المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

المجلة العربية العلمية للفتيان

مجلة علمية نصف سنوية

العدد الحادي والثلاثون - رمضان 1440 هـ - يونيو 2019 م

ملف العدد :

الذكاء الاصطناعي : الجانب الآخر من العالم

• مقالات وبحوث • شخصية العدد • مؤسسة العدد

المجلة العربية العلمية للفتيان

مجلة علمية نصف سنوية

العدد الحادي والثلاثون - رمضان 1440 هـ - يونيو 2019 م

المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

المحتويات

- التقديم
- كلمة العدد
- ملف العدد

الذكاء الاصطناعي : الجانب الآخر من العالم

بحوث ودراسات

- صناعة الورق وتدويره
- لماذا خلق الله الأعداد ؟
- مشروبات الطاقة وآثارها السلبية على صحة الإنسان
- مؤسسة العدد :
  أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات
- شخصية العدد :
  الشريف الإدريسي : موسوعة الجغرافيا

المشرف العام
د. محمد ولد أعمر

إشراف
أ. د. أبو القاسم حسن البدري

تنسيق
أ. خيرية السلامي
أ. صفوان الحكيم

تصميم وإنجاز
أ. صفوان الحكيم
أ. طارق الدريدي

توجه المراسلات إلى البريد الإلكتروني
الخاص بالمجلة
fetyan.scres@gmail.com

هاتف : 900 013 70 216+

إن كافة الآراء التي تنشر بأسماء كتّابها تعبّر عن وجهة نظر أصحابها ولا تحمل بالضرورة وجهة نظر المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

بعض الصور الإضافية والأشكال تؤخذ من مصادر مفتوحة والمجلة تشكر الجميع لجهودهم

يسمح باستعمال ما ورد في هذه المجلة من مواد علمية، أو ثقافية، أو تربوية، أو فنية، بشرط الإشارة إلى مصدرها

المجلة العربية العلمية للفتيان : مجلة علمية نصف سنوية / تصدر عن المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. إدارة العلوم والبحث العلمي . ــ العدد 31، **يونيو** 2019 **. ــ تونس : المنظمة...**

ردمد : 6489 – 0330 : ISSN **= المجلة العربية العلمية للفتيان**

ع /2019 **/** 17 **/** 010

جميع حقوق الطبع محفوظة للمنظمة

تقديم

يمثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وغيرها من الذكاءات والتقنيات الحديثة الأدوات المستقبلية الرئيسية لتعزيز الاقتصاد المعرفي المستدام وتحقيق التنمية الشاملة. ولعل التجارب الناجحة التي خاضتها بعض دول العالم الثالث في ميدان التكنولوجيات الرقمية، مثل الهند والصين والبرازيل، تعطي حافزا للدول العربية على اتباع نفس النهج وذات الطريق؛ وتتزايد أهمية هذه التكنولوجيات في ظل تزايد الاهتمام والإقبال العالمي على الاستثمار في مجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته الخدمية والصناعية والأمنية، وارتفاع نسب مساهمته في الناتج القومي للدول.

ويتمتع الوطن العربي، كغيره من دول العالم الساعية للنمو، بمخزون هائل من المواهب الشابة، التي تمتلك قدرات غير محدودة في التعامل مع التقانات الحديثة والمتطورة وتتطلع لمواكبة مستجدات الثورة الرقمية وللحاق بركبها، وترنو لأن تكون من روّادها والمبتكرين فيها. لذلك فقد أصبح من الضروري أن تهتم الدول العربية بتأهيل الشباب لمواجهة متطلبات المستقبل، وتنمية مهاراتهم التكنولوجية، وبناء قدراتهم وتمكينهم من استثمار هذه التقنيات وتوظيفها في ابتكار الحلول والتطبيقات التي تدعم التنمية في المجتمعات العربية، وتضمن القدرة على التعامل مع المتغيرات والتحديات الوظيفية المستقبلية المتمثلة في ضعف ملائمة مخرجات الجامعات ومراكز التدريب لمتطلبات سوق العمل وتزايد أعداد الخريجين العاطلين عن العمل.

لما تقدم، ارتأت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (الألكسو) تخصيص ملف العدد الحادي والثلاثين (31 / يونيو 2019) من «المجلة العربية العلمية للفتيان»، للتعريف بأهمية الذكاء الاصطناعي، وبما يحظى به من مكانة وانتشار صار يتسع باتساع طيف استخداماته وتطبيقاته. ويتضمن هذا العدد عشر مقالات علمية تناولت موضوعات متنوّعة، تطرق معظمها

للذكاء الصناعي وتوظيفه في مجالات الصناعة والطب. وفي إطار التعريف بالمؤسّسات العلمية، يقدّم هذا العدد «أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات» بالمملكة المغربية، التي تضع السعي إلى النهوض بالبحث العلمي والتقني وتسخيره لخدمة التنمية على المستويين الوطني والعربي من بين أهدافها الأساسية.

