة التي تحيط بنا. وتنقل هذه المجسات الرقمية بيانات و معلومات قيّمة في وقت الحدوث الفعلي حول كيفية تفاعلنا مع محيطنا وكيفية اتخاذ قراراتنا اليومية. وتستخدم البيانات والمعلومات التي تم جمعها لتعزيز تصميم وإنتاج الأدوات والأجهزة والتقنيات التي نستخدمها بهدف تحسين جميع جوانب حياتنا. وتوفر منصة إنترنت الأشياء لغة مشتركة للأجهزة والتطبيقات المختلفة للتواصل مع بعضها بعضا بأمان. وتتكامل تلك البيانات المجمعة من العديد من الأجهزة والتطبيقات والبرامجيات لتساعد العلماء والمخترعين والمهندسين على إجراء التحليلات اللازمة لتطوير صناعة ما أو مجال محدد.

وتتسابق عدد من المؤسسات والشركات التكنولوجية

في عصر إنترنت الأشياء سيكون تواصلك وتفاعلك مع ثلاجتك وسيارتك وعبوات الدواء، وحتى وعاء النباتات الموجود في حديقة منزلك، أمرا عاديا

إنترنت الأشياء تستخدم أجهزة استشعار ورقاقات متطورة مدمجة في العناصر والمنتجات والأجهزة التي تحيط بنا لنقل بيانات في وقت الحدوث الفعلي حول كيفية تفاعلنا مع محيطنا

لنشر وتعميم إنترنت الأشياء في جميع مجالات حياتنا. لذا يمكننا القول إن إنترنت الأشياء ستصبح قوة عالمية، لكن نرجو ألا تكون مدمرة للبشرية. وقد حققت هذه التقنية اتصالاً غير مسبوق بالشبكة الرقمية شمل الأشخاص والآلات والأدوات و "الأشياء" بشكل عام. وتسمح هذه الاتصالات للشركات بمراقبة معظم العمليات التي تتم حولنا.

دور المستشعرات الرقمية

وتعتبر المستشعرات الرقمية العمود الفقري للبنية التحتية لإنترنت الأشياء، إضافة إلى رموز الباركود المتطورة، والعلامات القابلة للتتبع عن بعد، وشبكة الواي فاي. وهذه المستشعرات تعتمد على تقنيات البلوتوث المدمجة في تحليل البيانات المجمعة والمعلومات المتوفرة على الإنترنت، لتقديم معلومات قيّمة في الوقت الفعلي عن الأشخاص والمواد والمنتجات والأدوات، وما إلى ذلك، بما يساعد على جمع المدخلات المهمة لتطوير أعمال الشركات وعوائدها.

ومع قائمة كبيرة من الوظائف التي يمكن لتقنية إنترنت الأشياء القيام بها، بما في ذلك تتبع حركة الأشياء في المصنع أو المنزل أو في المواقع المختلفة، ستستخدم المستشعرات القابلة للبرمجة لمراقبة أمور أخرى كدرجة الحرارة والاهتزاز، ومن ثم جمع أنواع مختلفة من المعلومات والبيانات من دون تدخل بشري نهائيا.

ثورة في استراتيجيات الشركات

يتوقع الخبراء أن تغير إنترنت الأشياء الكيفية التي تعمل بها الشركات، وتحدث ثورة مرتقبة في جميع مراحل العمل، من تصنيع و بيع المنتج إلى خدمات العملاء الذاتية الإدارة. بل سيمكن ربط جميع المنتجات بالشبكة الرقمية، مما يعني أنه يمكن أن تتم مراقبتها عن بُعد حتى بعد أن تصبح في حيازة المشتري.

ويرى الداعون إلى تعميم هذه التقنية أن هذا التتبع للمنتجات سيمكن الشركات المنتجة من تحسين الخدمات المقدمة للعملاء من خلال رصد كيفية استخدام المواد والمنتجات والتنبؤ الدقيق بمواعيد صيانتها، وتقليل تعرض للسلع الاستهلاكية إلى الملوثات والعوامل البيئية التي تؤثر في جودتها أو صلاحيتها. ومن خلال معرفة أوجه القصور في التصميم أو في الصناعة يمكن تحسين المنتج، ومع الفهم العميق للأخطار الفعلية أو المادية يمكن للشركات تقديم خدمات أفضل في ضوء البيانات والمعلومات الموثوقة التي جمعتها بفضل تكنولوجيا إنترنت الأشياء.

شطحات تكنولوجية مرتقبة

لدينا حاليا عناصر تحكم فائقة، وأجهزة استشعار متطورة، وعدد كبير من الطرق المختلفة لربط الأشياء بالسحابة الرقمية وإجراء الاختبارات عن بعد. ويمكننا استخدام أنظمة متطورة لمسح المناطق الواسعة أو النائية والتحكم عن بعد، الأمر الذي ينبئ بأن تمكين إنترنت الأشياء من التحكم في كل شيء في حياتنا أمر آت لا محالة.

وثمة جهود كبيرة لتوصيل كل شيء بالإنترنت بحلول 2020 ، ومن المتوقع أن يستثمر المصنعون وأقطاب التكنولوجيا نحو 267 بليون دولار بهذا الصدد بحلول ذلك العام. وهناك شطحات تكنولوجية

متوقعة، وتصورات لما ستكون عليه حياتنا في القريب مع انخفاض سعر التكنولوجيا و تطورها الهائل. و من هذه الشطحات ما يتنبأ بأننا كأفراد سنكون متصلين بصورة شبه دائمة بالشبكات الرقمية عن طريق مجسات أو مستشعرات مزروعة في أجسامنا.

إدارة القوى العاملة

يتطلب العمل في التصنيع أو في أي أي مجال آخر أنواعا ومستويات مختلفة من الشهادات والمؤهلات والتدريب. وسيسمح ربط عناصر التحكم في السحابة الرقمية بالأجهزة المحمولة على أرض المصنع للمديرين بتتبع حركة العمال داخله، وتنبيههم من أي اختراق أو دخول غير مسموح به إلى مواقع محددة داخل المرفق.

وكما هو الحال في مرافق التصنيع ومقار الشركات، فإنه سيكون للتقدم في إنترنت الأشياء تأثير كبير في إدارة التوزيع وسلسلة التوريد بما في ذلك التخزين، وهذا سيتيح للشركات مراقبة مرافق التخزين، طوال الوقت، واتخاذ إجراءات تصحيحية فورية عند تغير أي من المعايير المنظمة لبيئة المخازن.

زيادة التكاليف

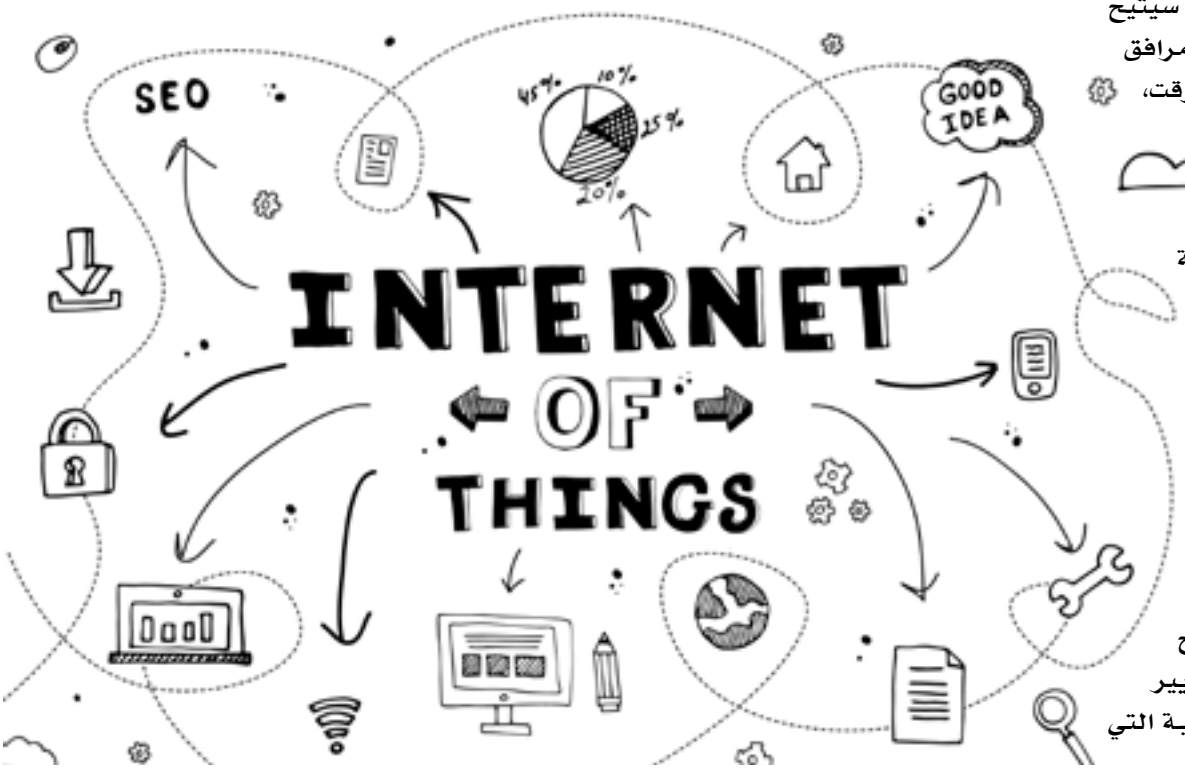
تعد إنترنت الأشياء بفوائد عديدة للمصنعين، مثل تمكينهم من درجات عالية من الأتمتة والامتثال للوائح والقوانين والمعايير الصناعية الدولية التي أصبحت أكثر صرامة، من خلال تحسين الحركة داخل المنشأة، وتتبع المواد الخطرة والمكونات والمنتجات الأخرى، وكذلك إدارة نقاط الاتصال الحيوي لاسيما في مجال تصنيع الأغذية. ومع ذلك، فإن السعر الحالي لهذه التكنولوجيا لا يساعد كثيرا على تحسين التكلفة، إضافة إلى التطبيق العملي المشكوك فيه في التطبيقات الفعلية للتكنولوجيا.

ومع قدرة إنترنت الأشياء على قراءة ونقل البيانات التناظرية التي تعطي مزية تنافسية للشركة المصنعة، واحتياج كل مشروع تحسين إلى دعم قوي وتحليل شامل لتكلفة نشر التكنولوجيا، فإن هذا يثير مخاوف احتكار الشركات العملاقة للتكنولوجيا وعدم قدرة صغار المصنعين و رواد الأعمال على المنافسة، سواء في السوق المحلي أوالعالمي.

ماذا بعد؟

إن إنترنت الأشياء هي التقنية

منصة إنترنت الأشياء توفر لغة مشتركة للأجهزة والتطبيقات المختلفة للتواصل مع بعضها وبتكاملها يتمكن العلماء من إجراء التحليلات اللازمة لتطوير صناعة ما أو مجال محدد



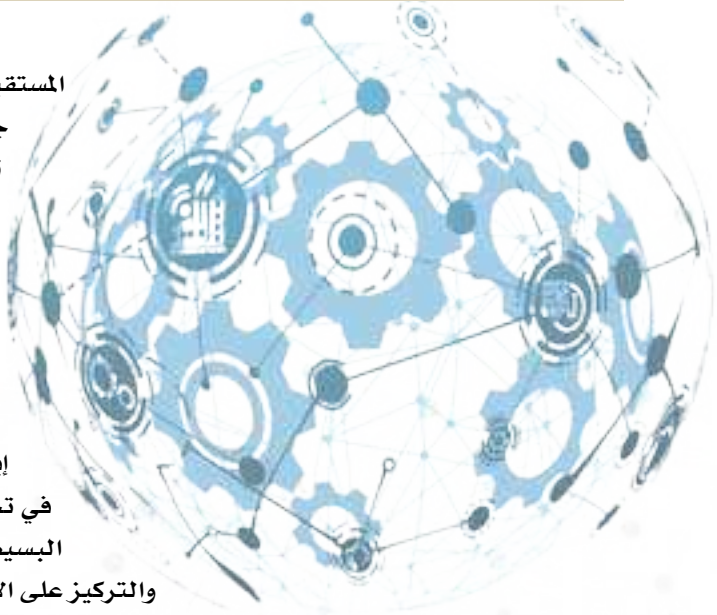
إنترنت الأشياء ونظريات المؤامرة

الصورة المشرقة لاستخدام التقدم التكنولوجي في إنترنت الأشياء وإحداث ثورة في كيفية ممارسة حياتنا والتفاعل مع محيطنا هي صورة بعيدة عن الكمال. فهناك العديد من الأصوات التي تثير المخاوف حول كيفية تطبيق هذا التقدم المذهل، لاسيما مع زيادة الاعتماد الكلي على الآلات والابتعاد التلقائي عن الاعتماد على البشر، ومن ثم ستتحكم الآلات بصورة كلية في البشر.

ومن تلك المخاوف أنه عند استخدام إنترنت الأشياء تطبيقات عدة لجمع مجموعة كبيرة من البيانات والمعلومات ستحدث أخطاء تقنية وبشرية. والسؤال هنا: من سيتحمل نتائج هذه الأخطاء؟ وكيف سيمكننا تقليلها أو تجنبها لمنع الكوارث التي ربما تنجم عنها؟ وهي أمور تحتاج من المشرعين إلى العمل على وضع ضوابط لتنظيم التكنولوجيا الناشئة.

وهنالك قلق آخر يتمثل في كيفية التعامل مع شركات كبرى مثل فيسبوك وغوغل التي تمتلك البيانات والمعلومات عن الأفراد والشركات من خلال استخدام تقنية إنترنت الأشياء، وضرورة عدم تسريب هذه البيانات لاستغلالها في أمور سياسية أو اقتصادية ، لاسيما مع تورط بعض هذه الشركات في فضائح كبيرة. وهناك من يوغلون في التخوف و اتهام الحكومات بالتلاعب بشعوبها عن طريق هذه التقنيات المزروعة في الشوارع والبنية التحتية للدولة والمنظمات بالتعاون مع الشركات العملاقة. وهنا ثمة حاجة إلى ضمان خصوصية الأفراد والشركات والحفاظ على معلوماتهم من الاختراق أو الاستخدام السيئ.

وأظهرت الأحداث الأخيرة التي تنتهك خصوصية المستخدمين الكيفية التي تستخدم بها بعض الشركات البيانات والمعلومات التي تم جمعها للتلاعب بآراء الجمهور العام. وأدت مثل هذه الانتهاكات إلى إجبار المشرّعين والهيئات التنظيمية على التركيز على خصوصية المستخدمين وأمنهم عند التفاعل مع تقنيات إنترنت الأشياء.



المستقبلية التي تترقبها جميع المجالات و تتسابق كبرى الشركات لسبر أغوارها وجني ثمارها، لكن على الرغم من إيجابياتها الكثيرة فإن لها سلبيات عدة. فمن إيجابياتها أنها تسهم في تخليصنا من المهام البسيطة المتكررة يوميا والتركيز على الأمور المهمة، وترك الآلات للقيام بالوظائف المتكررة. و هناك سيناريوهات تتخيل بيوتنا الذكية بثلاجات تتصل بالسوق المركزي مباشرة لطلب الحليب أو الخبز، أو أجهزة المنزل التي تعمل وفق روتين حياتك اليومي و تهيىء لك البيئة المريحة. وهذه السيناريوهات لم تعد ضربا من ضروب الخيال، فنحن نرى كل يوم طرازا جديدا من آلات تصنيع القهوة أو مستشعرات الحرارة أو مقاييس فيضان الأنهار و غيرها.

ومنذ أن رسم (كيفن أشتون) صورة مذهلة للمدن الذكية و إطلاق مصطلح إنترنت الأشياء للمرة الأولى في أواخر التسعينيات، تسابق العلماء والمطورون لإدماج الإنترنت في كل شيء تقريبا، وصولا إلى وضع تصورات لإدماجها في البشر والحيوانات و كائنات حية أخرى، و تطوير بروتوكولات وشبكات لتبادل وإرسال و استقبال المعلومات والبيانات عن طريق التكنولوجيا المدمجة.

وكما هو الحال في أي تقدم تقني، فإن الاستفادة من قوة إنترنت الأشياء لحل المشكلات اليومية التي نقابلها قد تأتي بثمن فادح تدفعه البشرية، فالتكنولوجيا ستسيطر على حياتنا على نحو متزايد. ونحن بالفعل في قلب هذه المرحلة حيث تسيطر التكنولوجيا على حياتنا. وعلينا أن نقرر كم من حياتنا اليومية نحن على استعداد لميكنته، فلكل تكنولوجيا مزاياها وعيوبها وعلينا أن نكون على أتم الجاهزية للاستفادة من قوتها. ومع رصد ما يحدث من حروب وتدهور ثقافي واجتماعي وتعليمي في أجزاء كبيرة من العالم، سيتحتم علينا إيجاد طرق فعالة لنقل ونشر التكنولوجيا إلى هذه المناطق التي تفتقر إلى البنى التحتية المناسبة والكوادر البشرية المؤهلة.■

آفاق الوراثة والمعلوماتية الحيوية في ضوء الثورة الرابعة

د. طارق قابيل *

يقف العالم على أعتاب الثورة الرابعة في تاريخ البشرية بعد أن بلغت «الثورة الصناعية الثالثة» ذروتها. ووصف المشاركون في منتدى دافوس العالمي الذي اختار عنوان «الثورة الصناعية الرابعة» شعارا لدورته الـ 46، هذه الثورة بمثابة «تسونامي» التقدم التكنولوجي الذي سيغير الكثير من تفاصيل الحياة البشرية. وتدعم التكنولوجيا الحيوية ما يسمى «بالاقتصاد الحيوي» أو استخدام البيولوجيا لتحفيز التقدم في الزراعة والإنتاج الصناعي والطاقة النظيفة والصحة وحماية البيئة. إن التقدم في التكنولوجيا الحيوية، والمنصات التقنية المرتبطة بها مثل علوم الوراثة والمعلوماتية الحيوية، وغيرها يسهم في ابتكار طرق جديدة لمعالجة مشكلات عديدة تواجه الصناعة، وسيشكل رافدًا أساسيًا من روافد الثورة الصناعية الرابعة.

*أستاذ التقنية الحيوية المساعد في كلية العلوم بجامعة القاهرة (مصر) وكلية العلوم والآداب بجامعة الباحة، ومؤلف ومشارك في كتب علمية، (السعودية).

أطلق مصطلح (التكنولوجيا الحيوية) عام 1919 وعُني به كل خطوط العمل المؤدية إلى منتجات ابتداء من المواد الأولية بمساعدة كائنات حية

اتجاهات حديثة

تعتمد الثورة الصناعية الرابعة على الثورة الرقمية، التي تشكل فيها التكنولوجيا جزءاً لا يتجزأ من المجتمع وحلقة وصل بين العالم المادي والرقمي والبيولوجي، وتتميز باستخدام التكنولوجيا المتقدمة في مختلف المجالات لتحسين الكفاءة، وتعزيز التطورات والنمو.

وترتكز هذه الثورة على العديد من المحاور، بما فيها الدمج بين التكنولوجيا المادية والرقمية والحيوية. وتتميز التكنولوجيا المادية بسهولة التعرف إليها نظراً لطبيعتها الملموسة، ومنها السيارات الذاتية القيادة، والطباعة الثلاثية الأبعاد، والروبوتات. وتتلخص التكنولوجيا الرقمية في «إنترنت الأشياء» والبيانات الضخمة، أما التكنولوجيا الحيوية، فتعتمد اعتمادا كبيرا على علوم الوراثة والمعلوماتية الحيوية وتطبيقاتها العديدة التي تتطور بشكل متسارع، وتكاد تتداخل مع شتى مجالات الحياة.

وتغطي الابتكارات المؤدية للثورة الصناعية الرابعة العديد من المجالات والتقنيات الحديثة، ومنها التكنولوجيا الحيوية التي يُنتظر أن تؤدي إلى تطور ملموس وتغييرات جذرية في مجالات الصحة والزراعة والصناعة.

واستخدم الاقتصادي الزراعي المجري (كارل إيركي) مصطلح التكنولوجيا الحيوية للمرة الأولى عام 1919 ليعني به «كل خطوط العمل المؤدية إلى منتجات، ابتداءً من المواد الأولية، بمساعدة كائنات حية». ثم توسع التعريف ليشمل إنتاج مواد بمساعدة كائنات حية كالأنزيمات والكتلة الحيوية، ثم تم تضييق التعريف ليركز على تكنولوجيات جديدة بدلاً من

عمليات الإنتاج التقليدية. وقسم العلماء فروع التكنولوجيا الحيوية، وأصبح لكل فرع لون مميز تعرف به. التكنولوجيا الحيوية الحمراء هي التكنولوجيا الحيوية في المجال الطبي، من أمثلتها إنتاج المضادات الحيوية من الكائنات الحية واستخدام الهندسة الوراثية لمعالجة الأمراض، وإنتاج أدوية خاصة بالمحتوى الجيني لفرد ما. والتكنولوجيا الحيوية الخضراء هي التكنولوجيا الحيوية في المجال الزراعي، ومن أمثلتها إنتاج النباتات المعدلة وراثيًا. والتكنولوجيا الحيوية الزرقاء هي التي تتعامل مع عالم البحار والكائنات البحرية. أما التكنولوجيا الحيوية البيضاء فهي من أكثر المجالات انتشارا، وقد أدخلت العديد من التعديلات على صناعات قديمة (كالورق والبلاستيك) وهي المعروفة أيضًا بالتكنولوجيا الصناعية.

التكنولوجيا الحيوية والثورة الجديدة

عندما ظهرت التكنولوجيا الحيوية الحديثة في أواخر السبعينيات، تم تطبيقها للمرة الأولى في قطاع الصحة. وبعد عقد واحد، وصلت المناهج الجزيئية نفسها إلى الصناعات الزراعية والغذائية. وحديثا، بدأ علماء التكنولوجيا الحيوية في إثراء قدرات العمليات الميكروبية الصناعية بجلب جينات جديدة وتعديل جينوماتها لتناسب حاجات الإنتاج المحددة مسبقًا.

وتعول الثورة الصناعية الرابعة على التكنولوجيا الحيوية البيضاء كرافد من أهم روافدها؛ حيث شهدت التكنولوجيا الحيوية الصناعية تقدمًا مذهلًا خلال العقود الثلاثة الماضية، بما في ذلك الصناعات التحويلية والطاقة البديلة، والمواد الحيوية، واستخدام الكائنات الحية لإنتاج مواد كيميائية مطلوبة للاستخدام التجاري حيويًا بدلاً من إنتاجها صناعيًا، وتشمل أيضًا التصنيع الدوائي وإنتاج الفيتامينات، والمعالجة الخاصة للأنسجة والجلود، وإنتاج البلاستيك القابل للتحلل العضوي، وغيرها من الاستخدامات الصناعية.

ومع ذلك فإن ثورة التكنولوجيا الحيوية البيضاء أو الإنتاج الصناعي المستقبلي مازالت في بدايتها، ولكن من شأنها أن تغير وجه صناعات كثيرة إلى الأبد، وتقدم العديد من الحلول الاقتصادية الحيوية الجديدة للطاقة والإنتاج الكيميائي والبلاستيك الحيوي والصيدلة، ووضع معايير جديدة في الإنتاج الشامل للإسهام في تقدم اقتصاد عالمي مستدام في العالم.

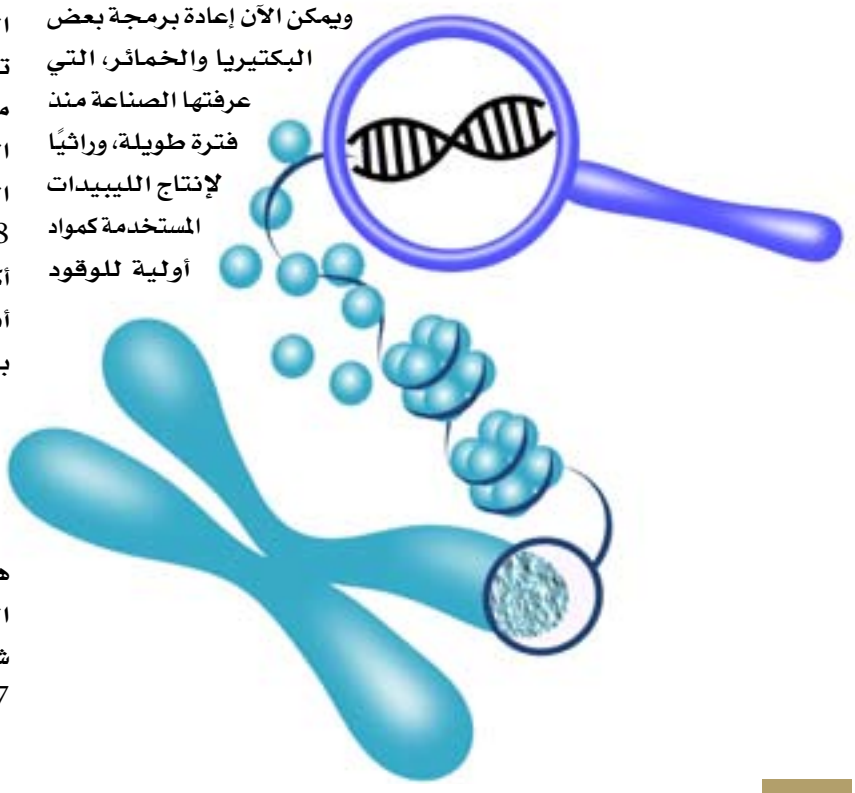
يعد تحرير الجينوم للكائنات الحية، بما في ذلك الكائنات الدقيقة والنباتات والحيوانات أمرًا مثيرًا للعديد من التطبيقات المحتملة

يستفيد أكثر من 350 مليون مريض في جميع أنحاء العالم من الأدوية المصنعة بالتكنولوجيا الحيوية

تحرير الجينوم للكائنات

ويعد تحرير الجينوم للكائنات الحية، بما في ذلك الكائنات الدقيقة والنباتات والحيوانات، أمرًا مثيرًا للعديد من التطبيقات المحتملة. ومع هذه التطورات، يمكننا تعزيز إنتاج المواد الكيميائية الحيوية، وزيادة الإنتاج الغذائي والحفاظ على قيمة غذائية أفضل، و تصنيع أجهزة لزراعة الأعضاء. كما تتطور الهندسة الأيضية والبيولوجيا التركيبية بسرعة كبيرة. وقد أدى ذلك إلى إنتاج العديد من المواد الكيميائية، والوقود، ومواد من الكتلة الحيوية المتجددة، بدلاً من الاعتماد على الموارد الأحفورية.

ومع ذلك، فإن ظهور بيولوجيا النظم في نهاية التسعينيات، والبيولوجيا التركيبية في أوائل العقد الأول من القرن الحالي، غيرا بالكامل لعبة تصميم الكائنات الدقيقة، وحتى النظم الحية الأعلى، كعوامل لتحويل المواد الأولية المتنوعة إلى منتجات ذات قيمة عالية على نطاق صناعي. ويمكن الآن إعادة برمجة بعض البكتيريا والخمائر، التي عرفتها الصناعة منذ فترة طويلة، وراثيًا لإنتاج الليبيدات المستخدمة كمواد أولية للوقود الحيوي، وحتى المواد الكيميائية غير الطبيعية مثل البنزين وحمض التريفثاليك يمكن إنتاجها حاليا عن طريق الهندسة الأيضية.



إضافة إلى ذلك، أنتجت التكنولوجيا الحيوية المعاصرة مواد حيوية كالسكريات المتعددة (السليولوز الميكروبي)، والبروتينات (حرير العنكبوت)، وحتى البوليمرات الاصطناعية عن طريق الكائنات الدقيقة المصممة وراثيًا. وقد تم تصميم بعض السلالات بنجاح لإنتاج طيف واسع من البوليستر البيولوجي لاستخدامه في التغليف الصديق للبيئة والأدوية والمواد الذكية.

ثورة في الرعاية الصحية

جاءت القضايا المتعلقة بالصحة في مقدمة جدول أعمال المنتدى الاقتصادي العالمي الذي عُقد في دافوس بسويسرا عام 2016. وتضمَّنت المناقشات تقريرًا للمنتدى، يتنبأ باحتياج 85 شركة دوائية إلى نماذج تجارية جديدة؛ لتحفيز تطوير المضادات الحيوية لمكافحة العدوى المقاومة للأدوية. ويمكن أن تساعد التكنولوجيا الحيوية على معالجة القضايا الوطنية الكبيرة مثل الرعاية الصحية؛ حيث يبلغ الإنفاق العالمي على الرعاية الصحية حالياً 8 تريليونات دولار أمريكي، ويستفيد أكثر من 350 مليون مريض في جميع أنحاء العالم من الأدوية المصنعة بالتكنولوجيا الحيوية.

تمثل التكنولوجيا الحيوية في مجال الرعاية الصحية أكثر من 50 ٪ من جميع الأدوية المسوقة، وهذه النسبة تتزايد بشكل مطرد. ويقود هذا العمل الكبير في مجال الرعاية الصحية الحيوية أكثر من 1700 شركة تبلغ قيمتها السوقية أكثر من 17 بليون يورو في أوروبا وحدها.

ونشهد حاليًا بعض التطورات المذهلة في مجال الرعاية الصحية والقطاع الطبي. وأصبحت المركبات الطبيعية الجديدة الشديدة التعقيد من المصادر الحيوية مناسبة للأغراض الصيدلانية، وسيساعد العلاج بالخلايا الجذعية، وتكنولوجيات مثل الوقاية الفعالة من الأمراض، وبرامج الرفاهية، والطب الدقيق، وتحرير الجينوم، وإنتاج الأعضاء البشرية، على التصدي للتحديات الصحية الناجمة عن شيخوخة السكان.

انتشار التكنولوجيا الحيوية

في المستقبل القريب، ستصبح التكنولوجيا الحيوية شائعة، وسيكون هناك عدد أكبر من شركات التكنولوجيا الحيوية، بجانب عدد متزايد من الشركات الاستثمارية. في القرى الصغيرة أو حتى في المنازل، سيمكنك استخدام التكنولوجيا الحيوية، كما هو الحال في روايات الخيال العلمي، ببساطة مثل أن تطلب من آلة ما أن تصنع لك بعض المواد الكيميائية المنزلية التي تحتاج إليها، ويمكن لمحولات القمامة المستندة إلى التكنولوجيا الحيوية التخلص من النفايات بشكل آمن يحافظ على البيئة.

لذا، بحلول عام 2030، من الواقعي القول إن التكنولوجيا الحيوية ستصبح جزءًا من حياتنا، من الطب والعلاج إلى المواد الكيميائية والوقود والمواد الصديقة للبيئة.

حاصل القول، توفر الثورة الصناعية الرابعة فرصاً واسعة للمجتمعات البشرية كي تحقق معدلات عالية من التنمية الاقتصادية والاجتماعية والإنسانية عموماً، بتخفيضها لتكاليف الإنتاج، وتساهم في رعاية صحية أفضل للإنسان. وستُحدث تغييراً جوهرياً في طريقة عيشنا وعملنا وعلاقتنا ببعضنا بعضاً؛ فهي إيذان ببداية فصل جديد في تاريخ التنمية البشرية، حيث تزودها التطورات التكنولوجية المذهلة بالإمكانات الضخمة. إن هذه الثورة، تدفعنا إلى أن نعيد التفكير في الكيفية التي تتطور بها بلداننا، ويمكن استغلالها بشكل إيجابي في خدمة اقتصادات الدول، والمساهمة في خلق فرص جديدة للتنمية الاقتصادية. لكن ذلك يتوقف على إمكانات الدول وما تتمتع به من بنى تكنولوجية، وقدرتها على تطوير نُظمها التعليمية وتوظيفها، وتعزيز مهارات موظفيها وإكسابهم الخبرات التي تساعدهم على التعامل مع هذه التطورات التكنولوجية المقبلة. ■

بحلول عام 2030 ستصبح التكنولوجيا الحيوية جزءًا من حياتنا، من الطب والعلاج إلى المواد الكيميائية والوقود والمواد الصديقة للبيئة

أمن المعلومات
في عصر الثورة الرابعة

د. صفاء زمان *

تؤدي الثورات التكنولوجية دورا مهما في رسم الخطوط العريضة للمستقبل، وتؤثر في جميع مجالات الحياة، ولاسيما الاقتصاد، فضلا عن تأثيرها في رسم الخريطة السياسية للعالم. وأصبحت تلك الثورات الأداة الرئيسية التي ظهرت من خلالها دول افتراضية عظمى أدارت العالم بواسطة إدارات إلكترونية تعمل بالنانو، أو تقنيات صغيرة تتحكم في الروبوتات، أو نظم تحليلية تجسد المستقبل لتتحول التكنولوجيا إلى هاجس يؤرق الدول النامية والأمم المتخلفة. فهي الأداة التي يمتلكها الأقوياء القادرون على

* أكاديمية في جامعة الكويت، ومستشار في أمن المعلومات، ورئيسة تحرير سابقاً لمجلة (المهندسون) الكويتية، (الكويت)

ويرى الخبراء أنه سيكون لهذه الثورة تداعيات مؤثرة في مختلف الصناعات والخدمات، فمن ذلك أنه بحلول عام 2025 سيكون 10 % من الملابس التي يرتديها الناس متصلة بشبكة الإنترنت، وستكون الروبوتات عضوا فاعلا في مجالس إدارات المؤسسات، وسيتم زراعة القلوب المصنعة باستخدام تكنولوجيا الطباعة الثلاثية الأبعاد في أجساد المرضى!

الآلة أم الإنسان

إن إحلال الآلة بدلا من الإنسان يعتبر من أبرز هواجس الثورة الصناعية الرابعة، فقد تتسبب في خسارة وظائف كثيرة، فهذه التقنيات اقتحمت جميع المجالات؛ فمن أنظمة تحليلية معقدة تقوم بالتشخيص الطبي إلى روبوتات ذكية تؤدي مهام الإنسان، ومركبات ذاتية القيادة، وغيرها الكثير. الأمر الذي قد يساعد على اختفاء صناعات عدة، وينذر بحدوث اختراقات كبيرة في مجال المعلومات السرية التي تملكها الصناعات الحديثة المعتمدة كليا على الآلات.

لا شك في أن الثورة الصناعية الرابعة تعد بتغييرات شاملة في أنماط الحياة، وتثير تحديات وهواجس مقلقة من حدوث صدمات كبيرة تفرض وضع إطار لتنسيق جهود العالم للتعامل معها، لاسيما فيما يتعلق بأمن المعلومات، ويعوق نقص مهارات تكنولوجيا المعلومات في بعض القطاعات وبعض الأسواق مسار هذا التحول الرقمي ولاسيما في الدول النامية، الأمر الذي يجعلها بحاجة إلى غيرها من الدول وتحت مراقبتها المباشرة، ومن ثم تكون بياناتها عرضة للسرقة والاختراق والاستخدام غير الآمن، مما يستدعي وضع خطط مناسبة للحفاظ على سرية المعلومات وعدم اختراقها.

ويرى الخبراء أن هناك حاجة إلى بلورة رؤية مشتركة حول كيفية إعادة توجيه وتشكيل التطورات التكنولوجية لبيئتنا الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والإنسانية، من خلال وضع الإنسان في أولوية الاهتمامات واستغلال الخدمات السخية التي تقدمها لنا الثورة الصناعية الرابعة من أجل تعزيز القيمة الفكرية الإبداعية التي تستوعب جميع الفئات والمجتمعات.

تقنيات الثورة الصناعية الرابعة تنذر بحدوث اختراقات كبيرة في مجال المعلومات السرية التي تملكها الصناعات الحديثة المعتمدة كليا على الآلات

حل شيفرة التقنية للتحكم في بياناتها ولاسيما في الحقبة الجديدة من تاريخ البشرية، وهي الثورة الصناعية الرابعة التي اجتاحت كيان العالم بقوة معلنة عن اختزال العالم في التقنيات الرقمية، والأنظمة الذكية وتحليل البيانات الضخمة، وغيرها من تطورات تكنولوجية .

الدول النامية معرضة لتكون بياناتها عرضة للسرقة والاختراق والاستخدام غير الآمن مما يستدعي وضع خطط مناسبة للحفاظ على سرية المعلومات

غول الجرائم الإلكترونية

تعد الجرائم الإلكترونية الغول المهدد لدمار هذه المدنية العظيمة؛ فمع تصاعد الفكر الرقمي وتعقد النظم، ارتفع مستوى الهجمات الإلكترونية، ومن ثم تزايدت إمكانات التهديد التي بدأت بترصد الأنظمة الرقمية والكيانات التقنية وبخاصة وسط الوضع السياسي غير المستقر لبعض البلدان، فتشكلت عصابات ومؤسسات ضخمة في مجال الجرائم الإلكترونية والاختراقات، وساعدها على إنجاز أهدافها انخراط التكنولوجيا بصورة كبيرة في تفاصيل حياة الشعوب، من خلال انتشار الأجهزة الذكية والشبكات الاجتماعية.

فقد كبدت الهجمات الإلكترونية دول العالم 280 بليون دولار عام 2017، فيما ارتفع عدد الشركات التي تعرضت لهذه الهجمات بنسبة 20 % مقارنة بالسنوات السابقة.

وكان قطاع الخدمات المالية والاستثمار الأكثر عرضة للهجمات بنسبة 46 %، يليه قطاع الرعاية الصحية بنسبة 24 %، ثم قطاع الطاقة بنسبة 23 %.

وتعد منطقة الشرق الأوسط، من بين الأكثر تضررا في العالم، من الهجمات الإلكترونية. وبحسب تقارير عالمية فإن 56 % من شركات المنطقة تعرضت أخيرا لهجمات إلكترونية أسفرت عن خسائر كبيرة في المال والسمعة والمكانة.

ويظل هناك المزيد من الأرقام المثيرة للقلق، فنحو نصف المديرين التنفيذيين في الخليج الذين استطلعت آراؤهم إحدى الدراسات اعترفوا بعدم قدرتهم على كبح الهجمات الإلكترونية، فالموقع الجغرافي لهذه المنطقة والانتعاش الاقتصادي يسهمان في جعلها عرضة للهجمات الإلكترونية، التي يروح ضحيتها الشركات والأفراد على حد سواء.

وتعتبر حماية البيانات أحد العناصر المهمة لنجاح عمل أي شركة أو مؤسسة واستمرارها، وفي حال حدوث أي اختراق فإن هذا يؤدي إلى إحداث أضرار جسيمة قد تؤدي إلى دمارها من خلال المساس بسمعتها أو تسريب بيانات حساسة قد تكبدها خسائر مالية كبيرة. وإذا لم يتم التعامل مع هذه الحوادث بصورة سريعة وصحيحة فقد يؤدي ذلك إلى شلل المؤسسة بصورة كاملة. ومن هذا

المنطلق تظهر أهمية أن تكون البنية التحتية الأمنية لتكنولوجيا المعلومات محمية بصورة كاملة وبطريقة صحيحة تتوافق مع أنظمة الجيل الجديد من الحوسبة السحابية (Cloud Systems) و المنصات الإلكترونية (Web Portal) وغيرها من الأنظمة التي ربما تجعلها في عملية مخاض دائم لحماية بياناتها.

الحروب الإلكترونية

ومع بزوغ الثورة الصناعية الرابعة ظهرت مرحلة ثالثة للحرب الإلكترونية تتسم بالشراسة الشديدة والتعقيد الكبير، وتتمثل في إرسال هجمات بين الدولة بعضها ببعض، الأمر الذي يؤدي إلى خسائر اقتصادية وخسائر في البنية التحتية أيضًا، مما يعد نوعًا من استنزاف الموارد باستخدام الحرب الإلكترونية بدلاً من حروب الاستنزاف العسكرية التي اعتمدتها الجيوش قديمًا كتكتيك حربي.

إن التطور النوعي في مسارات الحياة وطبيعتها فرض علينا آفاقا جديدة للحروب الإلكترونية لتكون أكثر اتساعًا وخفاء. وعلى الرغم من صعوبة تصور الأمر فإنه بلغ درجة كبيرة من الجدية عالميًا في استخدام هذا السلاح للدفاع والهجوم في آن واحد. وعلى سبيل المثال لا الحصر يعكف خبراء في وزارة الدفاع الأمريكية «البنتاغون» حاليًا على تطوير قدرات الولايات المتحدة إلكترونيًا لشن هجوم على أنظمة الحواسيب التابعة للدول الأخرى. وذكرت صحيفة أمريكية أن لدى المسؤولين العسكريين في الولايات المتحدة رغبة في تطوير القدرات الهجومية الأمريكية في مجال الحرب الإلكترونية للانتقال ببلادهم من التركيز على الدفاع عن الأمن القومي الأمريكي إلى مرحلة الهجوم والمباغتة، واعتماد هذا الأسلوب كأحد أساليب الحرب الجديدة التي ستستخدم قريبًا. والمخيف في الأمر أن هذه الحروب الإلكترونية لا تقتصر على قرصنة المعلومة العسكرية فقط بل إن تطور أشكال الحروب إلى الحروب الاقتصادية والثقافية جعل كل المعلومات ذات أهمية، وأظهر أن اختراق المجتمعات لا يتم إلا بهذه المعلومات. وثمة تساؤل يتبادر إلى الأذهان مفاده: هل ما يحدث حاليا في الدول العربية من تفكك وصراع يعد جزءا من الحرب الإلكترونية المقبلة، وأننا لسنا سوى "حجر الدامنة" وسط هذه الثورة الصناعية؟ ■

الهجمات الإلكترونية كبدت دول العالم 280 بليون دولار عام 2017 وارتفع عدد الشركات التي تعرضت لها بنسبة 20٪ مقارنة بسنوات سابقة

الثورة الصناعية الرابعة
الشغف بالمستقبل الغامض

د. عبدالله بدران *

ثمة عدد من المحركات الرئيسية التي ستقود العالم في الفترة المقبلة، أهمها الذكاء الاصطناعي والروبوتات والسيارات الذاتية القيادة والطابعات الثلاثية الأبعاد والبيانات الضخمة والعملات الافتراضية وإنترنت الأشياء والتقانة النانوية والحيوية وتخزين الطاقة والحوسبة الكمومية. هذا ما يخلص

* المحرر العلمي للمجلة ،(الكويت)

والنتائج التي خرج بها مؤلف الكتاب (الدكتور كلاوس شواب) ليست صادرة عن تخيلات كاتب عادي، ولا عن خيال علمي لأديب بعيد عن العلم وتطوراته، ولا عن حالم يروي ما رآه في أحلامه، بل هي نتاج واقع عاشه ذلك المؤلف الذي يشغل منصب الرئيس التنفيذي للمنتدى الاقتصادي العالمي الذي يعد أكبر وأهم تجمع عالمي لرجال الاقتصاد وصناع القرار ومستشرفي المستقبل، خلال لقاءات وحوارات ومناقشات وجلسات عمل شهدها المنتدى خلال السنوات الماضية، وشارك فيها عدد كبير من الشخصيات العالمية.