وإذ تقدّم المنظمة جزيل شكرها وعميق امتنانها للكتّاب الأفاضل، من داخل الوطن العربي وخارجه، على ما بذلوه من جهود مميّزة في إثراء هذا العدد من المجلة بمقالاتهم العلمية القيّمة، يُسعدها أن تضعه بين أيدي قرّائها الأفاضل في نسختين ورقية وإلكترونية، وتأمل أن يساهم في تحقيق ما تسعى المنظمة إليه من نشر للثقافة العلمية بين صفوف الفتيان والشبان العرب.

المديـر العام

أ.د.محمد ولد أعمر

كلمة العدد

يُسعد المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكسو) أن تضع بين أيدي قرائها الكرام العدد الحادي والثلاثين من «مجلة الألكسو العلمية للفتيان» ، على أمل أن ينال منهم الرضا.

ولقد اخترنا لملف هذا العدد مقالات علمية عن الذكاء الاصطناعي الذي اقتحم، وبسرعة فائقة، العديد من المجالات العلمية والاقتصادية، كالطب والصناعة والتجارة وغيرها...، فارتأت المنظمة استرعاء الانتباه إلى أهميّة هذه التكنولوجيا الحديثة التي ستؤثر في كل مجالات الحياة في المستقبل القريب، باعتبارها أداة متعددة الاستخدامات والمجالات، تُمكّن الأشخاص من إعادة التفكير في كيفية دمج المعلومات، وتحليل البيانات، واستخدام الأفكار المستخلصة لتحسين عملية اتخاذ القرار؛

ويحدونا الأمل أنه من خلال هذا الملف سيتيسّر للشريحة العمرية (14 - 22 سنة) التي تستهدفها مجلتنا فهم الذكاء الاصطناعي، ومعرفة كيف تمكّن من تغيير العالم بالفعل، خصوصا في المجالات الحيوية كالطب. ويتضمّن هذا العدد -أيضا- مقالات علميّة تثقيفية متنوّعة، نذكر منها «صناعة الورق وتدويره»، و«مشروبات الطاقة وآثارها السلبية على صحة الإنسان»... كما يزدان بتقديم شخصية علمية عربية فذّة، هو الشريف الإدريسي، وهو أشهر جغرافي في العصور الوسطى، ورائد رسم الخرائط في الحضارة الإنسانية.

وفي إطار التعريف بالمؤسسات العلمية العربية، يقدّم هذا العدد «أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات» التي تُعتبر أول هيئة أكاديمية عليا من نوعها على المستوى العربي، أُنشئت في المملكة المغربية منذ العام 1993؛ ومن أبرز توجهاتها رعاية الإبداع العلمي والابتكار التكنولوجي، إيمانا منها بأنهما عنصران أساسيّان في دفع قطار التنمية الاجتماعية والنمو الاقتصادي الوطني.

وإذ تقدّم المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم هذا العدد إلى قرائها الأعزّاء، تود أن تزجي الشكر للعلماء الأفاضل الذين أثروه بمقالاتهم، كما ترحب - دوما - بمساهمة الخبراء العرب من داخل الوطن العربي وخارجه، وبكل الآراء والملاحظات والمقترحات حتى تصدر المجلة على المستوى الذي يرتقي إلى تطلّعات الجميع.