والمحركات التي طرحها الكتاب ليست غريبة عنا، إذ عايشنا بدايتها وانطلاقتها في معظم دول العالم، ونشهد يوميا تطوراتها المتسارعة، وتطبيقاتها المتنوعة، وتطالعنا دراسات كثيرة عن آفاقها الواعدة، والآمال الكبيرة المعقودة عليها.

تسلسل الثورات الأربع

إذا كان العالم قد شهد الثورة الصناعية الأولى في عام 1787، والثانية في 1870، وكانت انطلاقة الثالثة في 1969 باستخدام الإلكترونيات وتقانة المعلومات، فإن الثورة الرابعة بدأت بوادرها في ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي، لكنها تمتاز عن الثورات الثلاث بسرعتها الجامحة، ومجالها الواسع، وتأثيرها الهائل في كل المجالات. والمعروف أن الثورة الأولى استخدمت قوة الماء والبخار لمكننة الإنتاج، في حين استعملت الثانية الطاقة الكهربائية لتوليد الإنتاج الضخم، واستخدمت الثالثة الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات لأتمتة الإنتاج، فيما تتميز الثورة الرابعة بمزيج من التقنيات التي تطمس الخطوط الفاصلة بين المجالات المادية والرقمية والبيولوجية.

ويرى شواب أننا نقف على حافة ثورة تكنولوجية من شأنها أن تغيِّر جذرياً الطريقة التي نعيش ونعمل بها، ونترابط ونتواصل مع بعضنا بعضا. إننا لا نعرف حتى الآن الكيفية التي ستتكشّف بها هذه الثورة، لكن هنالك شيئاً واحداً واضحا يتمثل في أن الاستجابة إليها يجب أن تكون متكاملة وشاملة، متضمنةً ومحتوية جميع أصحاب المصلحة في النظام السياسي العالمي، من القطاعين العام والخاص إلى الأوساط الأكاديمية والمجتمع المدني.

وسرعة الاختراقات الحالية ليست لها أي سابقة تاريخية عند مقارنتها بالثورات الصناعية السابقة؛ إذ تتطور الثورة الرابعة في وتيرة أسيّة رقمية بدلاً من وتيرة خطية، وستحدث تحولا كبيرا في مجالات نظم الإنتاج، والإدارة، والحكم. وهذه الثورة الأخيرة تعتمد على الثورة الرقمية، والإنترنت المتحرك، وتطور أجهزة الاستشعار لتصبح أكثر قوة وأقل سعراً، والذكاء الاصطناعي. ويشير إلى السرعة التي تتسم بها هذه الثورة مقارنة بما سبقها، فيقول: يكفي للدلالة على سرعة الثورة الصناعية الرابعة أن مغزل النسيج (السمة المميزة للثورة الصناعية الأولى) استغرق نحو 120 عاماً لينتشر خارج أوروبا. وعلى النقيض من ذلك، فقد تغلغلت الإنترنت في جميع أنحاء العالم في أقل من عقد من الزمان.

الشغف بالمستقبل الغامض

في مقدمة النسخة العربية للكتاب يقول حاكم إمارة دبي الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم: لقد كنا ومازلنا كبشرية مغرمين بالمستقبل، واستكشاف حدوده، والتعرف إلى متغيراته، يدفعنا فضولنا وشغفنا بالمعرفة لاستكشاف المساحات الغامضة في المستقبل المنظور، وأثر ذلك على أسلوب حياتنا وطريقتنا في أداء أعمالنا (...) وموجات التطورات التكنولوجية المتسارعة تعد

تمتاز الثورة الرابعة عن سابقاتها بسرعتها الجامحة ومجالها الواسع وتأثيرها الهائل في كل المجالات

إليه كتاب (الثورة الصناعية الرابعة) في أهم نتائجه التي خرج بها بعد استعراض شامل لواقع وآفاق العلوم والتكنولوجيا، والتأثيرات المستقبلية لهما في البشرية.

لدى الثورة الرابعة القدرة على رفع مستويات الدخل العالمية وتحسين نوعية الحياة للسكان في جميع أنحاء العالم

بتغيير جوهري تلمسه البشرية كافة، بدءاً من مستقبل الصناعات وإنترنت الأشياء، مروراً بالقدرة على استرجاع وترميم الأنسجة التالفة باستخدام الخلايا الجذعية، وانتهاء بالنظر في الفجوات التكنولوجية بين الأجيال وأثرها في التعليم واكتساب المعرفة. وفي إطار قصصي ملهم تمكن الصديق كلاوس شواب من أن ينقلنا في رحلة إلى حدود المعرفة البشرية حول مستقبلها، ليقدم رؤية فريدة تستشرف المستقبل بشكل يتناسب مع تطلعات صناع القرار، والنخبة من رؤساء الشركات، والقيادات الحكومية، والمهتمين بالتغيرات المتسارعة في عالمنا».

وبالفعل، فإن شواب يرنو في كتابه إلى آفاق بعيدة، ليطل على المستقبل والقفزات المعرفية التي تنتظر البشرية، ويحاول استشراف تلك الآفاق التي تتشكل حاليا ، داعيا الجميع، أفرادا وحكومات ومعنيين، إلى الاستعداد للتغيرات النوعية، وتكييف الثورة التكنولوجية الشاملة لإسعاد البشر، وليس الاكتفاء بمجرد التعايش معها، أو بالأحرى تحدياتها .كما يدعوهم إلى إدراك المسؤوليات الجسيمة التي تنتظرهم، وإلى أن تكون الأنظمة التي نقوم ببنائها مصممة لإغناء الإنسان وتحريره، بدلاً من جعلنا كسالى أو ربما أسوأ من ذلك. «وإذا أردنا أن نكون ضمن هؤلاء الذين يحددون وجهة هذه التغيرات، فنحن بحاجة إلى منظور منهجي وشامل للتحول التكنولوجي الحاصل والابتكارات الجذرية المطلوبة».

تحولات تكنولوجية وتغير عميق

يناقش الكتاب في ثلاثة فصول سياقات وتحديات وآفاق الثورة الصناعية الرابعة وتأثيراتها في البشرية. ويستعرض في الفصل الأول المسيرة التاريخية للثورات الصناعية الثلاث التي شهدها العالم على مدار القرون الماضية. أما الفصل الثاني فيتناول العوامل المحركة لهذه الثورة والتحولات التكنولوجية الرئيسية لها، والمظاهر الرقمية والمادية والبيولوجية المصاحبة، والتغيرات الكبيرة التي ستحدثها في الحياة، لتحدث سياقا مستقبليا شديد الاختلاف للمجتمعات البشرية قبل نهاية القرن الحالي.

ويرى المؤلف بهذا الصدد أن لدى الثورة الصناعية الرابعة القدرة على رفع مستويات الدخل العالمية وتحسين نوعية الحياة للسكان في جميع أنحاء العالم. وعلى سبيل المثال فقد استطاعت التكنولوجيا أن تقدم المنتجات والخدمات التي تزيد من كفاءة ومتعة حياتنا الشخصية الجديدة المحتملة، كطلب سيارة أجرة، وحجز رحلات الطيران، وشراء المنتجات، ودفع الفواتير، والاستماع إلى الموسيقى، ومشاهدة الأفلام. وفي المستقبل، سيقود الابتكار التكنولوجي أيضاً إلى تطورات كبيرة في العرض والكفاءة والإنتاجية، وستنخفض تكاليف النقل والاتصالات، وستصبح الخدمات اللوجستية وسلاسل التوريد العالمية أكثر فعالية، وستنخفض تكلفة التجارة، وسيصبح العالم أكثر ترابطا عبر الإنترنت وتطبيقاتها لاسيما إنترنت

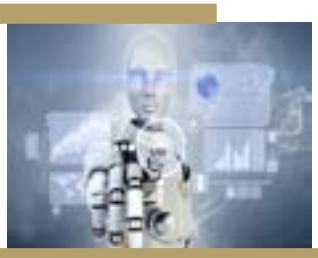
يمثل الكتاب نظرة شمولية إلى تطورات ومـــآلات وآفـــاق الـــثـــورة الصناعية الرابعة والتحديات المصاحبة لها والتأثيرات المحتملة في البشرية

الأشياء، وسيقدم لنا الذكاء الاصطناعي منتجات غريبة لم يكن الإنسان ليراها إلا في أفلام الخيال العلمي الحالمة.

الفرص والتحديات

في الفصل الثالث يتطرق الكاتب إلى التحديات التي تصاحب هذه الثورة والفرص التي يمكن الاستفادة منها للتغلب على هذه التحديات وتجاوز تداعياتها، وهي تحديات قائمة لا محالة ولا تنحصر في مجال ضيق أو منطقة ما ، بل ستكون لها صفة الشمولية والامتداد والتأثير العميق. فهذه الثورة ستؤثر في هويتنا وجميع القضايا المرتبطة بها، كشعورنا بالخصوصية، وأفكارنا عن الملكية، وأنماط استهلاكنا، والوقت الذي نكرسه للعمل والترفيه، وعلاقاتنا بالآخرين. ويرى أن التكنولوجيا ستؤثر تأثيرا كبيرا في التواصل البشري وسلوكياته، فالاتصال المستمر قد يحرمنا من أحد أهم أصول الحياة: الوقت الضروري للاستراحة، والتفكير والتبصر، والانخراط في محادثات ذات معنى. ومن التحديات التي سنواجهها أيضا مشكلة حلول الآلات محل الإنسان، وما يترتب على ذلك من تداعيات اقتصادية واجتماعية وثقافية. إضافة إلى مشكلة خصوصية البيانات وإمكان سرقتها والتحكم فيها وتعرضها للضياع أو الاستخدام السيىء من جهات حكومية أو خاصة لتوجيه الرأي العام أو الحصول على معلومات سرية جدا. كما أن التطورات الحاصلة في مجالي التكنولوجيا الحيوية والذكاء الاصطناعي ستسعى إلى إعادة تعريف ما يعنيه أن تكون إنساناً من طريق زيادة العتبات الحالية للعمر، والصحة، والإدراك، والقدرات، وهي أمور ستدفعنا إلى إعادة تعريف حدودنا المعنوية والأخلاقية.

يمثل الكتاب نظرة شمولية إلى تطورات ومـآلات وآفـاق الـثـورة الصناعية الرابعة، والتحديات المصاحبة لها، والتأثيرات المحتملة في البشرية. وهو ينطلق من أرضية صلبة يمتلكها مؤلفه ذو الرصيد الكبير من المعرفة والاطلاع، وهو ما يستدعي النظر بجدية إلى التوصيات التي خرج بها، والرؤية الاستشرافية التي يتحدث عنها، للتعامل معها بطريقة أكثر حكمة وصوابا. ■

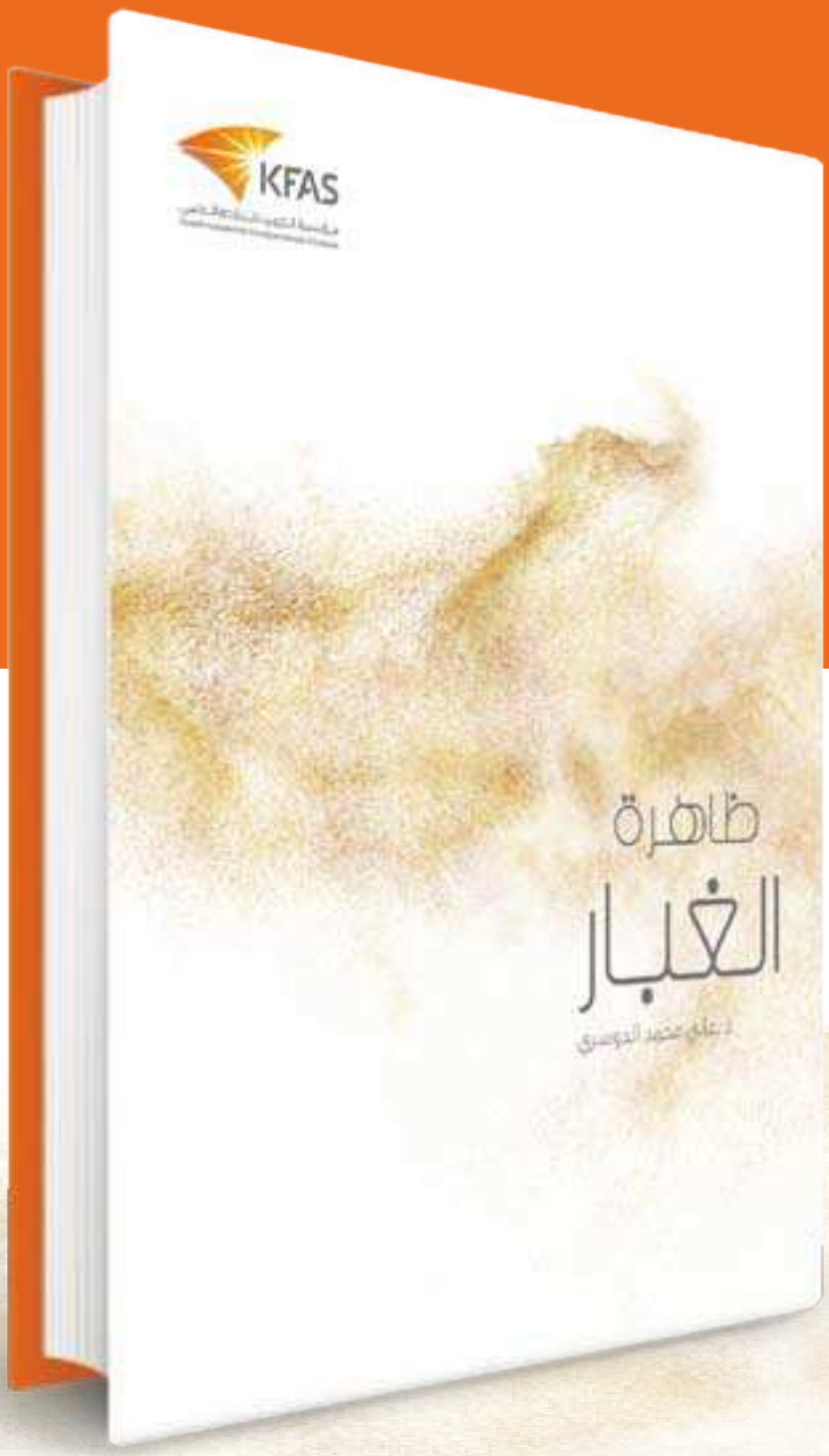


الثورة الصناعية الرابعة.. المستجدات والتحديات

ستوفر الثورة الصناعية الرابعة فرصاً كبيرة للمجتمعات البشرية كي تحقق معدلات عالية من التنمية الاقتصادية والاجتماعية والإنسانية عموماً، وتساهم في رعاية صحية أفضل للإنسان. وستُحدث هذه الثورة تغييراً جوهرياً في طريقة عيشنا وعملنا وعلاقتنا ببعضنا بعضاً؛ فهي إيذان ببداية فصل جديد في تاريخ البشرية.

إن هذه الثورة، بسرعة إيقاعها واتساع نطاقها وعمق حدودها، تدفعنا إلى أن نعيد التفكير في الكيفية التي تتطور بها بلداننا، ويمكن استغلالها بشكل إيجابي في خدمة اقتصادات الدول، والمساهمة في خلق فرص جديدة للتنمية الاقتصادية. لكن ذلك يتوقف على إمكانات الدول وما تتمتع به من بنى تكنولوجية، وقدرتها على تطوير نُظمها التعليمية وتوظيفها، وتعزيز مهارات موظفيها وإكسابهم الخبرات التي تساعدهم على التعامل مع هذه التطورات التكنولوجية.

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



ظاهرة الغبار

د .علي محمد الدوسري

يشمل هذا الكتاب تعريفاً لظاهرة الغبار وأسبابها، وطرق الرصد الميداني و الرصد عن بعد، وطرق التحليل الإحصائي والحجمي لحبيبات الغبار والمعدني والعناصر النزرة ومحتواها من النويدات المشعة، والمواد العضوية والملوثات بأنواعها. ويشمل أيضاً التحاليل الفيزيائية.

ورد في هذا الكتاب وصف لأشكال العواصف الغبارية ومساراتها على جميع المستويات (المحلية والإقليمية والعالمية)، والاختلافات بينها، وهو مدعمٌ بصور الأقمار الاصطناعية والخرائط التفصيلية، ويظهر ما الذي يميز غبار الكويت عن غيره فيزيائيا وكيميائيا.

ويتطرق الكتاب إلى تاريخ الغبار في الكويت، والدراسات المناخية والعلمية، وكميات الغبار المتساقط، والأثر الاجتماعي والاقتصادي لظاهرة الغبار في الكويت، والأهم من ذلك تجربة الكويت للتكيف مع هذه الظاهرة، والأساليب الخاطئة التي استخدمت وطرق العلاج.

شركة التقدم العلمي للنشر والتوزيع
www.aspdkw.com
www.shop.aspdkw.com

لقاحات المستقبل

تقنيات واعدة تلوح في الأفق

د. عبد الرحمن أمين *

على الرغم من استخدام اللقاحات في أنحاء العالم للقضاء على الأمراض المعدية، والحد من انتشارها، فإن عبء تلك الأمراض لا يزال مرهقا للمجتمعات والأفراد، ولا سيما في البلدان النامية. ولاتزال العدوى مسؤولة عن نحو 40 % من جميع الوفيات المسجلة في العالم.

وهنالك آمال واعدة في هذا الشأن تتمثل في استراتيجيات صحية متنوعة تتضمن توسيع نطاق استخدام اللقاحات

* اختصاصي الصحة العامة والوبائيات – وزارة الصحة ،(الكويت)

ويمثل التطعيم حاليا أنجح أشكال الوقاية من الأمراض المعدية. وخلال العشرين سنة الماضية تحسنت تكنولوجيا اللقاحات، مما أدى إلى إنتاج لقاحات ضد عدد من الأمراض المعدية.

ويعتبر استئصال الجدري من العالم وانحسار عدد حالات شلل الأطفال بنسبة تبلغ أكثر من 99 % من أكثر الأمثلة وضوحا على تأثير اللقاحات في البشر.

خلال العشرين سنة الماضية تحسنت تكنولوجيا اللقاحات مما أدى إلى إنتاج لقاحات ضد عدد من الأمراض المعدية

طرق جديدة

إن استخدام اللقاحات الموجودة حالياً بطرق مختلفة ربما يكون واعداً في المستقبل. وأحد الأمثلة على ذلك هو إعطاء لقاح ميت - يُعطى عادة أثناء مرحلة الطفولة- إلى المرأة الحامل لتعزيز مستويات الأجسام المضادة في الأم ، مما يسمح لتلك الأجسام الإضافية بالوصول إلى الجنين عن طريق المشيمة، وعبر حليب الثدي إلى الطفل الرضيع . هذه الطريقة تحمي المولود الجديد وتقلل من الأعراض الجانبية التي يمكن أن تحدث للطفل إذا أعطيت له بعد الولادة. وفي المستقبل، قد يكون إعطاء لقاح الملاريا بهذه الطريقة مفيدًا لحماية المواليد الجدد من الإصابة بالعدوى بشكل مزمن منذ الولادة.

وهناك طريقة أخرى لتطبيق اللقاحات الموجودة بشكل أكثر فعالية، وهي استهداف كبار السن الذين يشكلون نسبة متزايدة من السكان. وعلى سبيل المثال، فإن كبار السن في المستشفيات هم أكثر عرضة للإصابة بالأمراض التي يمكن الوقاية منها باللقاحات، مثل المكورات الرئوية وفيروس الأنفلونزا والحلاء المنطقي.

تناول اللقاحات

هناك تقنيات قيد التطوير ستسهم في تحسين فعالية اللقاحات. فلتصنيع لقاح يعطى مرة واحدة بدلاً من إعطاء جرعات متعددة، يحتاج ذلك إلى أن يكون اللقاح

الموجودة، وترسيخ تكنولوجيات جديدة لإيصال اللقاحات والعمل على اكتشاف وإنتاج لقاحات جديدة، مع التركيز على الفيروسات والبكتيريا والطفيليات.

الطب الحديث يهدف إلى استخدام اللقاحات لعلاج الأمراض المعدية وغير المعدية وليس الوقاية منها فقط

لقاحات واعدة

حسب موقع ميدغينيرا MEDGENERA ، هناك لقاحات واعدة في طريقها إلى الإنتاج في عام 2018. ومن أهمها:

1. لقاح الأنفلونزا القائم على نبات التبغ:

يمثل ذلك اللقاح تحولا نموذجيا من اللقاحات التقليدية. ويستند إلى ما يدعى (الجسيمات الشبيهة بالفيروسات (VLPs)) التي تعني أن الفيروس المعطى كلقاح سيكون أكثر شبها لنوع الفيروس البري من اللقاحات الحالية المعتمدة على البيض. ويمكن تحضير اللقاح بإدخال المادة الوراثية للأنفلونزا في أوراق التبغ التي تنتج جسيمات تشبه الأنفلونزا تحتوي على مستضدات الفيروس Antigen. وهذا بدوره يحفز الاستجابات المناعية. ولا تستخدم الفيروسات الحية في هذا اللقاح، لذا فإن فرص الإصابة بالعدوى تكون ضئيلة.