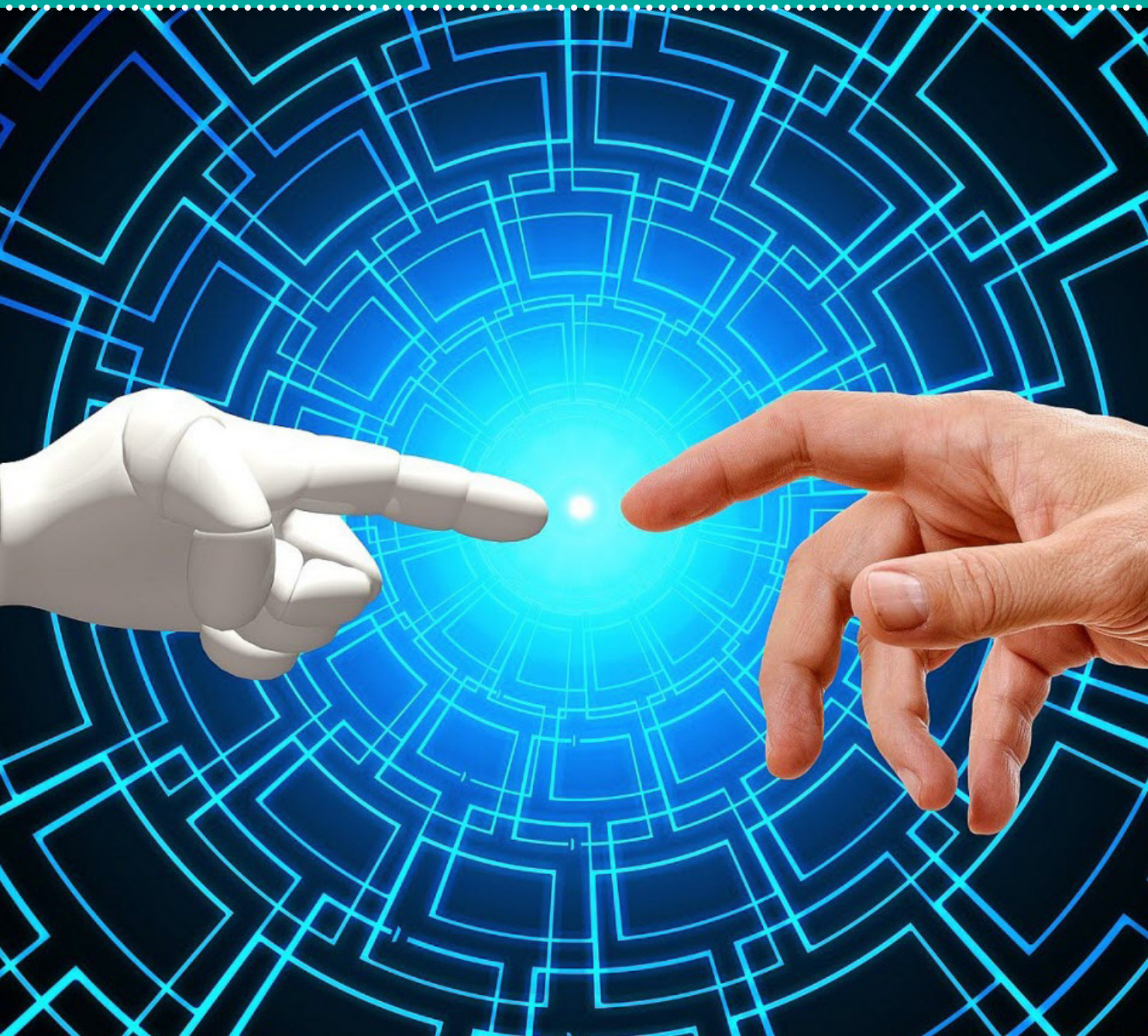
ملف العدد :

الذكاء الاصطناعي : الجانب الآخر من العالم

- جون – فرانسوا دورتيه : من السبرنيات إلى الذكاء الاصطناعي — 6
  أ. د. محمد أحمد طجو
- كيف سيغير الذكاء الاصطناعي من مستقبل البشر ؟ — 11
  أ. د. محمد عبد الرحمن سلامة
- الذكاء الاصطناعي في أوروبا وتطوراته في المجال الطبي — 15
  د. حسين عزيز صالح
- الذكاء الاصطناعي في آسيا وتطوراته في المجال الطبي — 22
  د. أبو بكر خالد سعد الله
- دور الذكاء الاصطناعي في صناعية الأدوية والطب الدقيق — 30
  د. منذر الحمدوش
- مغامرات الجراح الآلي : رفاهية علمية أم ضرورة طبية ؟ — 38
  د. وجدي عبد الفتاح سواحل
- «الذكاء الاصطناعي»: ممارسات ورهانات... — 46
  أ. محمود عبد المولى

ملف العدد:

الذكاء الإصطناعي : الجانب الآخر من العالم

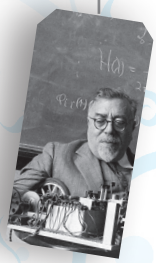


ملف العدد

جون ـ فرانسوا دورتيه : من السبرنيات إلى الذكاء الاصطناعي[1]

ترجمة : أ. د. محمد أحمد طجو[2]

يعتبر مصير السبرنيات[3] فريدا. ففي الأربعينيات كان هذا الملتقي للعلوم الذي تخيله نوربرت فينر Norbert Wiener[4] في العام 1948 مركز جذب لثورة فكرية غير عادية، سوف تؤدي إلى ولادة الذكاء الاصطناعي، ونظرية المعلومات، وعلم الإنسان الآلي، ونظرية الأنظمة والعلوم المعرفية! ومع ذلك، أصبح مصطلح "السبرنيات" مهملا. ولم يتم إعادة تأهيله جزئيا إلا بعد ستة وثلاثين عاما على يد كاتب الخيال العلمي ويليام جيبسون Wiliam Gibson، لخلق مصطلح فضاء السبرنيات[5] cyberspace. ولكن لنعد إلى البداية.