2. لقاح ضد السرطان: Neoantigen

تعمل شركات اللقاحات على تطوير علاج مناعي لمرضى السرطان، في توجه جديد لمكافحة هذا المرض القاتل.

وتسمى المستضدات النوعية لخلايا الورم السرطانية (نيو أنتيجين Neoantigen أو المستضدات السرطانية)، وهي توجد على الخلايا السرطانية فقط.

ويجري حالياً تطوير تكنولوجيا تسليم المستضد باستخدام البكتيريا لتوليد مستضدات سرطانية متعددة في الجسم. وستقوم هذه المستقبلات الجديدة بحثّ الاستجابة المناعية في الجسم ضد الخلايا السرطانية.

قويا جدا، أو أن تتم تعبئته بحيث يتم تحرير محتوياته بشكل متقطع بمجرد حقنه داخل الجسم. وتقوم شركات تصنيع اللقاحات بتجربة إنتاج لقاحات بتقنيات الجسيمات المتعددة الطبقات بحيث تستغني عن الجرعات المتعددة.

وهنالك لقاحات يمكن أخذها بطرق غير الحقن، مثل لقاحات شلل الأطفال والروتا الحية التي تعطى عن طريق الفم، ولقاح فيروس الأنفلونزا الحي الذي يعطى عن طريق رذاذ الأنف. وحاليا، تؤخذ معظم اللقاحات عن طريق الحقن. ويعمل الباحثون على تصنيع مواد لقاح (من نباتات) يمكن تناولها عن طريق الفم، أو من خلال لصاقات جلدية دون استخدام الوخز، أو بتقنيات الحقن المجهري لأخذ اللقاح من خلال الجلد دون ألم.

لقاحات فعالة لاستهداف العداوى

معظم اللقاحات الناجحة تحمي من العدوى الحادة بشكل كبير من خلال إنتاج الأجسام المضادة. ولا تزال اللقاحات الخاصة بالأمراض المعدية المزمنة، خاصةً اللقاحات ضد مرض الملاريا والسل، تمثل مشكلة كبيرة. وأحد الأسباب الرئيسية لذلك

3. لقاح ضد فيروس نقص المناعة البشرية المسبب لمرض الإيدز

يعتبر اللقاح الوقائي ضد فيروس نقص المناعة البشرية HIV-1 لقاحا عالميا محتملا ينتج عنه استجابة مناعية نسبتها 100 % ضد فيروس HIV-1 ، وقد تم إعطاؤه لمتطوعين من الأصحاء في دراسة سريرية أولى لدى البشر.

ويوصف اللقاح بأنه نظام لقاح قائم على (الموزاييك – الفسيفساء)، وهذا يعني أنه مصمم للحث على الاستجابة المناعية ضد مجموعة واسعة من سلالات فيروس نقص المناعة البشرية على الصعيد العالمي. وأحد أكبر التحديات لفيروس نقص المناعة المكتسبة هو أنه يحدث طفرات، لذلك يتم إدخال بعض أفضل التتابعات الكبرى لفيروس العوز المناعي البشري في اللقاح. وهذا سيولد استجابات مناعية ضد عدد كبير من سلالات الفيروس.

4 . لقاح ضد الفيروس التنفسي المخلوي:

يعد الفيروس المخلوي التنفسي (RSV) السبب الرئيسي الثاني لوفيات الأطفال على مستوى العالم بعد الملاريا. وهو السبب الأكثر شيوعًا للإصابة بعدوى الجهاز التنفسي السفلي، مما يؤدي إلى مرض شديد في الجهاز التنفسي السفلي عند الرضع والأطفال في العالم.

وثمة لقاح واعد في هذا الشأن تمت تجربته على النساء اللواتي في سن الإنجاب، وهو مصنع من البروتين F المضاد للجسيمات النانوية. واللقاح يحمي الأطفال الرضع عند تحصين الأمهات به.

يشكل كل من الإيدز والملاريا والسل خطورة عالمية كبيرة لذا فإن مكافحتها أمر بالغ الصعوبة وإنتاج لقاحات ضدها يعتبر إنجازاً كبيرا

هو أن الفيروسات والبكتيريا والطفيليات التي تسبب تلك العداوى تختفي من جهاز المناعة في خلايا الشخص نفسه. وللتغلب على هذه المشكلة، هناك حاجة إلى استجابة مناعية بوساطة خلايا T المناعية، بدلاً من، أو إضافة إلى، استجابة الجسم المضاد. وتهدف الأبحاث الحالية إلى إنتاج لقاحات جديدة بالكامل أو إنتاج إصدارات محسنة من اللقاحات الموجودة.

وهناك لقاحات فعالة لاستهداف العدوى التي تؤدي إلى مضاعفات طويلة المدى، مثل السرطان. تشمل الأمثلة على تلك اللقاحات اللقاح المضاد لفيروس الورم الحليمي البشري (HPV) الذي قد يؤدي إلى سرطان عنق الرحم، و اللقاح المضاد لالتهاب الكبد B ، هذا المرض الذي قد يؤدي إلى الإصابة بسرطان الكبد. من ناحية أخرى، لا يوجد حتى الآن لقاحات مضادة للعدوى الأخرى المرتبطة بالعديد من المضاعفات الخطيرة على المدى الطويل. على سبيل المثال، العدوى ببكتريا الملوية البوابية Helicobacter pylori التي قد تسبب الإصابة بسرطان المعدة ، والعدوى بالمجموعة " أ " من المكورات العقدية المسؤولة عن الإصابة بالحمى الروماتيزمية ، التي لا تزال تعتبر سببًا رئيسيًا للوفاة والعجز في البلدان النامية، وعدوى الكلاميديا التي يمكن أن تؤدي إلى العقم والعمى .

ويهدف الطب الحديث إلى استخدام اللقاحات لعلاج الأمراض المعدية وغير المعدية وليس الوقاية منها فقط. وتستهدف هذه اللقاحات العلاجية العدوى المستمرة، مثل القوباء المنطقية وكذلك

الجهات الصحية العالمية تعقد الآمال على أن يتم توسيع دائرة إنتاج اللقاحات والأمصال الواقية من الأمراض المعدية وغير المعدية خلال العقد المقبل

في الحالات غير المعدية، بما في ذلك اضطرابات المناعة الذاتية، والحساسية والسرطانات التي لا تتعلق بالعدوى. وفي حالة الأورام، يمكن توجيه اللقاح إما ضد الورم نفسه أو يتم تصميمه لتوسيع الاستجابة المناعية المضادة للورم. وعلى النقيض من ذلك، بالنسبة للاضطرابات الذاتية أو الحساسية، يتم تصميم اللقاحات لإيقاف الاستجابات المناعية غير المرغوب فيها، وهو ما يطلق عليه اسم « التطعيم السلبي » بدلاً من حث الاستجابة المناعية المفيدة اللازمة للوقاية من العدوى والسرطان.

خطوط إنتاج اللقاحات الجديدة

تنشر منظمة الصحة العالمية دوريا قائمة باللقاحات المرشحة لأن يتم إنتاجها قريبا. وتضم القائمة المحدثة (يناير 2018) لقاحات ضد سبعة من الأمراض السارية: مرض فيروس نقص المناعة البشرية (الإيدز) ، الملاريا ، السل (الدرن الرئوي)، والفيروس التنفسي المخلوي (RSV) ، و الأشريكية القولونية المنتجة للذيفان المعوي Enterotoxigenic E. Coli (ETEC) ، والشيغلا Shigella وفيروس النورو Norovirus. واختارت المنظمة هذه الأمراض بطريقة تجريبية إلى حد ما، ومن المتوقع توسيع القائمة في المستقبل، إذ يتم تحديث القائمة مرة كل 6 أشهر.

لقاحات ضد الثلاثة الكبار

يشكل كل من الإيدز والملاريا والسل خطورة عالمية كبيرة، لذا فإن مكافحتها أمر بالغ الصعوبة، وإنتاج لقاحات ضدها يعتبر إنجازاً كبيرا.

والملاريا من أكثر المشكلات الصحية تعقيداً في العالم، حيث يواجه نصف سكان العالم تقريباً أخطار الإصابة بالمرض. ويصاب به ما بين 200 إلى 250 مليون شخص كل عام في العالم، 90% منهم في أفريقيا. ويبلغ عدد حالات الوفاة به سنويا أكثر من 400 ألف شخص.

وذكرت منظمة الصحة العالمية أن أول لقاح ضد مرض الملاريا سيكون متاحا بحلول عام 2018، حيث سيكون قادرا على إنقاذ عشرات الآلاف من الأرواح البشرية.

ويحفز اللقاح الذي يحمل اسم "RTS"، الجهاز المناعي ليهاجم طفيل الملاريا . ويتوقع خبراء المنظمة أن ينقذ اللقاح الجديد، إلى جانب وسائل مكافحة الملاريا الأخرى، عشرات الآلاف من الأرواح في أفريقيا، ومن ثم القضاء على الملاريا في العالم بحلول عام 2040.

لقاحات العقد المقبل

تعقد الجهات الصحية العالمية الآمال على أن يتم توسيع دائرة إنتاج اللقاحات والأمصال الواقية من الأمراض المعدية وغير المعدية خلال العقد المقبل لتشمل أمراضا معدية مثل مرض زيكا، وإسهال فيروس النورو، ومرض السيلان. وتتوسع الدائرة الوقائية أيضاً لتشمل تطعيمات واعدة ضد مرض السرطان وإدمان الهيروين وأمراض المناعة الذاتية التي لطالما أرقت البشرية. وفيما يأتي بعض اللقاحات الواعدة التي مازالت قيد البحث:

● لقاح يعطي مناعة ضد الأنفلونزا مدى الحياة

يشجع مسؤولو الصحة العامة في جميع أنحاء العالم الناس على تناول لقاح الأنفلونزا كل عام؛ ذلك المرض الذي يعد من أكثر الأمراض فتكًا في تاريخ البشرية. وفيروس الأنفلونزا لا يحوي العديد من السلالات فقط، بل لأنه من الفيروسات التي تتحور بسرعة. ويعني ذلك أن اللقاح الذي كان فعالا في العام الماضي ربما لا يكون فعالا هذا العام.

ويعمل الباحثون في ملبورن بأستراليا على فهم كيفية تعرف خلايا الذاكرة في جهاز المناعة - التي تسمى الخلايا التائية T-Cells - على أجزاء من الفيروس تميل إلى أن تكون هي نفسها بين فيروسات الأنفلونزا المختلفة. وهذا قد يعني أنه حتى عندما يتم غزو الجسم بواسطة سلالة جديدة من الأنفلونزا، فإن نظام المناعة سيعاد تنشيطه للقضاء على الفيروس.

● شرائط لاصقة تعطي المناعة

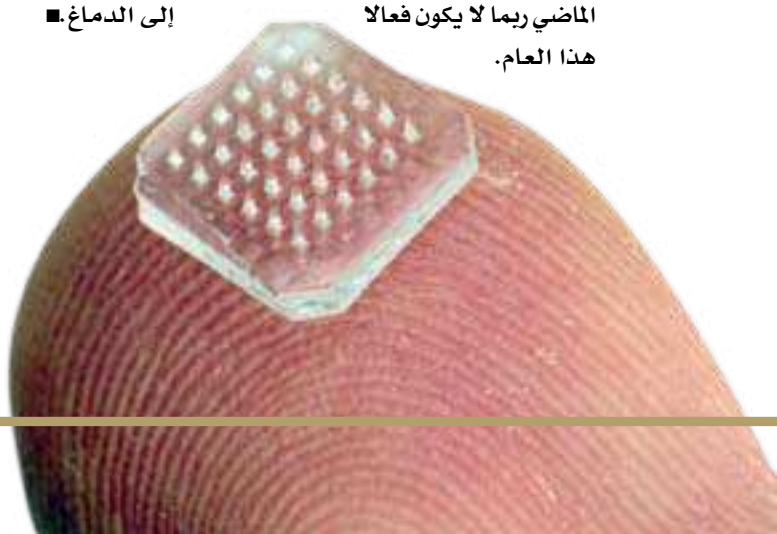
يطور باحثون في معهد جورجيا للتكنولوجيا هذه الشرائط بالتعاون مع مهندسين اخترعوا شريطا لاصقا يشبه لصاقات النيكوتين يحوي 100 إبرة صغيرة لتوصيل اللقاح إلى الجسم.

وأثبتت هذه التكنولوجيا فعاليتها في المختبرات، لتفادي الأعراض الجانبية التي يمكن أن يحدثها اللقاح الحالي. وتظل هذه اللصاقات التي توضع على الجلد ثابتة لأشهر في درجة حرارة الغرفة، ولا يلزم وجود مهارة خاصة لتثبيتها، وهي غير مؤلمة إطلاقا.

● لقاح لإدمان الكوكايين

يجري فريق من الباحثين في جامعة تكساس اختبارت على لقاح واعد لإدمان الكوكايين من خلال علاج فرط نشاط دماغ المدمن. وهو يعمل على تدريب الجهاز المناعي لتحديد ومنع وصول المادة الغريبة، وهي جزيئات الكوكايين، إلى الدماغ.■

اللقاحات الجديدة تستهدف أمراضا معدية مثل مرض زيكا وإسهال فيروس النورو ومرض السيلان



علاجات واعدة لسرطان الثدي

م. ماجد العنزي *

مع انطلاقة شهر أكتوبر من كل عام تنشط الجهات المعنية بالصحة في أنحاء العالم، ولاسيما منظمة الصحة العالمية، للتوعية بأخطار مرض سرطان الثدي وضرورة الكشف الدوري عنه، وأهمية الوقاية المبكرة للحد من انتشاره، والتخفيف من الآثار الكبيرة التي يخلفها على المصابات به وعائلاتهن.

ولما كان مرض السرطان من أكثر الأمراض انتشاراً في العصر الحديث، ومن أشدّها خطورةً على حياة الأفراد في حال كشفه المتأخر، فإن الجهات الصحية من منظمات ووزارات وأطباء ومتعافين حريصون على التوعية المستمرة عن أهمية الكشف المبكر ونشر المعلومات الصحيحة، لتفادي تشخيص المرض في مرحلة متقدمة.

* كاتب وباحث في الشؤون العلمية، (السعودية)

شهر التوعية

وفي شهر أكتوبر يساهم الأطباء المتخصصون في نشر المعلومات الموثوقة عبر وسائل الاعلام وفي المراكز المتخصصة لعلاج الأورام السرطانية، ويساهم المرضى أيضاً في مساعدة المرضى الجدد على فهم طبيعة الرحلة العلاجية القاسية وسُبل التخفيف من آثارها الجسدية والنفسية. وهنالك دور محوري للدول في تسخير الجهود والإمكانات لإنشاء مراكز متخصصة للكشف المبكر عن سرطان الثدي. وهذا، بطبيعة الحال، سينعكس على اقتصادها ويخففّ من الأعباء المالية على ميزانياتها من جرّاء الصرف على علاجات باهظة الثمن.

ووفقا لمنظمة الصحة العالمية، فإن عدد الإصابات المتوقعة لمرض السرطان لعام 2018م هو 18.1 مليون إصابة في العالم (186 دولة)، بنسبة وفاة تبلغ 9.6 مليون شخص لأكثر من 36 نوعا من أنواع السرطان. والنسب الأعلى للإصابات الجديدة والوفيات كانت من نصيب سرطان الرئة (مليونا إصابة جديدة مقابل 1.8 مليون حالة وفاة تقريباً) ، في حين يبلغ عدد الإصابات الجديدة بسرطان الثدي نحو مليوني إصابة لكن بعدد وفاة أقل (627 ألف حالة)، ويعود الفضل في ذلك إلى إسهامات برامج الكشف المبكر عن سرطان الثدي.

وفيما يتعلق بتلك النسب في الدول الأوروبية، فقد أصدر المركز الأوروبي للأبحاث المشتركة The Joint Research Center of the European Commission تقريراً حديثاً عن الأثر الصحي لمرضى السرطان في دول الاتحاد الأوروبي لعام 2018 . وأظهرت النتائج أن هنالك ثلاثة ملايين إصابة متوقعة لجميع أمراض السرطان في أوروبا لهذا العام فقط! وأن عدد الوفيات المقدرّ للعام نفسه هو 1.4 مليون شخص، وهو ثاني أكبر سبب للوفاة في أوروبا بعد أمراض الدورة الدموية Circulatory Diseases.

في شهر أكتوبر تنشط الجهات الصحية للتوعية بسبل الوقاية من سرطان الثدي وأهمية الكشف المبكر في تجنب انتشاره

ومن المهم أن يُدرك الناس أن الكشف المبكر هو كلمة السر لعلاج هذا المرض، وسبب رئيسي لزيادة معدلات الشفاء والبقاء لسنوات طويلة بعد تشخيص الإصابة. ويمكن القول إن المعرفة هي نصف العلاج، وإنها تؤدي دوراً مهما في إنقاذ صاحبها من مضاعفات خطيرة قد تُودي بحياته في سنٍّ مبكرة.

الكشف المبكر هو كلمة السر لعلاج سرطان الثدي وسبب رئيسي لزيادة معدلات الشفاء والبقاء لسنوات طويلة بعد تشخيص الإصابة

ويظهر (الشكل 1.ب) أن معدلّ الوفيات بسرطان الثدي في معظم دول الاتحاد الأوروبي انخفض بصورة ملحوظة بعد تفعيل برامج الكشف المبكر عن طريق الماموغرام والألتراساوند في عام 1990 .

فرص الإصابة بالسرطان

تظهر الأبحاث أن فُرص إصابة أي امرأة بسرطان الثدي طوال فترة حياتها هي 8:1 ، بمعنى أن امرأة واحدة ستُصاب بالمرض من بين كل ثماني نساء. و تزداد فرص الإصابة بعد تجاوز سن الأربعين، لذا يُنصح بإجراء الفحص السنوي للكشف المبكر. وهذه الإحصائيات قديمة ولا تعكس حقيقة الأرقام في المنطقة العربية؛ نظراً لضعف برامج التوعية والكشف المبكر في معظم دولها، إضافة إلى ارتفاع معدل إصابة الصغيرات بالمرض (أقل من 30 عاما) مقارنةً بمتوسط أعمار إصابة أكبر في أمريكا وكندا على سبيل المثال.

فوائد الكشف المبكر للمرض

تكشف الدراسات العلمية عن أهمية الكشف المبكر بالأرقام؛ فوفقاً لإحصائيات أمريكية لعام 2016، فإن التشخيص المبكر لسرطان الثدي والبروستاتا، على سبيل المثال، يزيد من فرص الحياة بنسبة 100%لمدة خمس سنوات (الشكل 1.أ)، مقارنةً بالكشف المتأخر الذي يقللّ من فرص النجاة إلى نحو 30 %.

و نظراً لصعوبة الكشف المبكر عن معظم الأمراض السرطانية، يسعى الباحثون إلى إيجاد طُرق فعّالة وغير مُكلفة لمعاينة أي تشكل غير طبيعي للخلايا في الجسد قبل ظهور الأعراض. ولعلً ظهور شركة غريل Grail يمثلّ بارقة أمل للكشف عن أي تطورّ سرطاني في مراحله المبكرة جداً عن طريق خزعة سائلة لقياس التسلسل الجيني. و استثمار أثرياء العالم فيها يشير إلى مستقبل واعد للشركة ونجاح مشروعها للقضاء على المرض قبل ظهوره.

أعراض المرض وأسبابه

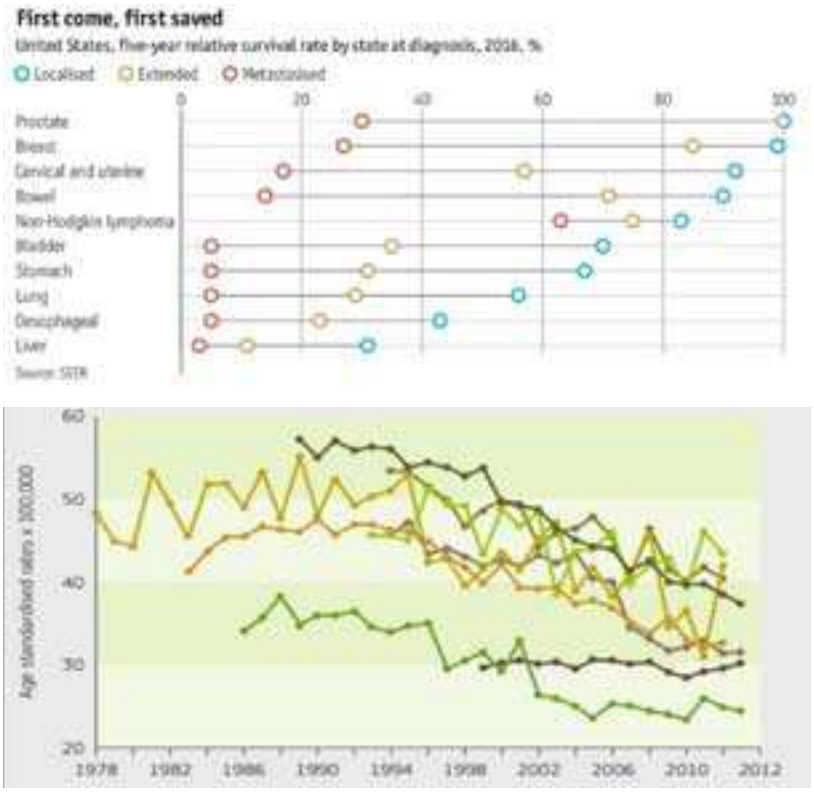
لا تزال الأبحاث جارية للكشف عن المزيد من العوامل التي قد تتسبب في الإصابة بسرطان الثدي. وهناك دراسات إحصائية قديمة و حديثة تؤكد أن التدخين و تناول الكحول من أهم الأسباب المحتملة للإصابة بالمرض، إضافة إلى كثرة تناول الدهون والشحوم الحيوانية وقلّة تناول الخضراوات والفواكه. والتعرضّ للمواد المشعة والمواد الكيميائية والمبيدات الحشرية قد يكون سبباً لتغيير تركيب الحمض النووي. والاستعداد الجيني والوراثي من الأسباب المؤكدة علمياً لكن خطر الإصابة الوراثية لا يتجاوز 15 % مقارنةً بالمكتسب الذي يمثلّ 85 % من فرص الإصابة.