1942 : شارك نوربرت فينر (1894 - 1964) عالم الرياضيات في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا مع زميله جوليان بيجلو Julien Bigelos في تصميم جهاز تسديد آلي لمدفع مضاد للطائرات. وقد ابتكر الرجلان جهازا يضبط مسار الإطلاق بفضل عملية ضبط تسمى التغذية الراجعة. تحافظ التغذية الراجعة على نظام متوازن من خلال ردود فعل دائرية: فعل-> رد فعل -> فعل، إلخ. والمبدأ هو مبدأ مثبت الحرارة: تتلقى الآلة معلومة عن الحالة الخارجية (إدخال input) وتتفاعل نتيجة لذلك (إخراج oupt) للحفاظ على التركيز على الهدف الظاهر(الحرارة، الهدف ...).

يعتقد فينر - الباحث المبتكر ذو الاهتمامات المتعددة - أنه اكتشف آلية يمكن تطبيقها في مجالات أخرى. وقد نشر مع جوليان بيجلو وعالم الفيزيولوجيا العصبية آرتورو روزنبلوث Arthuro Rosenblueth مقالا في عام 1943، بعنوان "السلوك، والغرض، والغائية"، يعمم فيه مفهوم "التغذية الراجعة" ويستخدمه في تحليل التصرفات الغائية، الموجودة في الطبيعة: من الكائنات الحية إلى الدماغ البشري.

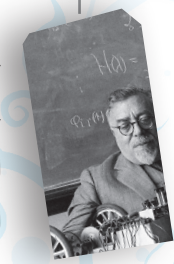
جمع فينر بمساعدة روزنبلوث باحثين من تخصصات مختلفة لهدف النظر في مسألة الأنظمة ذاتية التحكم. التقى فينر خلال هذه التبادلات المثمرة بكلود شانون Claude Shanon[6] الذي كان يعمل على وضع نظرية المعلومات، وعالم الفيزيولوجيا العصبية وارن مكلوتش Warren McCulloch[7]، وعالم الرياضيات جون فون نيومان John von Neumann[8] (1903 - 1957). كان هناك نشاط فكري متبادل وخصب فأثرى فينر نظرية المعلومات (كان لديه حدس بأن نظرية التغذية الراجعة يمكن أن تؤدي إلى نظرية للمعلومات والاتصال). وقد أخذ مكلوتش فكرة التغذية الراجعة عنه ، الخ.

مؤتمرات ميسي

تقرر بعد نجاح حلقة البحث الأولى في عام 1942 تكرار التجربة على نطاق أوسع. وتم بدعم من مؤسسة يوشيا - ميسي Josiah-Macy عقد عشر حلقات بحث من عام 1946 إلى 1953. جمعت "مؤتمرات ميسي" في نيويورك باحثين من جميع التخصصات: علماء الرياضيات، وعلماء الأنتروبولوجيا، وعلماء الفيزيولوجيا، والمهندسين. كانت النخبة العلمية الأمريكية حاضرة. شوهد على وجه الخصوص، بالإضافة إلى فينر ومكلوتش، فون نيومان، وشانون، وجريجوري بيتسون، ومارغريت ميد، وتالكوت بارسونز Talcot Parsons، وكثيرون غيرهم. وقد قدم، كل في مجاله، إسهامات علمية استثنائية.

استمر فينر، ملهم اللقاءات، في توسيع أفقه انطلاقا من أعماله الرياضية. ونشر في عام 1948 كتاب السبرنيات. بني المصطلح انطلاقا من كلمة kubernetes اليونانية التي تعني "ربان". وقد عرف فينر هذا "العلم الجديد" بأنه "نظرية التحكم والاتصالات في الآلات". وتبدأ مجالات تطبيقه بالفيزيولوجيا، وتنتهي بالهندسة مرورا بمعرفة الدماغ. وقد وسع لاحقا مجال تطبيقه ليشمل الأنظمة الاجتماعية (السبرنيات والمجتمع، 1952).