وثمة بحث علمي حديث نشرته جامعة تكساس اكتشف جيناً وراثياً جديداً قد يتسبب في الإصابة بسرطان الثدي. هذا الجين يُدعى Per2 وهو المسؤول عن الروتين اليومي للجسم (الساعة البيولوجية). وما زال البحث جارياً لدراسة العلاقة بين العمل بنظام الورديات ومعدل الإصابة بين السيدات اللاتي يعملن ليلاً للجزم بأهمية هذا الجين في التنبؤ بالمرض مستقبلاً.

الأسلوب الغذائي والمعيشي

تظهر معظم الدراسات الحديثة وجود علاقة وطيدة بين أسلوب حياتنا وارتباطه بالعديد من أمراض السرطان وغيرها من أمراض هذا العصر. فقد ذكرت دراسة أجرتها جامعة Creighton أن انخفاض

عدد الإصابات المتوقعة لمرض السرطان لعام 2018 هو 18.1 مليون إصابة في العالم بنسبة وفاة تبلغ 9.6 مليون شخص لأكثر من ٢٦ نوعا من أنــواع السرطان

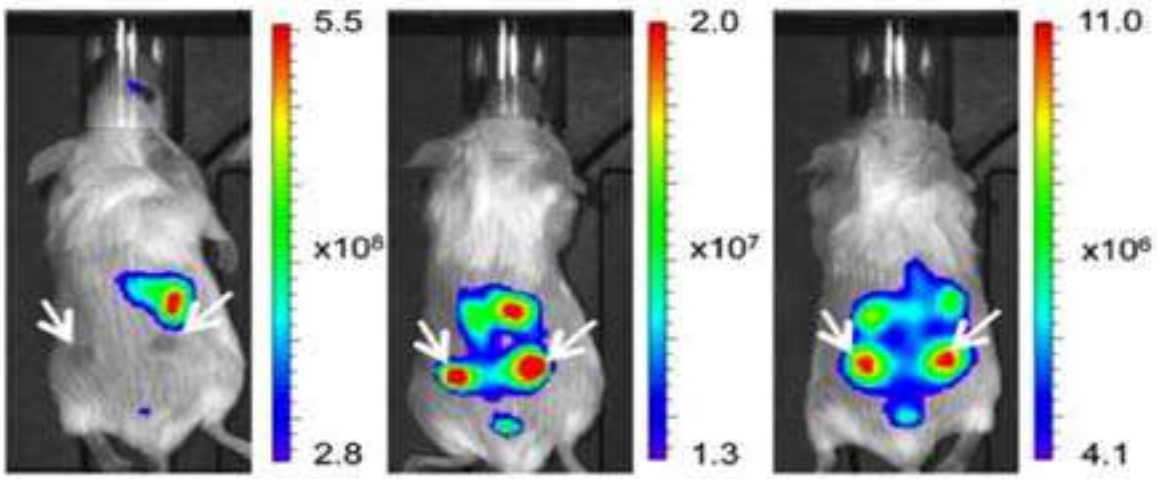


الشكل 1 :(أ) إحصائية أمريكية حديثة تربط بين الكشف المبكر لأمراض السرطان وارتفاع معدلات البقاء لأنواع مختلفة من المرض. الكشف المبكر لسرطان الثدي يرفع معدّل البقاء إلى 100 % لمدة خمس سنوات(الصورة: Econ-mist). (ب) انخفاض معدّل الوفيات بسرطان الثدي في الدول الأوروبية منذ تفعيل برامج الكشف المبكر عام 1990م (الصورة: المركز الأوروبي للأبحاث).

معدّل الفيتامين دال والكالسيوم في الدم يزيد من خطر الإصابة بمرض السرطان. وفي المقابل فإن وجودهما بكميات مناسبة يقلل من خطر الإصابة بنسبة 30 %. وأظهرت دراسة نشرتها مجلة طب الأورام الأمريكية أن الصيام لأكثر من 13 ساعة ليلاً يساهم في خفض معدل الإصابة بسرطان الثدي، وأن السهر وارتفاع السكر التراكمي HbA1c يزيد من خطر الوفاة إحصائياً بنسبة 22 % مقارنةً بمن ينامون مبكراً ويمتنعون عن تناول الطعام ليلاً للمدة المذكورة آنفاً.

ويربط تقرير أصدره الصندوق العالمي لأبحاث السرطان World Cancer Research Fund هذا العام السمنة باثني عشر نوعاً من أمراض السرطان. و ذكر أن الوقاية ممكنة بنسبة 40 % إذا استطاع الفرد المحافظة على أسلوب حياة صحي و تجنب المسببات المباشرة للمرض مثل التدخين، والسمنة، وقلة النشاط البدني، وتناول اللحوم الحمراء بإفراط و شرب الكحول الذي أثبت ارتباطه بخطر الإصابة بسرطان الثدي والكبد والفم و المعدة. والمفاجأة المذكورة في الدراسة هي أن السمنة ستصبح السبب الأول للإصابة بالمرض في العقود المقبلة متجاوزةً التدخين الذي يعد السبب الأول حالياً للإصابة بأمراض السرطان.

وأظهرت دراسة نشرتها مجلة الأبحاث الدولية لمرض السرطان International Journal of Cancer ، بعد متابعة المرضى



الشكل 2 : تمتّ تجربة تقنية نانوية علاجية على فأر مصاب بسرطان الثدي بعد علاجه بعقار الدوكسوروبيسن. ظنّ العلماء، لوقت طويل،أن هذا النوع من التقنيات قد يُعالج أنواعا محددة من الأورام لكن تبين أنه ملائم وممكن لعلاج أورام عديدة. لاحظ التأثير المباشر على الورم خلال يومٍ كامل.

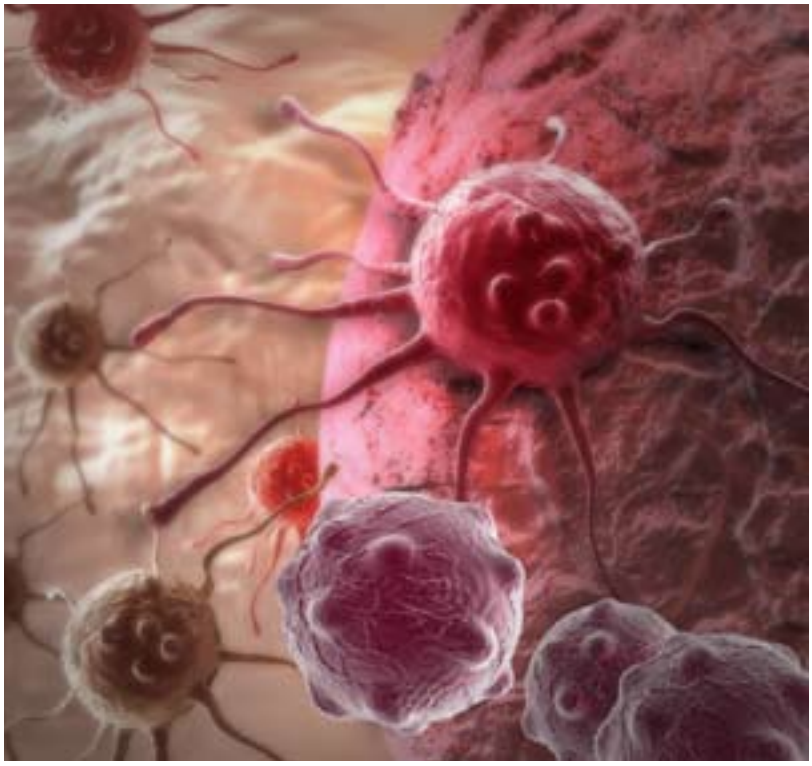
لمدة 30 سنة، أن تناول 6 حصص يومية من الخضراوات والفواكه الغنيّة بمركبات البيتا كاروتين beta-carotene ،مثل الطماطم مع زيت الزيتون أو الفلفل الأسود، يحمي من نشأة أورام الثدي السرطانية والعدوانية مثل الورم الثلاثي السلبي، و يقي من خطر الإصابة بمرض سرطان الثدي أو عودته بعد رحلة العلاج، وأن خطر الإصابة يقلّ بنسبة 11 % للاتي تناولن 5.5 حصة يومياً مقارنةً بمن تناولن 2.5 حصة يومياً.

وفي أغرب دراسة منشورة بمجلة نيتشر العريقة، قال الباحثون إن الأطفال الأكثر عُرضة للإصابة بمرض سرطان الدم الحاد Acute Lymphoblastic Leukaemia هم أولئك الذين لم يتعرضوا للعدوى المتكررة في عامهم الأول، وإن حرص الآباء على نظافة أبنائهم وعدم انخراطهم مع الأطفال في الحضانة، على سبيل المثال، قد يكون سبباً للإصابة بهذا المرض، الذي يزداد عدد المصابين به بنسبة 1 % سنوياً في الدول الغنية، التي يهتم مواطنوها عادة بنظافة منازلهم وأولادهم.

الجيل الجديد من العلاج الموجّه بتقنيات النانو من أكثر العلاجات الواعدة التي قد تضع حداً لألم المريض ومضاعفات العلاج الكيميائي الشامل

علاجات حديثة

هنالك علاجات واعدة لسرطان الثدي نشرت نتائجها في مجلات ومؤتمرات عدة منها دراسة نشرتها مجلة نيتشر عن بروتوكول جديد (tumor infiltrating lymphocyte) لعلاج سرطان الثدي المنتشر Metastatic Breast Cancer. فقد تمكنّ علاج مناعي جديد من إزالة جميع الأورام السرطانية لامرأة أمريكية فقدت الأمل بالحياة. وتتمثل فكرة العلاج في استخلاص خلايا طبيعية بأجسادنا تدعى الخلايا التائية T-cells داخل الورم أو قربه. وهذه الخلايا المناعية النشيطة ستعمل على تحديد وتدمير الخلايا السرطانية بشكل انتقائي. وتمكنّ مهندسون بيولوجيون من تطوير خلايا تائية اصطناعية تُكافئ الخلايا الطبيعية، فهي تؤدي دوراً رئيسياً في مهاجمة أي



سيبلغ عدد الإصابات الجديدة بسرطان الثدي في عام 2018 نحو مليوني إصابة مع وفاة نحو 627 ألف حالة بفضل إسهامات برامج الكشف المبكر عن سرطان الثدي

عدوى في الجسد، وتستطيع أن تنمو لأكثر من ثلاثة أضعاف حجمها من أجل التغلب على المستضدات Antigens التي تهاجم الجهاز المناعي.

وهنالك أيضا تقنية تحرير الجينات كريسبر CRISPR ودورها المهم والمتوقع في علاج مرض السرطان بالسرطان ذاته عن طريق الاستفادة من خصائص الخلايا السرطانية وسلوكها البيولوجي داخل جسد المصاب، وذلك عن طريق مهاجمة الخلية السرطانية المنتشرة في الدم خلايا الورم ذاته بعد حقنها ببروتين S-TRAIL مما يؤدي إلى قتلها، وفق بحث نشرته مجلة ساينس. إضافة إلى ذلك هناك تقنية حديثة تُدعى ريبوتاك RIBOTAC تتمثل في صنع جزيئات صغيرة تعمل على الحمض الريبوزي RNA لحذف الجينات المعطوبة، الوراثية أو المكتسبة، بشكل انتقائي وبأقل أعراض جانبية ممكنة للمريض.

ويعد الجيل الجديد من العلاج الموجّه بتقنيات النانو Targeted Therapy ، من أكثر العلاجات الواعدة التي قد تضع حداً لألم المريض ومضاعفات العلاج الكيميائي الشامل. فالمواد النانوية قادرة على تشخيص وعلاج المرض، وتمييز الخلايا السرطانية بدقة بواسطة جسيمات ذات خصائص مغناطيسية (الشكل 2).

و لاتزال الأبحاث على قدم وساق لإيجاد علاج فعّال لأمراض السّرطان لكنها تبدو أكثر تفاؤلاً لعلاج سرطان الثدي. يقول العالم الفيزيائي الشهير ميتشو كاكو إن أبحاث السرطان الحديثة ستكتشف حلاً سحرياً للمرض بواسطة العلاج النانوي، وستصطاد بوادر الورم من قبل أن تبدأ ببناء مستعمرات سرطانية في الجسد بعشرات السنين. وسيصبح السرطان مثل نزلات البرد وسنتعايش معه دون أن يُلحق الأذى بنا. ■

محطات الطاقة النووية و تقييم الآثار البيئية

د.وفاء محمد مصطفى سالم *

لطالما كان هناك تخوف من المجتمعات من الآثار البيئية التي ستنجم عن تشغيل محطات الطاقة النووية، واستخدامها عبر السنين، سواء على الصعيد المحلي أو الإقليمي، لاسيما بعد أن شهدت بعض الدول تجارب مأساوية ما زالت تداعياتها ماثلة للعيان.

لكن العلماء يرون أن بناء هذه المحطات وتشغيلها يمر بمراحل عدة تتضمن أمورا كثيرة، أهمها تقييم الآثار البيئية من جميع جوانبها، لتكون تلك المحطات آمنة، وتراعي جميع العوامل المعنية بالسلامة والحفاظ على البيئة وصون مواردها.

* باحثة في هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، (مصر)

ومن المعروف أن مصدر الحرارة في المحطات النووية هو المفاعل النووي، كما هو الحال في جميع محطات الطاقة الحرارية التقليدية التي يتم فيها استخدام الحرارة لتوليد البخار الذي يقود التوربينات (العنفات) البخارية المتصلة بمولد كهربائي يتم بواسطته إنتاج الكهرباء. وتاريخيا، تم توليد الكهرباء بواسطة مفاعل نووي للمرة الأولى في 3 سبتمبر 1948 في تينيسي بالولايات المتحدة. وفي 27 يونيو 1954 تم إنشاء محطة الطاقة النووية الأولى في العالم وهي (أوبنينسك) بالاتحاد السوفييتي لتوليد الكهرباء.

وهناك دائما حاجة لزيادة القدرة السنوية لتوليد الكهرباء في دول عديدة . والجمع بين تزايد الضغوط الديموغرافية ، والتحضر ، والنمو الاقتصادي المستدام بتوافر الطاقة الكهربائية، إضافة إلى التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ، يستدعي إيجاد حلول مثالية لتوليد الطاقة. وتعتبر الطاقة النووية من أفضل الخيارات الحالية؛ لأنها توفر الاستقرار والقدرة على التنبؤ بأسعار الكهرباء دون انبعاثات غازية في الغلاف الجوي. ومن ثم ، فإن خطة بناء وتطوير محطات للطاقة النووية تعد عنصراً أساسياً في الحفاظ على النمو الاقتصادي المستقبلي للبلاد ، إضافة إلى تنويع طاقتها والحد من انبعاثات الغازات الضارة .

ويجب أن تلتزم الجهات المنفذة للمشروعات النووية بتقديم تقارير توضيحية لبيان الغرض من المشروع و فوائده والأهداف الرئيسية الأخرى للمرفق، والكيفية التي ستتأثر أو تؤثر بها هذه الأهداف في عمليات التشغيل للمحطة النووية، وهنا يأتي دور تقارير تقييم الآثار البيئية التي تُقدَّم قبل بناء المحطات النووية.

الطاقة النووية من أفضل الخيارات في مجال توليد الكهرباء لأنها توفر الاستقرار والقدرة على التنبؤ بأسعار الكهرباء دون إحداث انبعاثات غازية

طبيعة تقارير الآثار البيئية

يعرف تقرير تقييم الآثار البيئية بأنه عملية لتحديد وتقييم جميع الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لمحطات الطاقة النووية لتوليد الكهرباء لدراسة آثار المشروع على البيئة والبشر، إضافة إلى المعلومات المهمة والضرورية لإصدار رخصة التشغيل. وهذه العملية مهمة جدا لزيادة التفاعل بين مرحلة تطور المشروع والدولة المنفذة له، حيث يتم تسليط الضوء على القضايا البيئية ومناقشتها وحلها. وفي هذا السياق يقدم تقرير تقييم التأثير البيئي تحليلا للعملية بطريقة شاملة، يوضح فيه الظروف البيئية والسكان المحيطين بالمحطة ، وتحليل ما إذا كانت التأثيرات كبيرة أو قليلة. فإذا كانت الآثار كبيرة يتم دراسة كيفية معالجة الآثار الضارة وخطة الرصد المصممة لتتبع التأثيرات الفعلية خلال تطوير المشروع وتشغيله. ويتضمن التقييم أيضا المراقبة البيئية لتدابير

التخفيف اللازمة عند رصد أي تجاوزات غير متوقعة.

إن تقرير تقييم التأثير البيئي للمشروع يمثل وصفا شاملا للبيئة حوله، مما يستوجب من صناع القرار التعامل مع التقرير بمنتهى الشفافية لدراسة تداعيات المشروع. والتقرير هو وثيقة مصاحبة لتقرير تحليل السلامة الأولي (PSAR-Primary Safety analysis Report) الذي يتناول جوانب السلامة في الموقع للمشروع المقترح. ويتم جمع البيانات الخاصة ببرنامج الرصد البيئي في مرحلة التصريح ، باستخدام التوصيات المقدمة في تقرير تقييم التأثير البيئي إذا تمت الموافقة على خطة المراقبة و المتابعة والرصد من السلطات المختصة، إما بشكل منفصل أو كجزء من الوثيقة المتفق عليها. وتعد خطة الإدارة البيئية وثيقة شاملة لجميع المتطلبات اللازمة للحفاظ على البيئة، بما في ذلك المراقبة والإبلاغ وتدابير التخفيف والعمليات لتنفيذ الإجراءات الصحيحة. وربما لا تطلب بعض الدول مثل هذه الوثيقة المجمعة وقد تطلب بدلا من ذلك خططاً أخرى محددة.

أمور بيئية

إن أهم الأمور البيئية التي تؤخذ في الاعتبارعند تطبيق برنامج الطاقة النووية هي:

■ السلامة النووية، والموقع والمرافق الخاصة به، والدعم المالي والتمويل ، وخطط الطوارئ،و دورة الوقود النووي والنفايات المشعة. وهذه تفاصيل تلك الأمور:

■ السلامة النووية

يجب ملاحظة العلاقة بين ما يسمى تقرير (SAR) وتقرير تقييم التأثير البيئي. إن تقرير (SAR) هو عرض تفصيلي لسلامة محطة الطاقة النووية تراجعه وتقيمه الهيئة التنظيمية وفقًا لإجراءات محددة، ويحتوي على معلومات دقيقة حول المشروع وظروف تشغيله. على سبيل المثال: متطلبات السلامة، وأساس التصميم، وخصائص الموقع ، وتحليلات السلامة، بطريقة تستطيع معها الهيئة التنظيمية تقييم سلامة المشروع بشكل مستقل.

■ تحديد المواقع

هناك علاقة واضحة بين حماية البيئة وعملية اختيار موقع محطة الطاقة النووية. وتتأثر هذه العملية بالاعتبارات البيئية المحددة للمناطق أو المواقع ذات الأهمية. و توفر سلسلة الطاقة النووية التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية مزيدًا من الإرشادات حول التأثيرات البيئية غير الإشعاعية المحتملة على الموقع.

ويتم تحديد أي موقع بعد دراسات مستفيضة قد تستغرق بضع سنوات لتحديد أنسب المواقع لبناء المحطة. ويتضمن ذلك على سبيل المثال :

- تقييم الظروف الزلزالية والجيولوجية في المنطقة والجوانب الجيولوجية.
- تقييم و توثيق الظواهر الجوية لفترة زمنية مناسبة، مثل الرياح والأمطار والثلوج ودرجات الحرارة والعواصف،إضافة الى تقييم ورصد الأحداث النادرة مثل الأعاصير.
- جمع بيانات عن الفيضانات الناجمة عن هطول الأمطار.
- موجات المياه الناجمة عن الزلازل أو غيرها من الظواهر الجيولوجية، وتسييل التربة الموجودة تحت سطح

تقرير تقييم التأثير البيئي للمشروع يمثل وصفا شاملا للبيئة حوله مما يستوجب التعامل معه بمنتهى الشفافية لدراسة تداعيات المشروع

الأرض في الموقع المقترح.

- تقييم الموقع ومحيطه لتحديد احتمال عدم استقرار المنحدرات (مثل الانهيارات الأرضية والصخرية والجليدية).
- الأحداث البشرية الخارجية مثل احتمال الانفجارات الناتجة عن نقل المواد الكيميائية أو التعامل معها، أو حوادث تصادم الطائرات.
- تشتت المواد المشعة في الهواء و المياه السطحية والجوفية.
- مراقبة التوزيع السكاني بصفة مستمرة.