كان مكلوتش أحد منظمي مؤتمرات ميسي. وكان عالم الفيزيولوجيا العصبية هذا يشتغل على عمل الدماغ. وقد تصور مع عالم الرياضيات فالتر بيتسWalter Pitts جهازا يتكون من وحدات



حساب صغيرة مرتبطة بشبكة، وقادرة على إجراء عمليات معقدة. كان يرى أنه من الواضح أن هذا الجهاز يطابق نموذج عمل الدماغ. وهذا هو أساس النموذج الترابطي الذي أسسه مكلوتش. وقد التحق وفريقه بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في عام 1952، للعمل على بناء رمامات اصطناعية (شبكيات إلكترونية) فأسس بذلك نسقا علميا جديدا هو علم البيولوجيا الإلكترونية. شارك أيضا في مؤتمرات ميسي فون نيومان، وهو مهاجر مجري عبقري في الرياضيات أحدث ثورة في مجالات عدة. فهو الذي صمم بنية أجهزة الكمبيوتر الأولى، مستوحيا على وجه الخصوص من أعمال آلان تورينغ النظرية. واخترع في الوقت نفسه مع الخبير الاقتصادي أوسكار مورجنسترن Oscar Morgenstern (1902 - 1977) الذي شارك أيضا في مؤتمرات ميسي نظرية الألعاب: نظرية اتخاذ القرار في ظل التردد التي سوف تحدث ثورة في علم الاقتصاد الجزئي. وشارك أيضا في مشروع مانهاتن، الذي أدى إلى اختراع القنبلة الهيدروجينية.

فُتحت أبواب مؤتمرات ميسي أيضا للباحثين في العلوم الإنسانية. ومنهم مارغريت ميد وزوجها جريجوري بتيسون (1904 - 1980)، اللذين درسا معا عمليات التواصل الدقيقة بين الأشخاص في تربية الأطفال في بالي وغينيا الجديدة (احتفال نافن، 1936).

أخذ بيتسون المتحمس عن السبرنيات مفاهيم التفاعل، والتغذية الراجعة، والنظام، التي سوف يطبقها على التواصل بين الأشخاص. وأسس مع دون جاكسون Don Jackson معهد بحوث العقل في بالو ألتو Palo Alto، حيث ولدت "العلاجات العائلية النظمية".

أفكار السبرنيات الرئيسة

لا يتبنى جميع الباحثين الذين شاركوا في مؤتمرات ميسي دائما وجهات النظر نفسها، وكان النقاش صاخبا في بعض الأحيان. ولكن تصوراتهم تدور حول بعض الأفكار الرئيسة.

أول هذه الأفكار هي إمكانية الجمع بين الحساب ووسيط كهربائي، وهي الفكرة الجوهرية التي أدت إلى اختراع الكمبيوتر، ونظرية المعلومات (شانون)، وفهم بعض أنماط عمل الخلايا الدماغية (مكلوتش). وإن أفكار العمل الغائي، والغاية، والتحكم بالتغذية الراجعة، هي مفاهيم رئيسة أخرى سوف يكون لها انعكاسات أساسية في الذكاء الاصطناعي. وإن فكرة النموذج، والنظام حيث تتفاعل عناصر فيما بينها هي أصل كل نسخ نظرية الأنظمة[9] التي ستظهر في السنوات التالية.

نحو نظرية الأنظمة

إن نظرية الأنظمة، التي ولدت في الفترة 1950 - 1970 والتي حذت حذو السبرنيات، هي مجموعة مفهومية تجمع تيارات مختلفة.

- سوف يصبح الفيزيائي هاينز فون فورستر Heinz von Foerster، الذي كان سكرتيرا لمؤتمرات ميسي في نهاية المطاف منظر "السبرنيات الثانية" التي دمجت في عام 1960 فكرة الأنظمة والتنظيم الذاتي.
- كان عالم البيولوجيا لودفيغ فون برتالانفي Ludwig von Bertalanfy قد وضع منذ عام 1933 مبادئ لما سوف يصبح في فترة ما بعد الحرب "النظرية العامة للأنظمة" (1954). وقد أسس لهدف تغذية هذه النظرية شركة لدراسة الأنظمة العامة، التي سوف ينضم إليها علماء رياضيات (أناتول رابوبورت

Rapoport Anatol)، و بيولوجيا (ويليام روس آشبي William Ross Ashby واقتصاد، وفيزياء، والتي تدمج المفاهيم الأساسية في السبرنيات.

• كان عالم الإلكترونيات جاي فورستر Jay Forrrester قد وضع في عام 1952 نظام إنذار ودفاع عن الأرض (نظام SAGE). وسوف يحاول لاحقا توسيع مجال تطبيق السبرنيات ليشمل الشركات، والنظام المديني، وبشكل أعم، تأسيس "دينامية الأنظمة "(1971) التي سوف تؤثر على أعمال نادي روما.