■ الدعم المالي والتمويل

تؤثر متطلبات حماية البيئة في اختيار التكنولوجيا والتصميم. وتطلب العديد من المؤسسات المالية الانتهاء من تقييم التأثير البيئي كشرط أساسي لترتيب التمويل المالي للمشروع.

■ خطط الطوارئ

على الرغم من أن خطط الطوارئ تغطى في بعض الدول، فإن الأمر قد يتطلب استخدام بعض البيانات فى تقييم التأثيرات البيئية لوضع برنامج فعال للاستجابة لحالات الطوارئ. وتسمح هذه البيانات بتحديد مسارات التلوث في حالة وقوع حوادث حتى يمكن تحسين أنظمة وإجراءات التبليغ عن حالات الطوارئ. ويتم فحص العلاقة بين المراقبة البيئية وحالات الطوارئ بمزيد من التفصيل في سلسلة معايير السلامة التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية لأغراض الحماية من الإشعاع.

■ دورة الوقود النووي والنفايات المشعة

قد يتطلب برنامج الطاقة النووية النظر في الجوانب البيئية للتعدين، والإثراء، وتصنيع الوقود، وإعادة المعالجة والتخلص كجزء من عملية الحماية البيئية الشاملة. تقع بعض هذه الخطوات خارج الدولة، ومن ثم يجب على الوكالات التنظيمية تقديم إرشادات حول مستوى الإجراءات المطلوبة لمعالجة ذلك في عملية تقييم التأثير البيئي الشاملة.

خبرات ضرورية

إن تقييم الأثر البيئي هو تحليل معقد وشامل، ومن ثم فهو يتضمن قدرا كبيرا من المعرفة والمهارات لتفسير البيانات. ومن أجل مراجعة تقرير تقييم الأثر البيئي بفعالية، يتعين على السلطة المختصة إما تطوير قدرتها في هذه المجالات أو الاستفادة من خبرات المنظمات الأخرى ذات الصلة. ■

مراحل معالجة الأمور البيئية في برامج الطاقة النووية

المرحلة الأولى: ينظر إلى الأمور البيئية المتعلقة بالبرامج النووية و تطبق فيها الإجراءات الآتية:

- دراسة مدى ملاءمة الهيكل التنظيمي المسؤول عن حماية البيئة، مع وضع خطة عمل بشأن كيفية معالجة المعوقات البيئية.
- إجراء مسح للمواقع المقترحة وجمع المعلومات البيئية الأولية اللازمة وتحليلها.

المرحلة الثانية: تهتم بالعمل الأساسي والخطط التنظيمية وتتم وفق ما يأتي:

- وضع خطط عمل بشأن التعديلات القانونية والتنظيمية لحماية البيئة.
- تحديد المسؤوليات وإنشاء غرف عمليات لاتخاذ القرار وإصدار التراخيص.
- استكمال عملية تقييم الأثر البيئي، مع تطوير تقارير تحليل المعلومات البيئية الأولية.
- دمج نتائج تقييم التأثير البيئي لإعداد مواصفات المناقصة وصيغة التعاقد المبدئي.

المرحلة الثالثة: تبدأ بالمواصفات الخاصة بالمناقصة وتنتهي بالاستعداد لبناء محطة الطاقة النووية. وتتم وفق الآتي :

- الحصول على جميع التراخيص والتصاريح الخاصة بالمتطلبات البيئية.
- تطوير برامج الرصد البيئي وتنفيذها بالكامل و تطوير خطة الإدارة البيئية (EMP).

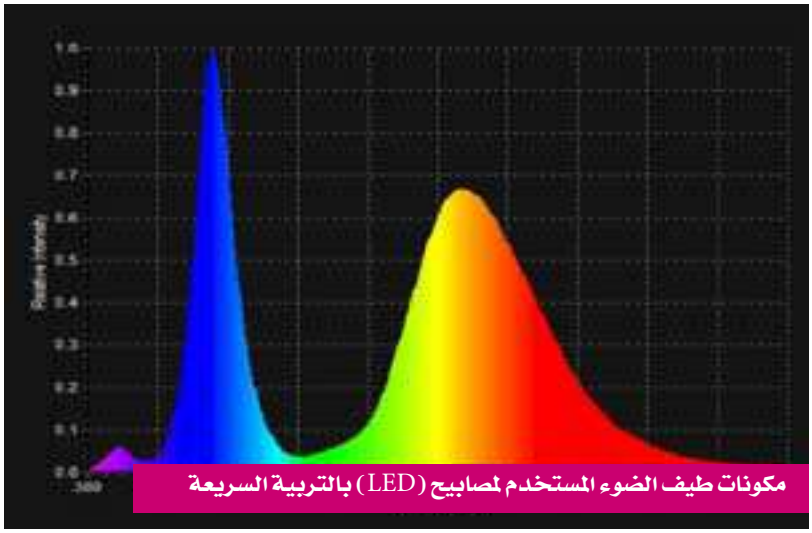
الأمن الغذائي في العالم والنهار السرمدي

د. قاسم زكي *

يزداد عدد سكان كوكب الأرض عاما بعد آخر، و تـزداد معهم حاجتهم إلى الغذاء والكساء والدواء وشؤون حياتهم الأخرى. وأهم مطلب للبشر هو الغذاء، لكن ثمة مشكلة عالمية في موضوع الأمن الغذائي لاسيما في الدول النامية لأسباب عديدة.

ولكي يكون شعب ما آمنا غذائيا يجب أن يكون الغذاء متاحا له في جميع الأوقات، ويسهل الحصول عليه سواء من ناحية الأسعار أو الأسـواق، ويتضمن كل المكونات الصحية التي يتطلبها الجسم البشري.

* أستاذ الوراثة في كلية الزراعة بجامعة المنيا، (مصر)



مكونات طيف الضوء المستخدم لمصابيح (LED) بالتربية السريعة

ابتكرت مجموعة من الباحثين النباتيين طريقة جديدة للإسراع من وتيرة نمو النباتات في عدة أجيال متعاقبة خلال العام الواحد أسموها التربية السريعة

الأمن الغذائي في العالم

في سبتمبر 2017 أظهر تقرير نشرته الأمم المتحدة عن الأمن الغذائي والتغذية في العالم أن815 مليون نسمة (بنسبة 11%) من سكان العالم يعانون الجوع (أي نحو شخص من كل تسعة أشخاص في العالم)، وأن معدل الجوع في العالم بدأ بالارتفاع مجدداً بسبب النزاعات والتغير المناخي، بعد أن شهد انخفاضاً مطرداً خلال العقد الماضي. لذا فإن العالم يسعى إلى خفض معدل الجوع والفقر وعدد الجوعى والفقراء، وذلك بتبني أجندة أهداف التنمية المستدامة 2030 التي تستهدف القضاء على الجوع وجميع أشكال سوء التغذية بحلول ذلك العام، ووضع ذلك في أولويات السياسات العالمية.

ولا يتوقف تأثير الجوع في الدول النامية على صحة البشر وزيادة معدلات الوفيات، بل يتعداه إلى انخفاض معدل ممارسة النشاطات المتنوعة، فالطلاب الجوعى يقل معدل تحصيلهم الدراسي عن أقرانهم، وكذا تقل قدرة العمال على الإنتاج، أما ثالثة الأثافي، فالدول التي تعاني بسبب هذه المشكلات تحتاج إلى مساعدات غذائية خارجية غالبا ما تستعمل للضغط على سياستها الخارجية، ومن ثم التأثير في سيادتها واستقرارها.

السرعة سمة عالم اليوم

يتوقع الباحثون بلوغ عدد سكان العالم في عام 2050 نحو 9 بلايين نسمة. ولتلبية طلباتهم من الغذاء لابد من زيادة الإنتاج بمعدل 70% عن المعدل الحالي. وقد نجحت تقنيات عديدة في الإسراع من وتيرة التطور، فها هي البيوت السابقة التجهيز وناطحات السحاب تتعالى في العمران، والمواصلات والاتصالات والعلاج في تقدم مذهل. وتتسابق الأمم في تسجيل الأرقام القياسية في زيادة معدل السرعة، فها هنا أسرع قطار في العالم وهناك أسرع سيارة أو غواصة أو طائرة وهكذا. لكن حين النظر إلى الكائنات الحية (ومنها النباتات) يصعب كثيرا دفعها إلى الإسراع في معدل نموها لمجابهة متطلبات البشر. ويعتمد غذاء أهل الكوكب في أكثر من 90% من حاجاته حاليا على النباتات، والتي قدر المولى أن يكون نموها محكوما بعوامل وراثية داخل خلاياها التي ترسم مراحل

ويحاول العلماء البحث عن وسائل ملائمة لزيادة الإنتاج الغذائي في العالم. وهنا نستعرض إحدى التجارب الرائدة للإسراع في إنتاج أصناف نباتية ذات محصول وفير يلبي حاجة البشر المتزايدة إلى الغذاء.

التربية السريعة للنباتات تقنية طُوِّرت استرشادا بتجارب أجرتها وكالة (ناسا) أدامت فيها تسليط الضوء على القمح من أجل زراعته في الفضاء مما أدى إلى تبكير إكثاره

نباتا شعير (في اليمين "b") وآخران للقمح (في اليسار "a") ينموان تحت ظروف التربية السريعة (النبات الأيمن) وفي البيوت الزجاجية (النبات الايسر) في كليهما، حيث لا فروق بينهم.

نموها وعمرها وفق خريطة دقيقة، وتحت ظروف بيئية مناسبة من الإضاءة ودرجة الحرارة والرطوبة. بل نجد بعض النباتات تنمو في أقاليم جغرافية ومناخية محددة حول العالم، وبعضها ربما يفشل تماما في النمو في مناطق أخرى. وحاول العلماء على مر العصور التحكم في نمو النبات وحتى في تغيير مواعيدها الطبيعية، وذلك بزراعتها في بيوت زجاجية (البيوت النباتية أو الصوبات Greenhouses) توفر لها ما تحتاج إليه من ظروف بيئية مناسبة، وبذا نجحوا في التغلب على بعض الصعاب، فمثلا استطاعوا إنماء نباتات القمح في موسم الصيف في بيوت زجاجية توفر لها جوها الشتوي المعتاد.

إنتاج أصناف جديدة

وفي مجال برامج تربية النباتات، تتطلب عملية إنتاج أصناف نباتية جديدة ذات محصول عال عدة خطوات، منها عمليات تهجين (تلقيح) عديدة بين تراكيب وراثية مختلفة، ثم الحصول على أنسالها ومقارنتها وانتخاب أفضلها وتتبع صفات أنسالها التالية لعدة أجيال، والتي تطول أحيانا لتستغرق عقودا عدة؛ لأن فترة الجيل الواحد لنباتات المحاصيل تستغرق شهورا عدة وأحيانا سنة كاملة، مما يطيل أمد برامج التربية.

وحاول علماء النبات التغلب على تلك المشكلة، فهداهم تفكيرهم إلى زراعة النباتات تحت البيوت المحمية التي توفر الظروف المطلوبة لنمو تلك النباتات. لكن كانت تلك البيوت تمنح مربي النباتات فرصة إنماء نباتاتهم لجيل أو اثنين وعلى الأكثر ثلاثة في أحسن الأحوال، مما يسر لهم اختصار زمن برامج التربية، لكنهم ما زالوا يأملون المزيد من الأجيال خلال العام الواحد.

التربية السريعة

وكما ذهب الباحثون والمخترعون في المجالات الحياتية الأخرى إلى تسريع مخترعاتهم، فقد ابتكرت مجموعة من الباحثين النباتيين طريقة جديدة أسموها التربية السريعة (Speed Breeding) للإسراع من وتيرة نمو النباتات في عدة أجيال متعاقبة خلال العام الواحد، مسجلة رقما قياسيا جديدا في مجال التقنيات الزراعية. ونشروا تجربتهم الرائدة في بحث بمجلة «طبيعة النباتات» (Nature Plants) في يناير 2018.

وتناول البحث طريقة جديدة لتسريع عمليات نمو النباتات تحت ظروف بيئية

نظام الزراعة والنمو داخل غرف النمو محكمة الغلق والتحكم الكامل (إضاءة، حرارة، رطوبة) بطريقة التربية السريعة

طريقة حديثة استطاعت إنماء ستة أجيال متعاقبة من النبات في العام الواحد تحت ظروف إنماء في غرف محكمة الغلق والتحكم الكامل في الإضاءة ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة والتغذية

مُحكمة ولاسيما ظروف الإضاءة (النهار السرمدي). والتربية السريعة للنباتات، تقنية طُوِّرت استرشادا بتجارب أجرتها وكالة (ناسا)، أدامت فيها تسليط الضوء على القمح من أجل زراعته في الفضاء، مما أدى إلى تبكير إكثاره، وفق ما ذكر لي ت. هيكي (Lee T. Hickey)، قائد الفريق البحثي، ومن كبار الباحثين بجامعة كوينزلاند في أستراليا (شارك معه في البحث 34 باحثا من 10 جهات بحثية في ثلاث دول هي أستراليا والمملكة المتحدة وماليزيا). وما يميز هذا البحث هو دراسة عدد كبير من أهم المحاصيل الاقتصادية العالمية كالقمح والذرة والشعير والأرز والحمص والكانولا والبازلاء.

وكما سبق أن ذكرنا، فإن إنتاج صنف تجاري جديد من أي محصول اقتصادي يحتاج إلى مدة قد تبلغ عقدين من الزمان، وهذا يمثل عائقا كبيرا في عمليات التربية. والجزء المهم في برامج التربية تلك يتعلق بالخطوات الأولى الخاصة بالحصول على سلالات نقية (Pure Lines) ذات صفات وراثية مميزة وأصيلة، وهو أمر يستغرق نحو ستة أجيال متعاقبة على الأقل من التلقيح الذاتي (Self-Breeding)، تليها عملية التهجين بين تلك السلالات، ثم انتخاب أفضلها ومتابعة أجيالها المتعاقبة، وتلك هي الحلقة التي عمل عليها فريق البحث الحالي.

وذكر مقدمو التجربة أن طريقتهم استطاعت إنماء ستة أجيال متعاقبة في العام الواحد تحت ظروف إنماء في غرف محكمة الغلق والتحكم الكامل في الإضاءة ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة والتغذية. وذلك بزيادة فترات الإضاءة مما يزيد من معدل سرعة نمو النباتات، ومن ثم تقصير فترة الجيل. واستعانوا بنوع مميز من مصابيح (LED) مع إطالة عدد ساعات الإضاءة (النهار السرمدي مجازا) وتقصير فترة الإظلام في اليوم، (22 ساعة إضاءة وساعتا إظلام فقط، في حين أن الطبيعي غالبا 12 ساعة إضاءة ومثلها إظلام).

وجرى في التجربة زراعة بذور أنواع مختلفة من المحاصيل ومتابعة كل الصفات المحصولية والظاهرية المهمة كتاريخ الإزهار وعدد وحجم ووزن بذور المحصول، وحتى تأثرها بالأمراض

إنتاج صنف تجاري جديد من أي محصول اقتصادي يحتاج إلى مدة قد تبلغ عقدين من الزمان وهذا يمثل عائقا كبيرا في عمليات التربية

النباتية، بل تعدى الأمر ذلك إلى إعادة زراعة البذور المنتجة بتلك التقنية مرة أخرى، ودراسة صفات نباتاتها أيضا، كل هذا مع إجراء تجارب مقارنة تحت ظروف البيوت الزجاجية بتلك النامية بطريقة "التربية السريعة". وأجرى الباحثون أيضا عمليات تهجين ونقل جينات وزراعة أصناف ذات صفات وراثية مميزة، ومتابعة كل ذلك تحت الظروف البيئية كافة. وشمل البحث إمكانية حدوث الطفرات، ودراسة السلوك الميوزي لنباتات القمح النامية (الاتحادات الصبغية "الكروموسومية") ومدى حدوث عدم استقرار في السلوك الميوزي للصبغيات، إضافة إلى دراسة مكونات الضوء، واقتصاديات وتكاليف هذا النظام الجديد ومقارنته بالطرق التقليدية في البيوت الزجاجية، مع تطوير طرق بسيطة لنظامهم الجديد أثبتت فعاليتها.

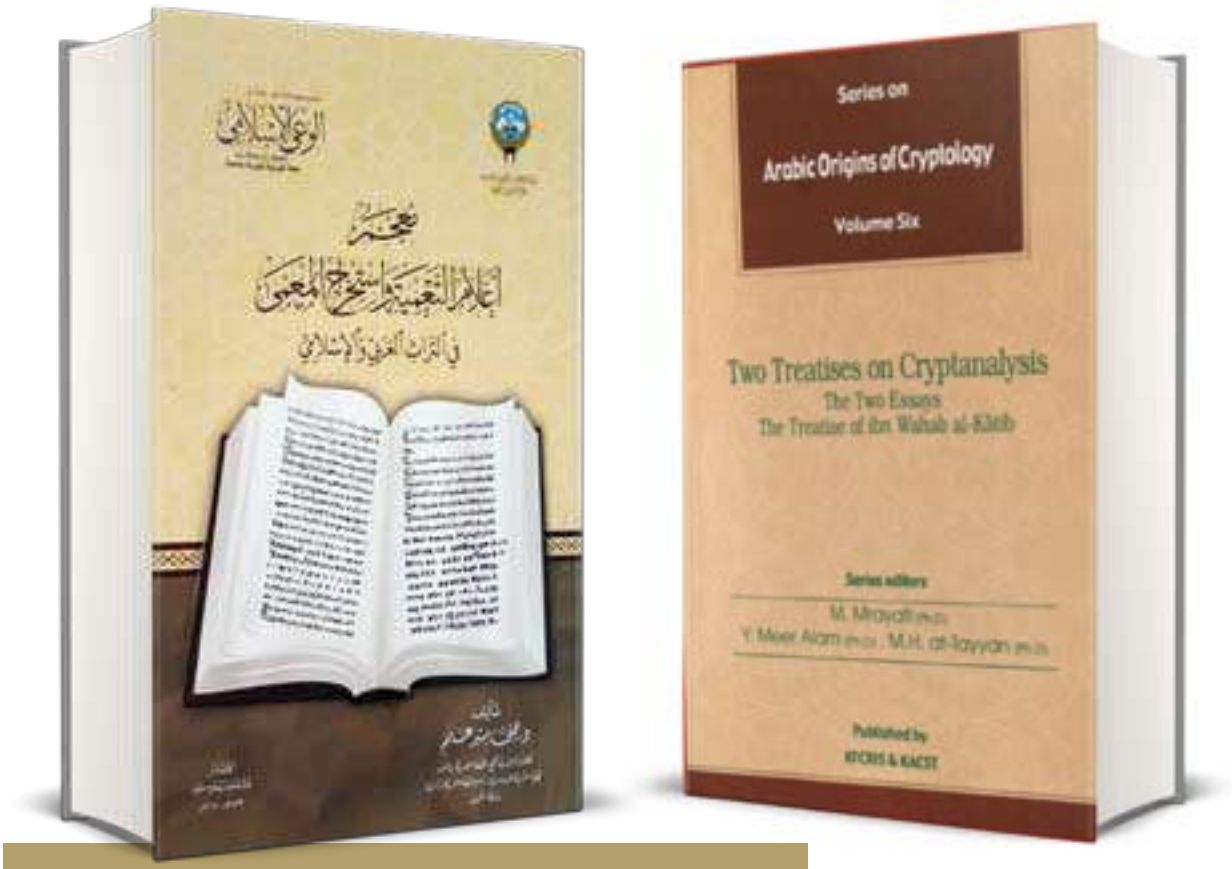
وأوضحت نتائج البحث أن صفات النباتات النامية بالطريقة الجديدة (التربية السريعة) تفوقت على قريناتها في معظم الصفات وفي كل المحاصيل تحت الدراسة، ومكنتهم من زراعة عدة أجيال في العام الواحد بأكثر من الضعف في الطرق الأخرى المستعملة حاليا في البيوت الزجاجية.

بدايات واعدة

سبق أن نوقشت فكرة إطالة فترة الإضاءة (النهار السرمدي) وتأثيرها في نمو النباتات منذ عام 2010م، إذ بدأها فريق العالم سيسوفا (M. I. Sysoeva)، وطبقتها فرق بحثية أخرى، منهم فريق الباحث أوكونور (D. J. O'Connor) عام 2013م ، وفريق الباحث ستيتر (M. G. Stetter) عام 2016م. وأدت نتائجهم إلى تقليل فترة الجيل لأنواع محاصيل أخرى مثل دوار الشمس والفلفل والفجل، والتي استجابت بصورة جيدة لتمديد فترة الإضاءة بتقصير فترة الجيل، مما أدى إلى تسريع برامج التربية .

ونرى أن هذه الطريقة - بعد تأكيد نتائجها من فرق بحثية أخرى - وإشراك باحثي فسيولوجيا النبات في الدراسة، ربما تكون مفيدة جدا للإسراع في تنفيذ برامج تربية النباتات وإنتاج أصناف جديدة خلال سنوات بدلا من عقود، وهذا يزيد من غلة المحاصيل. بجانب ذلك، فالتكاثر السريع سيوفر حافزا قويا لمزيد من علماء النبات لإجراء البحوث والتطبيقات التكنولوجية الحديثة على النباتات المحصولية مباشرة، وتطبيق عمليات دراسات الجينوم وتسلسل القواعد الوراثية بدلا من استعمال النباتات النموذجية، ومن ثم زيادة البحوث لتحسين المحاصيل. ■

معجم أعلام التعمية
في التراث العربي والإسلامي



د. يحيى مير علم*

تاريخُ استعمال التعمية (التشفير) قديمٌ جدًا، فقد عرفت بعضُ حضارات العالم البائدة التعميةَ منذ نحو (2400 ق.م)، واستعملها الفراعنةُ والبابليون واليونان والرومان والصينيون. أمّا تدوين التعمية واستخراجها (الشفرة وكسرها) في مُؤَلَّف مُفْرَد، يضمّ أصولها وقوانينها وقواعدها ومناهجها وطرائق استخراجها، ويضع الأسس النظرية لعلم الشفرة وكسرها، فلم يتحقّق إلّا في القرن الثالث الهجري/التاسع الميلادي على يد الفيلسوف يعقوب بن إسحاق الكندي (ت260هـ/ 873م) الذي يُعَدّ بحقٍّ أبا التعمية في العالم في مُصَنَّفه (رسالة في استخراج المعمّى) لأنه سبق بستة قرون أولَ أعلام الشفرة الغربيين ليون باتيستا ألبرتي الذي كتب رسالته باللاتينية في (25) صفحة سنة 1466م.

*أكاديمي في الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب، وعضو مراسل لمجمع اللغة العربية بدمشق(الكويت)

الفيلسوف الكندي أول من وضع أصول التعمية واستخراجها في مُؤَلَّف مُـفْـرَد يضم قوانينها وقواعدها ومناهجها وطرائق استخراجها وذلك في كتابه (رسالة في استخراج المعمّى)

جهود حديثة

وبالرغم من أهمية علم التعمية واستخراجها في عصر المعرفة الرقمية والمعلوماتية، وريادة الأعلام العرب في وضع أصول التعمية وتدوينها، ووضع قواعدها، وطرائق استخراجها (خوارزميات كسر التشفير)، وبالرغم من وفرة ما انتهى إلينا من مخطوطات التعمية واستخراجها التي أثبتت بالأدلّة القاطعة تلك الريادة، فإن هذا العلم لم يحظ باهتمام الباحثين المعاصرين حتى صدر الجزءُ الأول من موسوعة التعمية 1987م التي حظيت وبشرف المشاركة فيها والبحث عن مخطوطاتها، وجمع مصوّراتها، وتحقيقها، ودراستها، مع الزملاء الباحثين د. محمد مراياتي ود. محمد حسان الطيان بالتعاون مع الأستاذ مروان البواب.

وقد اهتمّ مجمع اللغة العربية بدمشق بنشر موسوعة التعمية، فصدرت عنه في جزءين بعنوان (علم التعمية واستخراج المعمّى عند العرب) الأول سنة 1987م، في (438) صفحة، تضمّن رسائل الكندي وابن عَدْلان وابن الدُّرَيْهم، والثاني سنة 1997م، في (475) صفحة، اشتمل على ثماني رسائل مخطوطة.

وثمّة جزء ثالث أفردناه لتعمية الأقلام في الحضارات البائدة اعتمادًا على تحقيق ودراسة كتاب (شوق المستهام في معرفة رموز الأقلام) لعلي بن وحشية النبطي (ق4هـ/10م) الذي أودعه نحوًا من تسعين قلمًا وأبجديةً، استعملتها حضارات العالم القديم.

وقد تنبّهت بعضُ الهيئات العلمية العربية إلى أهمية نشر هذا التراث العربي الإسلامي الرائد في هذا الموضوع المهمّ، وتقديمه للعالم الغربي بلغة أجنبية يفهمها، فأصدر مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية بالتعاون مع مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالرياض ترجمة كتابَي (علم التعمية واستخراج المعمّى عند العرب) إلى اللغة الإنكليزية في ستة أجزاء، بعنوان: (الأصول العربية لعلم التعمية) : Series on Arabic Origins of Cryptology ما بين 2003م و2007م.

المدرسة العربية في التعمية واستخراج المعمّى

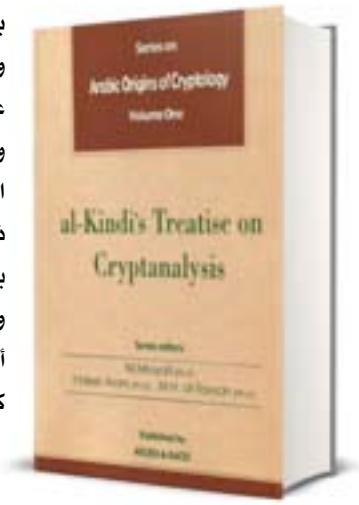
استمرّت جهود العرب العلمية في التعمية استعمالاً وتدوينًا نحوًا من ستة قرون، فكانت بحقٍّ مدرسةً عربيةً أصيلةً رائدةً في هذا العلم. ويمكن إرجاع بدايتها إلى الخليل بن أحمد الفراهيدي (ت170هـ/ 786م) الذي كان عبقريًا رائدًا في علوم العربية والمعمّى، فقد نُسب إليه استخراج معمّى كتاب، ورد إليه من بعض اليونان، فخلا به شهرًا حتى فهمه، ثم وضع كتابًا في المعمّى. واستمرّت تلك المدرسة نَشطةً حتى عصر الموسوعات العلمية مثل كتاب (صُبْح الأعشى في صناعة الإنشا) للقلقشندي (ت821هـ/1428م) صاحب أشهر موسوعة علمية في الدواوين والإنشاء والإدارة.

إنّ التعمية (التشفير) علمٌ عربيٌّ ولادةً ونشأةً وتطوّرًا، سبق أعلامُ التعمية العرب إلى تدوينه، وإرساء أُصوله، وصَوْغ مبادئه وقواعده، ووضع مصطلحاته، وابتداع منهجياته، وعالجوا سُبُل استخراجه (خوارزمياته). وشهد بذلك أشهر مؤرّخي التعمية في العالم وهو الأمريكي الدكتور ديفيد كان في كتابين له.

معجم أعلام التعمية

إنّ جميع ما تقدّم بيانه من تحقيق مخطوطات التعمية واستخراجها ودراستها، وطباعتها في جزءين، ثم في ترجمتها إلى الإنكليزية وطباعتها في ستة أجزاء، وما

رافق ذلك من جهود علمية مختلفة (بحوث ودراسات ومحاضرات) لفريق العمل، نُشرت في دوريات متخصّصة، أو قُدّمت في ندوات ومؤتمرات، لا يعني أن موسوعة التعمية العربية قد اكتملت، واستوفت متطلباتها، فالمكتبة العربية تخلو من أيّ كتاب يستغرق تراجم أعلام التعمية بنوعيها العلمية والبديعية، على كبير عناية المتقدّمين بفنّ التراجم بنوعيها العامة والخاصّة، وكثرة مصنّفاتهم فيهما، واستغراقها العلومَ والفنون وغيرها، وعلى الرغم من وفرة أعلام علْمي التعمية واستخراج المعمّى الذين انتهى مَبْلَغُهم إلى زُهاء ثمانين عَلَمًا. أمّا جهودُ المعاصرين فقد غلب عليها الإفادةُ مما حقّقناه ودرسناه وأصدرناه من رسائل التعمية عَرْضًا أو تلخيصًا أو تنبيهًا على هذا السَّبْق العلميّ.



منهج إعداد المعجم:

توخّيت في إعداد هذا المعجم - الذي أصدرته وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية في الكويت - أن يستغرق تراجم مَنْ صَنَّف في التعمية واستخراجها (المعمّى وحلّه) أو في أحدهما، أو في التعمية بالأقلام المشهورة، أو اللغات البائدة، واستخراجها، أو كان مشاركًا فيهما، أو بارعًا. وقدّمت له في القسم الأول بتعريف التعمية وبيان أنواعها، وطرائقها، ومنهجياتها، وطُرُق حلّ المعمّى وآلياته، وأهمّيّتها في التراث العربي وفي الحضارة المعاصرة، وريادة العلماء العرب والمسلمين، وسَبْقهم الغربيين، وتوثيقها بشهادات بعض أعلامهم المنصفين، وأهمّ إنجازاتهم في التعمية، مُقتصرًا في جميع ذلك على ما ورد في التراث العلمي العربي دون ما انتهى إليه الأمرُ لدى المعاصرين المختصّين، مما يعتمد على الخوارزميات الرياضية، والبرامج الحاسوبية، ويُغرق في الجوانب الفنية والتقنية، ويخرج عن خطّة الكتاب التراثية. واستقلّ القسم الثاني من المعجم بتراجم أعلام التعمية واستخراج المعمّى في التراث العربي والإسلامي.

وقد التزمتُ في ترتيب تراجم الأعلام المنهجَ المألوف في كتب التراجم العامّة والخاصّة، فرتبّتُهم هجائيًا على أسماء الأعلام مسبوقةً برقم الترجمة المتسلسل، وأَحَلْتُ في المواضع الفرعية على الاسم، وأثبتُّ سنةَ المولد والوفاة تحت الاسم بالتاريخين الهجري والميلادي، وأَتْبعتُ ذلك بإيراد التراجم موثّقةً بإثبات مصادر الترجمة آخرها، واقتصرتُ على الإشارة إلى أهمّ مؤلّفات المترجَم، مما كان منها ذا صلة بالتعمية واستخراجها، أو بالأقلام أو بالعلوم الخفية، ووثّقتُ تراجمَ المعجم بإيراد كلام المتقدمين ما وجدته مفيدًا للترجمة. أمّا الفهارس فقصرتها على ما تقتضيه طبيعةُ المعجم من فهرس للموضوعات وآخر للأعلام المترجَمين. وألحقتُ بالتراجم نهايةَ المعجم فهرسًا (بيبلوغرافيا) يتضمّن توثيق أهمّ جهود المعاصرين الذين اهتمّوا بتاريخ علم التعمية واستخراجها في التراث العربي والإسلامي، وريادة العلماء العرب والمسلمين فيهما. وقد جعلته ملحقًا في نهاية التراجم لخروجه عن خطّة الكتاب التي قصرتها على تراجم الأقدمين من أعلام التعمية واستخراجها.

إن ما تمّ إنجازه من موسوعة التعمية العربية التي تؤرّخ للمدرسة العربية في علم الشفرة وكسرها ما زال يتطلّب مزيدًا من جهود فريق العمل لإصدار الجزء الثالث المخصّص للتعمية بالأقلام البائدة، والمتضمّن كتاب ابن وحشية (شوق المستهام في معرفة رموز الأقلام) ليكتمل به تحقيق تراث التعمية عند العرب، ولإنجاز كتاب (معجم مصطلحات التعمية واستخراج المعمّى عند العرب) مُشْتَمِلاً على جميع ما ورد في المخطوطات من مصطلحات التعمية واستخراجها مقرونةً بمقابلاتها في اللغتين الإنكليزية والفرنسية. ■

جهود العرب العلمية في التعمية استعمالاً وتدوينًا استمرت نحوًا من ستة قرون، فكانت بحقٍّ مدرسةً عربيةً أصيلةً رائدةً في هذا العلم

اللحوم المصنعة.. ثورة في عالم التغذية

م. أمجد قاسم *

يعد اللحم الحيواني جزءا مهما وأساسيا في النظام الغذائي للبشرية، وقد استساغ الإنسان الأول مذاق اللحوم بعد أن اكتشف النار وأكل لحوم بعض الحيوانات بعد شيها.

وتظهر الدراسات أن الإنتاج العالمي من اللحوم تضاعف ثلاث مرات منذ عام 1960؛ بسبب النمو السكاني المطرد، والارتفاع في مستوى الدخل والرفاهية في العالم بصورة عامة وفي الدول المتقدمة صناعيا

* كاتب علمي متخصص في هندسة تكنولوجيا الصناعات الكيميائية،(الأردن)

تحديات جمة

إن استمرار الطلب العالمي على اللحوم الحيوانية الصالحة للاستهلاك البشري شكل تحديا كبيرا لتوفير الكميات الهائلة المطلوبة، مع توقع تضاعف الطلب العالمي على اللحوم بحلول عام 2050 عندما سيصبح عدد السكان في العالم تسعة بلايين شخص، وما يرافق ذلك من ازدياد الطلب على الأعلاف الحيوانية واستهلاك مساحات شاسعة من الأراضي تقدر بنحو 70% من مجمل المساحة المزروعة في العالم، لزراعتها بمحاصيل تستخدم لإطعام الماشية التي تلتهم 40% من مجمل محاصيل الحبوب على الأرض، وما يستتبع ذلك من زيادة الطلب على الأسمدة والمبيدات الزراعية والمياه، وإزالة لمساحات شاسعة من الغابات في بعض الأمكنة في العالم لتحويلها إلى أراض صالحة للزراعة.

من جانب آخر فإن التوسع في تربية الماشية في شتى أنحاء العالم يؤدي إلى تفاقم مشكلة الاحتباس الحراري؛ إذ إن ملايين الرؤوس من الحيوانات وخصوصا المواشي التي يربيها البشر لذبحها وأكلها تساهم في زيادة غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، و جزء كبير من ذلك بسبب تجشؤها. وتقدر دراسة علمية أسترالية أن 12% من مجمل انبعاثات غازات الدفيئة في البلاد ناجمة عن الزراعة وأن 70% من هذه النسبة هي من المواشي، ومن أهم هذه الغازات، النشادر وأكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكربون والميثان.

بصورة خاصة، وأن صناعة اللحوم التقليدية في العالم تقدر بنحو 1.4 تريليون دولار، وأن البشر في عام 2000 استهلكوا نحو 228 مليون طن من اللحوم.

إضافة إلى ذلك، فإن تربية الماشية تتطلب استهلاك كميات كبيرة من المضادات الحيوية، لاسيما في المزارع ذات الكثافة الإنتاجية العالية، وهذا أدى إلى نشوء سلالات من البكتيريا المقاومة للأدوية، ووصول تلك المضادات الحيوية إلى مياه الشرب وتلويثها، عدا أمراض تصيب الحيوانات ويمكن أن تفتك بالبشر كأنفلونزا الطيور والخنازير ومرض جنون البقر وبكتيريا السالمونيلا.

حل واعد

هذه التحديات شجعت الباحثين على تطوير شكل من أشكال اللحوم لإشباع البشرية وسد حاجتها إلى ذلك النوع من الغذاء. وتعود المحاولات الأولى لتصنيع اللحوم في المختبرات إلى عام 1908 وذلك عندما أجرى الطبيب الفرنسي ألكسي كاريل - الحاصل على جائزة نوبل في الطب في عام 1912 - تجارب على لحم الدجاج واستزرعه في محلول يحوي أملاحا مغذية. وتبع ذلك تجارب كثيرة في بلدان عدة.

وكان للتقدم الكبير في مجال الخلايا الجذعية وزراعة الأنسجة في المختبرات دور مهم في ظهور اللحوم المستزرعة، فاستطاع العالم الهولندي فيليم فون إيليم في عام 1999 الحصول على براءة اختراع في مجال زراعة اللحوم وإنتاجها صناعيا، وأعقب ذلك في عام 2002 إجراء تجارب شبيهة بتمويل من وكالة ناسا لاستزراع أنسجة عضلية من السمك الذهبي لإنتاج لحوم مصنعة في المختبرات، وقد تمت زراعتها في أوساط مختلفة لمعرفة أفضل الظروف البيئية لنموها وذلك من أجل تغذية رواد الفضاء في رحلاتهم الفضائية.

وتعتبر هولندا من أكثر دول العالم دعما للأبحاث الخاصة بزراعة اللحوم، فبين عامي 2005 و 2009 أنفقت 2.6

الإنتاج العالمي من اللحوم تضاعف 3 مرات منذ عام 1960 في حين تقدر قيمة صناعة اللحوم عالميا بنحو 1.4 تريليون دولار

التجارب التي أجراها الدكتور بوست من جامعة ماستريخت الهولندية عام 1999 تعد من أهم المحاولات لإنتاج لحوم مصنعة

أبحاث مستمرة في المختبرات لإنتاج اللحوم صناعيا

أولى محاولات تصنيع اللحوم في المختبرات أجراها الطبيب الفرنسي ألكسي كاريل عام 1908 على لحم الدجاج

مليون دولار لدعم الأبحاث الخاصة بإنتاج اللحوم من خلال استزراع خلايا عضلية من خلايا جذعية جلبتها من حيوانات المزارع، وقد حققت تلك الأبحاث نجاحا كبيرا.

وتعد التجارب التي أجراها الدكتور مارك بوست من جامعة ماستريخت في هولندا في عام 2009 من أهم المحاولات لإنتاج لحوم صناعية، إذ تمكن من إنتاج أول شريحة "برغر" في العالم في المختبر من خلايا جذعية لبقرة، وقد نمت وتحولت إلى شرائح من العضلات في ظروف صناعية.

تقنيات خاصة

تتعدد طرق إنتاج اللحوم في المختبرات، ومن أهمها طريقة النمو المحفز للأنسجة العضلية التي يتم أخذها من كائن حي، والتي تزود فيها الأنسجة العضلية التي يتم الحصول عليها من المواشي بحاجتها من المواد الغذائية، وتعد هذه الطريقة صعبة ويتعذر من خلالها إنتاج نسيج سميك.

أما الطريقة الثانية فتعرف بالهندسة الخلوية النسيجية، وهي تنتج نسيجا يشبه إلى حد كبير النسيج الطبيعي، وفيها تتم زراعة أنسجة عضلية مع خلايا جذعية تعمل على تنمية شرايين وأوردة وخلايا عصبية، ومن ثم يتكون نسيج متكامل يحاكي تماما النسيج الطبيعي، وهذه الخلايا يتم الحصول عليها من خزعة صغيرة من الحيوان.

ومكنت الأبحاث الخاصة بالخلايا الجذعية الباحثين المهتمين بإنتاج اللحوم الحيوانية صناعيا من تحويل عدد من الأنسجة الحيوانية، وتعتبر الخلايا الجذعية التي تعرف باسم الخلايا التابعة من أفضل أنواع الخلايا الجذعية التي تكون في جسم الكائن الحي وتعمل على تجديد الأنسجة التالفة. وما يميز الخلايا الجذعية التي توجد في الكائنات الحية المتعددة الخلايا قدرتها على التكاثر عن طريق الانقسام الميتوزي، إذ تتحول إلى أنواع محددة من الأنسجة المتخصصة في الكائن الحي.

واستطاع الباحثون تطوير تقنيات خاصة لإنتاج اللحوم صناعيا من الخلايا الجذعية، عبر وضعها في محاليل خاصة تحوي العناصر الغذائية اللازمة لنمو الخلايا، مع توفير الظروف الفيزيائية والكيميائية الملائمة لنمو تلك الأنسجة، كالتحفيز الكهربائي والتحريك وضبط درجة الحرارة.

تتميز اللحوم المصنعة بخلوها من العوامل المسببة لأمراض مرتبطة بالدهون المشبعة والكوليسترول كالقلب والشرايين

مارك بوست يحمل أول شريحة برغر مصنعة في المختبر

استطاع الباحثون تطوير تقنيات خاصة لإنتاج اللحوم صناعيا من الخلايا الجذعية عبر وضعها في محاليل خاصة تحوي العناصر الغذائية اللازمة لنمو الخلايا

اللحوم والأمراض

تتميز اللحوم المصنعة بأنها تخلو من العوامل المسببة لبعض الأمراض المرتبطة بالدهون المشبعة والكوليسترول والتي لها علاقة بأمراض القلب والشرايين. ويقول الباحثون إنه من خلال عملية التعديل الجيني للحوم المصنعة، فإنها ستكون قادرة على زيادة مستوى الدهن المفيد للجسم (أوميغا 3)، وخالية من الدهون الضارة، مع إمكانية تحسين نوعية تلك اللحوم وزيادة محتواها من الفيتامينات والمعادن المفيدة للجسم.

وتلك اللحوم تكون خالية من الملوثات البكتيرية والطفيليات التي تصيب في العادة اللحوم الحيوانية، وتتسبب في إصابة البشر بالعديد من الأمراض إذا لم يتم طهيها بصورة سليمة للقضاء على الكائنات الدقيقة فيها المسببة للأمراض.

من جانب آخر، إن تربية الحيوانات والدواجن بهدف ذبحها يقابل في عدد من الدول بانتقاد شديد، فملايين المواشي والأبقار والطيور والدواجن تقبع في حظائر ضيقة وتتعرض لظروف قاسية ويتم معاملتها بشكل وحشي وتسمينها قسريا من أجل ذبحها أو الحصول على حليبها وبيضها. وقد تولت جمعيات الرفق بالحيوان في شتى أنحاء العالم الدفاع عن تلك الكائنات، وألزمت كثيرا من حكومات العالم بتحسين ظروف معيشة الحيوانات فيها وطرق ذبحها، كما دعمت الأبحاث العلمية التي تهدف إلى إنتاج اللحوم صناعيا والكف عن تربية الحيوانات بهدف ذبحها والحصول على لحمها.

نحو لحوم مصنعة مثالية

يسعى الباحثون إلى جعل اللحوم المصنعة تبدو - إلى حد كبير - مشابهة للحوم التقليدية من حيث اللون والمذاق والرائحة. وقد جرت محاولات لإنتاج لحوم مصنعة ذات لون أبيض، ثم تم التوصل إلى جعل اللحوم تبدو باللون الأحمر المشابه للحوم الطبيعية وذلك بإضافة مركبات طبيعية من مادة الميوغلوبين. ويوضح الباحثون في هذا المجال أنه إذا لم تكن اللحوم المصنعة تبدو مثل اللحوم الطبيعية، وإذا لم يكن لها مذاقها الطبيعي، فإنها لن تكون بديلا صالحا.