انتشرت أيضا في الفترة 1950-1960 فكرة النظام (والمفاهيم المرتبطة بها: التفاعل، والتنظيم، والتكيف) في أنساق علمية أخرى في العلوم الإنسانية: علم الاجتماع (مع تالكوت بارسونز)، والعلوم السياسية (ديفيد إيستون David Easton، وكارل دويتش Karl Deutsch)، وعلم النفس (مدرسة بالو ألتو).

سوف تهتم نظرية الأنظمة بالبيئة، كما هي الحال بالنسبة إلى العديد من المؤلفين.

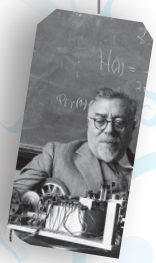
الهوامش :

1 هذه ترجمة للصفحات 205-202 من الكتاب الجماعي تاريخ العلوم الإنسانية، بإشراف جان-فرانسوا دورتييه، 2012.

2 أستاذ جامعي ومترجم سوري، جامعة الملك سعود.

3 (السبرنيات هي: -1 علم التحكم والاتصال في الآلات والأنظمة والكائنات الحية؛ -2 التفاعل المتبادل بين مسائل التحكم التلقائية والكائنات الحية؛-3 عملية تقليد عمل وحواس الكائنات الحية بواسطة الدارات الإلكترونية. المترجم)

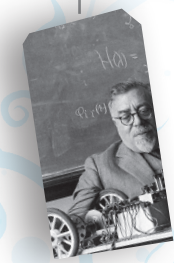
4 (نوربرت فينز (1894 - 1964)، عالم رياضيات أمريكي. ولد في أمريكا لأبوين يهوديين. كان والده أستاذا للغات في جامعة هارفرد. بدأ فينز في عمر لا يتجاوز 11 سنة دراساته الجامعية للرياضيات في عام 1909 ثم انتقل إلى جامعة هارفرد حيث درس علم الحيوان، لكنه انتقل ثانية إلى كورنل ليدرس الفلسفة، وعاد في نهاية المطاف إلى جامعة هارفارد حتى يكمل



دراسته ببحث حول المنطق الرياضي ثم تحول ليدرس في إنجلترا وألمانيا. اشتغل فينر كمحاضر في جامعة هارفارد، وفي شركة جنرال إلكتريك. اشتغل فينر في الحرب العالمية لحساب الجيش وطور الآليات المضادة للطيران أو ما يسمى الدفاع الجوي. انظر: نوربرت-فينر/http://www.ektab.com/. المترجم).

5 (تحدث الروائي الأمريكي وليام جبسون (-1948؟؟) عن مصطلح فضاء السبرنيات لأول مرة في عام 1948 في كتابه The newromancer، والمعنى الحرفي هو فضاء الشبكات أو الفضاء الافتراضي، حيث بإمكان الناس الاتصال بفضل حاسبات آلية موصولة فيما بينها بواسطة شبكات إلكترونية. المترجم).

6 (كلود شانون (1916 - 2001) عالم رياضيات ومهندس إلكتروني أمريكي تمكن من عرض صفحة الويب، و أدرك أن أي نوع من الرسائل بما فيها صفحات الويب يمكن أن تنتقل عبر الأثير على شكل سلسلة من 0 و 1 سواء كانت تحتوي على كلمات أو صوت أو صور. يعتبر الأب لنظرية المعلومات أو الأب المؤسس لعصر الاتصالات الإلكترونية. عمل على المشاكل الفنية والهندسية في صناعة الاتصالات، كما وضع الأساس لكل من صناعة الحاسوب والاتصالات السلكية واللاسلكية. عمل أيضا في مجال التشفير، وكان له اهتمامات في الذكاء الاصطناعي. قدم رسالة للماجستير اعتبرت من أهم الأطروحات, أثبت من خلالها أن الجبر المنطقي والحساب الثنائي يمكن أن يستخدم لتبسيط ترتيب التبدلات الكهروميكانيكية، وهي الأطروحة التي استخدمت فيما بعد في مفاتيح توجه مكالمة الهاتف . واعتبرت – بمزيد من التطوير – القاعدة التي بني عليها عمل كل الحواسيب الإلكترونية. صنع شانون الآلة المطلقة وهي عبارة عن علبة خشبية صغيرة يوجد على جانبها مفتاح يخرج عند تحريكه صوت مرعب ويرتفع الغطاء لتخرج يد تقوم بقفل المفتاح وتعود إلى الداخل! عمل شانون أثناء الحرب العالمية الثانية على الترميز في أنظمة السيطرة على الحرائق في مختبرات بيلBell ، حيث التقى بعالم الرياضيات الآن تورينغ Alain Turing (1912 - 1954). نشر شانون في عام 1948 نظرية رياضية في الاتصالات ركزت على طريقة ترميز معلومات المُرسِل قبل إرسالها عبر القناة التي قسمها إلى قسمين: قناة تحمل إشارات متواصلة مثل الصوت، وقناة تحمل إشارات متقطعة مثل الأحرف. تحولت هذه النظرية التي نشرت لأول