إن تقبل الناس للحوم المستزرعة يعد هدفا صعب التحقق، وقد أظهرت دراسات عدة عدم ترحيب معظم الأمريكيين والأوروبيين بها، بل نشأت في ألمانيا حركات شعبية مطالبة بمقاطعتها، مما يجعل مهمة تسويقها صعبة، وربما تحتاج إلى مدة زمنية طويلة لكي يستسيغها الجمهور ويتقبلوها على موائدهم. ■

المواد الحفازة
تطبيقات مؤثرة في حياة البشر

م. محمد الحسن *

ينظر العالم إلى المواد الحفازة (catalyst) نظرة تفاؤلية، ويعقد عليها آمالا كبيرا في إيجاد حلول لمشكلات عدة في مجالات مختلفة لاسيما الصناعية والزراعية، ولإمكان استخدامها في تطبيقات واعدة.

وتستخدم المواد الحفازة في أكثر من 90% من الصناعات الكيميائية، حيث تعجل هذه المواد المساعدة التفاعلات بآلاف المرات وتجعلها قابلة للحدوث في ظروف عادية.

وتعزز هذه المواد من كفاءة العمليات الصناعية وجدواها فتقلل تكاليفها إلى حد كبير جدا، مما

*كاتب علمي، (الكويت)

وتعتبر الأمونيا أساس إنتاج الأسمدة الزراعية التي أسهمت في زيادة الإنتاج الغذائي في العالم، وأدت دورًا فاعلاً في المحافظة على الأمن الغذائي، ولاسيما في ضوء ارتفاع عدد سكان العالم الذي يتوقع زيادته من نحو 6.5 بليون إلى 9.6 بليون شخص بحلول عام 2050.

تعجيل التفاعلات

يسهم استخدام عوامل مساعدة لتعجيل التفاعلات الكيميائية وتحسين كفاءتها في تحقيق وفر اقتصادي كبير يدعم الكثير من الصناعات الكيميائية ويجعلها أكثر جدوى، ويحقق معايير أكثر صداقة مع البيئة بسبب الحد من استهلاك الطاقة والموارد وخفض كميات المواد غير المرغوب فيها. ومن ضمن ذلك تنقية غازات العادم الصادرة عن السيارات وفي الصناعة وإنتاج الطاقة الكهربائية حيث تمنع وجود مواد ضارة وتحولها إلى مواد أقل ضررا.

أنواع التحفيز

تنقسم العمليات الكيميائية المحفزة إلى نوعين رئيسيين تبعا لمرحلة (phase) المادة الحفّازة والمادة المتفاعلة، فإذا أمكن تمييز الحدود بين اثنين من المكونات، فإن تلك المواد تكون في مراحل مختلفة وتسمى عمليات غير متجانسة(heterogeneous)، فالخليط المحتوي على مادة صلبة وسائلة يتكون من مرحلتين مختلفتين، مثل الرمل والهواء أو الرمل والماء فأحدهما في حالة صلبة والآخر في حالة سائلة.

ما هي المواد الحفازة؟

هي مواد تعمل كمحفز للتفاعل، فإذا كان التفاعل لا يحدث في ظروف عادية، فإنه يتم إذا جرى إضافة المادة الحفّازة إليه. وبصورة عامة تعمل المادة الحفّازة على تسريع معدل التفاعل باستخدام

المواد الحفازة تستخدم في أكثر من 90 % من الصناعات الكيميائية حيث تعجل التفاعلات بآلاف المرات وتجعلها قابلة للحدوث في ظروف عادية

المادة الحفّازة تعمل على تسريع معدل التفاعل باستخدام طاقة أقل من التي يحتاج إليها التفاعل من دون إضافة تلك المادة

ينعكس بصورة مؤثرة على حياة البشر وتكاليف صناعة عدد كبير من المنتجات الحيوية. ومن أهم جوانب هذا التأثير ازدهار صناعة الأمونيا؛ نظرا لانخفاض تكاليف الإنتاج فيها مع استخدام عوامل مساعدة.

أنواع التفاعلات المحفَّزة

تقسم جميع التفاعلات المحفزة سواء كانت متجانسة أو غير متجانسة إلى صنفين رئيسيين هما:

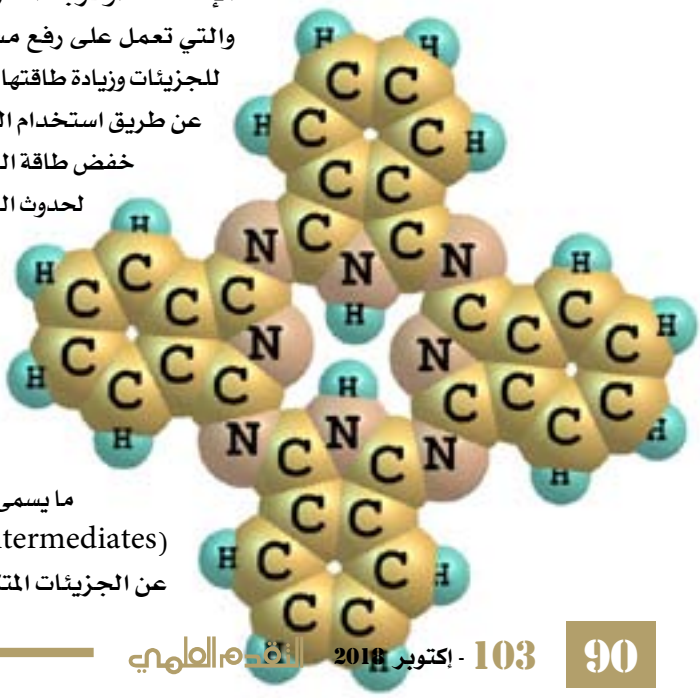
- **تفاعلات الأكسدة والاختزال:** تتضمن هذه التفاعلات ميكانيكية تناقل الإلكترونات بين المادة المحفزة والمواد المتفاعلة، ومعظم العوامل المساعدة في هذه التفاعلات هي العناصر الانتقالية والأكاسيد والكبريتدات الفلزية. ومن أمثلتها إنتاج حامض الكبريتيك بوجود خامس أكسيد الفناديوم والبلاتين، وإنتاج الفورمالدهايد بوجود الفضة والنحاس وموليبيدات الحديدوز.
- **تفاعلات الحامض والقاعدة:** تتضمن ميكانيكية تبادل البروتونات والأيونات السالبة بين العامل المساعد والمواد المتفاعلة. ومعظم العوامل المساعدة في هذه التفاعلات هي عبارة عن حوامض أو قواعد.

طاقة أقل من التي يحتاج إليها التفاعل من دون إضافة تلك المادة. والمادة الحفّازة غير متغيرة كيميائيا في المحصلة، ففي نهاية التفاعل سيكون لدينا بالضبط نفس كتلة المادة الحفازة كما تم إضافتها في البداية.

ويوفر المحفز مسارا بديلا للتفاعل، وهذا الطريق البديل لديه طاقة تنشيط أقل. مثلا لو كان لدينا جبل مرتفع، فإن اجتيازه يحتاج لطاقة كبيرة للعبور من فوقه، ولن يعبر سوى عدد قليل من الأشخاص القادرين على ذلك، لكن لو تم توفير مسار أكثر سهولة من خلال حفر نفق عبر الجبل، عندها سيتمكن عدد أكبر من الأشخاص من الانتقال عبر هذا الطريق الأسهل. وهنا يمكننا القول إن مسار النفق لديه طاقة تنشيط أقل من المرور فوق الجبل.

والنتيجة أننا لم نقم بزيادة طاقة التنشيط ذات الكلفة العالية، لكن قدمنا مسارا بديلا أكثر سهولة، وستتفاعل معظم الجزيئات من خلال المسار البديل الأسهل. إن معظم هذه التفاعلات تكون معقدة وليس من السهل اكتشاف وجودها.

تحتاج بعض التفاعلات لحدوثها أو تسريعها إلى طاقة تنشيط عن طريق الإشعاعات أو درجة الحرارة أو الضغط، والتي تعمل على رفع مستويات الطاقة للجزيئات وزيادة طاقتها الحركية، ويمكن عن طريق استخدام العوامل المساعدة خفض طاقة التنشيط المطلوبة لحدوث التفاعل والحصول على النتيجة نفسها دون تغيير مستوى الطاقة للجزيئات.



خلال هذه التفاعلات يتكون ما يسمى بالمركب الوسيط (intermediates)، وهو عبارة عن الجزيئات المتكونة من تفاعل المادة الحفازة مع المواد الخام للتفاعل، هذه المواد يتفاعل بعضها مع بعض أو مع مواد التفاعل لتنتج المركبات النهائية المطلوبة من التفاعل، وتستهلك هذه العملية طاقة أقل من تلك التي يستهلكها التفاعل من دون المواد الحفازة، في نهاية هذا التفاعل تخرج المواد الحفازة من التفاعل كما دخلت إليه.

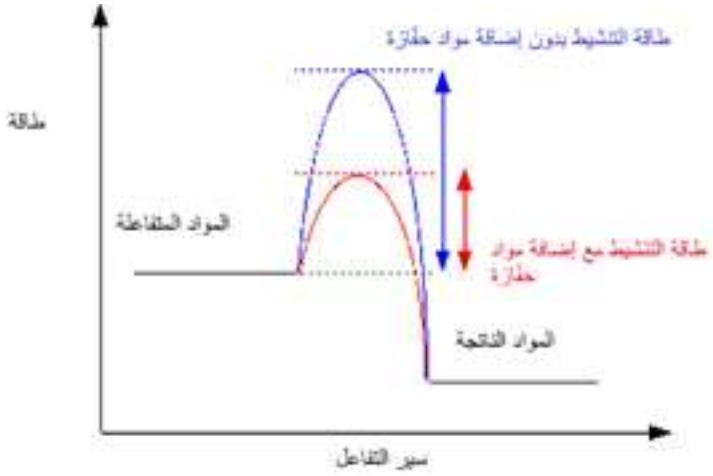
العمليات المتجانسة

في حالة تكون خليط المواد الكيميائية المختلفة في محلول واحد من مرحلة واحدة لا نستطيع رؤية أي حدود بينها، فتسمى عمليات متجانسة (hom-geneous).

وتختلف المرحلة هنا عن مصطلح الحالة الفيزيائية (الصلبة أو السائلة أو الغازية)، وهو في الواقع مصطلح مرحلة أكثر عمومية، ويمكن أن ينطبق أيضا على سائلين (زيت وماء، على سبيل المثال) لا يذوب أحدهما في الآخر، ويمكن بسهولة تمييز الحدود بين السائلين. والسبب الرئيسي في تفريق النوعين بهذه الطريقة هو أن التعامل مع كل حالة من الحالتين يكون مختلفا تماما.

العمليات غير المتجانسة

يمكن إضافة تصنيف ثالث، هو العمليات غير المتجانسة الدقيقة، وهي العمليات التي تحدث في الخلايا الحيوانية والنباتية، وتكون الإنزيمات هي العوامل المساعدة، فإضافة إلى أهميتها الكبيرة في الصناعة فإن للعوامل الحفازة أهمية كبيرة أيضا داخل الجسم؛ فمعظم التفاعلات داخل جسم الإنسان هي تفاعلات محفزة عن طريق الإنزيمات التي تعتبر عوامل حفازة متخصصة جدا. ومن دون هذه الإنزيمات سيستهلك الجسم كمية كبيرة من الطاقة أكبر بكثير من قدرته، مما سيؤدي إلى توقفه عن العمل، لذا فإن العوامل الحفازة تعتبر أحد أهم أساسيات الحياة.



التحفيز المتجانس

يعتبر هذا النوع مألوفا في الطور السائل أو الغازي، حيث يكون العامل المساعد في الطور نفسه، وتتضمن ميكانيكية التحفيز المتجانس تكوين نواتج وسيطة غير مستقرة بين العامل المساعد والمواد المتفاعلة، التي يتم عندها التفكك ويعاد تكوين العامل المساعد ثانية.

وتتم ميكانيكية التحفيز في الطور الغازي بطريقتين:

- بواسطة الميكانيكية الجزيئية، حيث يحصل تبادل للذرات بين العامل المساعد والمواد المتفاعلة.
- أو تتم حسب ميكانيكية الجذور الحرة المتسلسلة التي تتضمن ثلاث خطوات لحدوثها، هي البدء والنمو والانتهاء.

وتعتمد سرعة تفاعلات العمليات المتجانسة المحفزة على عدد من العوامل، مثل تركيز المواد المتفاعلة، وتركيز العوامل المساعدة، ودرجة الحرارة والضغط وسرعة المزج.

التحفيز غير المتجانس

يستخدم هذا النوع من العمليات في الصناعة أكثر من عمليات التحفيز المتجانس، وتصنف هذه العمليات نسبة إلى الطور الفيزيائي. فمثلاً تستخدم العوامل المساعدة السائلة لزيادة سرعة التفاعل بين طورين سائلين غير ممتزجين، أو الغازات مع السوائل، وتستخدم العوامل المساعدة الصلبة لزيادة المواد الغازية والسائلة.

تعتمد فعالية التحفيز للعوامل المساعدة غير المتجانسة الصلبة على الخصائص السطحية، مثل التركيب المسامي والبلوري والمساحة السطحية وحجم التراكيب المسامية، وبصورة عامة يمكن تلخيص مراحل التحفيز بالمواد الصلبة كالآتي:

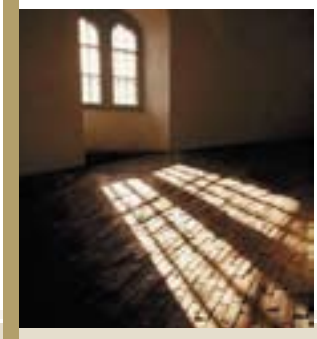
- انتشار المواد المتفاعلة من التيار المغذي إلى سطح العامل المساعد.
- انتشار جزيئات المواد المتفاعلة إلى داخل التراكيب المسامية للعامل المساعد.
- الامتصاص الكيميائي بين المواد المتفاعلة والعامل المساعد وتكوين مركبات معقدة.
- إعادة ترتيب المجموعات أو الذرات بغية تكوين معقدات النواتج مع العامل المساعد.
- إفلات نواتج التفاعل عند سطح العامل المساعد وانتشارها عبر التراكيب المسامية نحو التيار الخارج. ■

تطبيقات المواد الحفازة

تستخدم المحفزات في عمليات تكرير البترول والصناعات البتروكيميائية والكيميائية غير العضوية، ومن أهم العمليات التي تستخدم فيها المحفزات:

- **التكسير الحفزي:** للمقطرات الثقيلة لإنتاج وقود السيارات والديزل ووقود الطائرات.
- **إعادة التشكيل الحفزي** للنافثا لإنتاج وقود سيارات برقم أوكتان مرتفع.
- **الألكلة:** مثل ألكلة الأيزوبيوتان مع مركبات أوليفينية لإنتاج مواد إضافية لتحسين خواص وقود السيارات.
- **نزع الهيدروجين من الألكانات:** للحصول على مركبات أوليفينية.
- **التماكب:** مثل تماكب النافثا أو البيوتان النظامي أو البنتان أو الهكسان لإنتاج مركبات هيدروكربونية متفرعة.
- **الأكسدة:** للحصول على مركبات أكسجينية عضوية.
- **البلمرة:** للحصول على بوليمرات متنوعة وبوليمرات مشتركة.

تعزز المواد الحفازة صناعة الأمونيا التي تعتبر أساس إنتاج الأسمدة الزراعية التي أسهمت في زيادة الإنتاج الغذائي في العالم



تحول جذري في التعليم لمواكبة الثورة الرابعة

د. فواز العنزي
العميد المؤسس لكلية علوم وهندسة الحاسوب بجامعة الكويت

إن من أهم ملامح الثورة الصناعية الرابعة التي تجتاح العالم حاليا هي: الذكاء الاصطناعي، والأتمتة، والحوسبة الفائقة المتنقلة، والروبوتات الذكية، والسيارات الذاتية القيادة، والتحرير الجيني، وجميعها أدلة على التغيير الدراماتيكي الحاصل في كل مكان حولنا بسرعة هائلة.

وهذه الثورة تجلب معها إمكانات مثيرة وحلولاً جديدة للتحديات العالمية وفرص العمل للوظائف التي لم يتم اختراعها بعد، وفي الوقت نفسه يأتي ذلك مع احتمال ازدياد البطالة في الوظائف النمطية التي ستمثل تحديا كبيرا للأمن الاجتماعي النمطي الذي اعتادت عليه اقتصادات الدول والمجتمعات.

وبينما يبدأ تكيف المجتمعات مع الوضع الجديد الذي ستفرضه الثورة الصناعية الرابعة، والذي سيتزامن معه تحديات أخرى مثل تغير المناخ والنمو السكاني السريع، فإن البشرية ستواجه عقبة جديدة في تطورها تعد أكبر التحديات التي واجهتها في تاريخها.

ومن هنا يجب على الحكومات والمعلمين وأولياء الأمور على السواء أن يطرحوا سؤالاً عن الكيفية الصحيحة لإعداد الأجيال الحالية والمقبلة، لتزدهر في هذا العالم المتحول لما بعد الثورة الرابعة.

لقد أوصت محافل عقدت في العقد الماضي وحضرها ممثلون من مختلف الأطياف العالمية ومنظمات مهتمة بتحديد الوظائف التي يحتمل أن تتعرض للتهديد بسبب التقدم التكنولوجي؛ لأن التقدم السريع يحتم تحول عدد كبير من الوظائف المعهودة التي يؤديها البشر لتتولى الآلات إدارتها. والحقيقة أن وظائف المستقبل ستكون الوظائف التي لا تستطيع الآلات فعلها. ومن الإنصاف القول إن مؤسسات التعليم الحالية ربما لا تكون جاهزة تماما لتخريج من يتسلم هذه الوظائف الجديدة. ولكن هناك ثلاثة مجالات رئيسية يتغلب البشر فيها على الآلات، وهي قد تشكل المفتاح لتعليم مستقبلي موجه لخلق فرص العمل لمرحلة الثورة الصناعية الرابعة:

أولا: تشجيع المجالات الإبداعية ، كل شيء من الاكتشاف العلمي إلى الكتابة الإبداعية وريادة الأعمال ، والتفاعل الاجتماعي. فمن المعلوم أن الروبوتات لا تمتلك الذكاء العاطفي الذي يفعله البشر ببراعة، ولا شك أن التعليم الإبداعي هو في صميم إعداد الأجيال الحالية والمستقبلية للتطور. ونتيجة لذلك ، يجب أن يكون لدينا تعليم يطور الإمكانات البشرية بدلاً من أن يضعها في مواجهة الآلات.

ثانيا: تشجيع التعليم التعاوني لمواكبة التحول إلى الاقتصاد الصناعي الجديد، حيث تتم أتمتة التحول بطريقة تخدم الأفراد والمؤسسات والمجتمع والدولة كنظام يطبق هذه المعرفة بنشاط على حل المشكلات التعاونية.

ثالثا: تشجيع التعليم الممزوج بالمتعة والترفيه؛ لأن الآلات لايمكنها أداء عملية الترفيه من دون إدخال عنصر بشري قادر على تقييم الاستمتاع والبهجة البشرية بنشاطات لايمكن قياسها كميا.

يعترف القائمون على التخطيط التعليمي بأن ذلك لن يكون ذلك سهلاً، بالنظر إلى نظم التعليم الحالية التي هي وليدة الثورة الصناعية الثانية، والتي تعتبر التدريس بمثابة مصنع لإنتاج عدد كبير من المنتجات. وهذه المنتجات تمثل في التعليم عددا من الخريجين لتلبية حاجة متزايدة من ذات النوع. فعلى مدار عقود ، كانت هذه الصناعة تتخيل أن التدريس والتعليم ربما يعني في نهاية المطاف الاستعاضة عن المعلمين بالحاسوب، كما استعضنا عن العمالة في المصانع بالروبوتات. وثبت أن هذا الأمر غير صحيح خلال تجربة هذه النماذج في الثورة الصناعية الثالثة؛ لأن ذلك يتضمن إساءة كبيرة لفهم طبيعة التعليم والتعلم، التي هي في الأساس نشاط شخصي واجتماعي فريد بين الناس يلبي حاجات المتعلمين المتغيرة، والمواهب، والشغف، والمصالح الفريدة. إن هذه الأشياء نفسها التي تمثل تحديا أمام تجهيز نظام تعليمي مناسب للثورة الصناعية الرابعة قد تكون هي السر في وضع هذه الآلات جانبا، والتي كانت ينخدع بها بعض القائمين على رسم خطط التعليم حاليا بأنها هي المحرك الجديد لمنظومة التعليم الحديثة، لتكون مجرد أداة في نظام تعليمي جديد مبني على الطرق والأنظمة التعليمية الإبداعية، لتؤسس لسياسة تعليمية تنجح في مواكبة الثورة الصناعية المقبلة. ■

نعمل على زيادة الفرص لتحقيق القدرات

نعمل على تحسين قدرة العلم والتكنولوجيا والابتكار لمنفعتنا جميعاً

تنفيذا لاستراتيجيتها، تقوم مؤسسة الكويت للتقدم العلمي بدعم الثقافة العلمية والتكنولوجيا والبحوث والإبداع والموهبة بالإضافة إلى التعاون مع القطاع الخاص بهدف إيجاد شراكة حقيقية بين المؤسسة والقطاع الخاص في التنمية الاقتصادية القائمة على المعرفة.

آفاق . إمكانات . تقدم

www.kfas.org
www.ksag.com

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

شركة التقدم العلمي للنشر والتوزيع

Scipubkw
Scipubkw