مرة كمقالة إلى كتاب كبير بمساعدة الكاتب وارن ويفر، وصيغ هذا الكتاب بطريقة سهلة جعلت الجميع يفهمه بسهولة. سميت هذه النظرية بنظرية المعلومات التي ازدهرت ونمت لتصبح فصلا مثيرا للاهتمام في تاريخ العلم . أنشأ شانون في عام 1950 فأرة مغناطيسية حملت اسمه، يتم التحكم بها عن طريق الدائرة المتناوبة التي تمكنها من التحرك بسهولة في متاهة مخصصة، حيث تقوم بالبحث عن هدف وضع مسبقا في المتاهة المكونة من 25 مربعا. تكمن أهمية فأرة شانون في أنها تعتبــر أول جهاز تعلم اصطناعي في العالم، حيث إنها تضيف معلومات جديدة في ذاكرتها إذا تغير موقع الهدف. نشر شانون أيضا في عام 1950 ورقة علمية عن شطرنج الحاسوب بعنوان "برمجة الحاسوب للعب الشطرنج"، شرح فيها كيف يمكن للآلة أو الحاسوب لعب الشطرنج، كما شرح الطريقة التي يقرر فيها الحاسوب حركته. وقام بجمع مبادئ نظرية المعلومات مع علماء رياضيات معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وطبقها في لعبة بلاك جاك في لاس فيغاس حيث حصلوا على ثروة هائلة، وصدر كتاب من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في عام 2003 يشرح فيه طريقة العد، وقد تم تحويل الكتاب إلى فيلم في عام 2008 يسمى 21 . المترجم).

7 (كان وارن مكلوتش (1898 - 1969) باحثا أمريكيا في علم الأعصاب، والمبادر لمؤتمرات ميسي متعددة التخصصات التي التقى فيها أعظم المفكرين بين عام 1942 وعام 1953، والتي كانت في مجال السبرنيات. اكتشف مكلوتش الخاصية التالية: عندما يكون عصبون A متصلا مباشرة بعصبون دماغي B، فهناك اتصال، مباشر أو غير مباشر أيضا بين B وA... المترجم).

8 (جون فون نيومان (1903 - 1957) رياضي أمريكي مجري الأصل، يعد أول من قام بدراسة التركيب الوظيفي للإنسان عن طريق ملاحظة كيفية حله للمشكلات، ووجد أن الإنسان لكي يحل مشكلة معينة فإنه يقوم بتوظيف حواسه في جمع عناصر المشكلة ومعلوماتها، ثم يلي ذلك تخزين هذه المعلومات في الذاكرة، ثم يقوم العقل بتحليل المشكلة ومن ثم إيجاد الحل المناسب من واقع خبرته التي تعلمها، وينتهي الأمر باتخاذ قرار معين حيث تصدر الأوامر إلى العضلات المختلفة في عضو من أعضاء للتنفيذ وتقوم الأعصاب بدور الناقل في جميع مراحل هذه العملية. ولما كانت ذاكرة الإنسان عاجزة عن استيعاب المعلومات والبيانات إلى ما لا نهاية فقد استعان الإنسان بوسائط مساعدة يقوم بتخزين المعلومات عليها ثم استدعائها في أي وقت، وذلك عن طريق أي من وحدات الإدخال الخاصة به؛ لذلك فقد اخترُع الكتابُ المقروء والصوتُ المسجَّل والفيديو المرئي وغيرها من وسائل حفظ البيانات والمعلومات. وما لاحظه "نيومان" هو ما تم تطبيقه عمليا عند تصميم جهاز الكمبيوتر؛ فوحدات إدخال تؤدي للكمبيوتر ما تؤديه الحواس الخمس، فنجد أن هناك عدة أنواع من أجهزة أو وحدات الإدخال، مثل لوحة المفاتيح KEYBOARD والفأرة MOUSE والماسح الضوئي SCANNER، وقلم القراءة الضوئي، وهكذا . ويحتاج الكمبيوتر إلى ذاكرة أساسية داخلية MAIN MEMORY ولا يمكن للجهاز أن يعمل بدونها وهي دائمة الاتصال بوحدة المعالجة المركزية، والتقسيم المنطقي للذاكرة مكون من مجموعة من الحجرات تتّسع كل منها لثمانية بتّات BITS، والبت هو أساس العمل في الكمبيوتر وكل ثمانية بتات BITS تمثل بايت واحد BYTE يمثل بدوره حرفا هجائيا أو رقميا واحدا. والذاكرة الأساسية المرتبطة بوحدة المعالجة المركزية محدودة في قدرتها التخزينية؛ لذلك تم استحداث عدد من وسائل التخزين المساعدة تماما مثل الوضع في حالة الإنسان، فنجد الوسائط الممغنطة مثل الأسطوانات اللينة FLOPPY DISKS، والأسطوانات الصلبة HARD DISKS) والشرائط الممغنطة MAGNETIC TAP، وكذلك الأسطوانات الضوئية OPTICAL DISKS ثم الأسطوانات الليزرية على اختلاف أنواعها. المترجم).

9 (تعتبر نظرية الأنظمة حقلا متشعبا مرتبطا بعدة مجالات علمية يدرس العلاقات بين الأنظمة ككل. من مؤسسي النظرية لودفيغ فون بيرتالانفي Ludwig Von Bertalanffy ، ووليام روس آشبي William Ross Ashby بين 1940 و1970. ويعتمد الحقل على مبادئ الفيزياء والبيولوجيا والهندسة التطبيقية، ويتداخل مع حقول أخرى مثل الفلسفة، وعلم الاجتماع، ونظرية التنظيم، والإدارة، والعلاج النفسي (ضمن علاج الأنظمة العائلية family systems therapy) إضافة للاقتصاد وغيره . وتعتبر السبرنيات علما شديد الصلة بنظرية الأنظمة. المترجم)

كيف سيغير الذكاء الاصطناعي من مستقبل البشر ؟

أ. د. محمد عبد الرحمن سلامة
هيئة الرقابة النووية والإشعاعية ـ القاهرة

ملف العدد

لقد مرت أنماط الحياة التى عاشها الإنسان على كوكب الأرض بأربعة عصور تاريخية رئيسية هي العصر البدائي الحجري ثم العصر الزراعي فالعصر الصناعي لمئات السنين، ثم دخلنا ومازلنا فى عصر تكنولوجيا المعلومات منذ عشرات السنين، وفي هـذا المقياس المعروف باللوغاريتمي والممتد في الملايين فالآلاف ثم المئات وبعدها العشرات لا بدّ أن ننتظر ظهور عصر جديد لظهور نمط جديد لحياة الإنسان وربما يكون هو عصر الذكاء الاصطناعي المرتبط بعالم الحواسيب والتكنولوجيا الرقمية والاكتشافات العلمية والتحكم الآلي.

ويعرف الذكاء الاصطناعي ببساطة بأنه قدرة الآلة على محاكاة العقل البشري وطريقة عمله مثل قدرته على التفكير والاكتشاف والاستفادة من التجارب السابقة.

كما يمكن تعريفه أيضا بأنه سلوك وخصائص معيّنة تتميّز بها البرامج الحاسوبية بحيث تجعلها تحاكي قدرات البشر الذهنية وأنماط عملها، وأبرزها القدرة على التعلّم والاستنساخ ورد الفعل على أوضاع لم تبرمج في الآلة البشرية، بالإضافة إلى إمكانية التشخيص الطبي ومعالجة اللغات الطبيعية وترجمتها وألعاب الفيديو وتمييز وتحليل الصور.

إنّ الأهمية الكبرى لمستقبل الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في عالم البشر تظهر في الأولوية التي توليها دول العالم للثورة الصناعية الرابعة وروافدها، والأبرز فيها هــو الذكاء الصناعي والتشابه المحموم بينهما للتحوّل نحو الثورة الصناعية الرابعة في شتى مجــالات الحياة خــاصة المصانع والقطاعات الخدمية والطبية، وهو ما سوف يؤثــر بالتبعيّة على طبيعة ونوع المهن المتاحة للإنسان في المستقبل.

وخلال العقدين الأخيرين كثر الحديث عن الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته كعلم قد يصنع مصيرا جديدا للبشر، ويعود تاريخ تطبيقات الذكاء الاصطناعي عندما بدأ العلماء منتصف القرن العشرين باستكشاف نهج جديد من أجل بناء آلات ذكيّة، وبناء على التطوّر في علم التحكّم الآلي من خــلال اختراع الحاسوب الرقمي، فقد تم اختراع آلات يمكنها محاكاة عمليّة التفكير الحسابي الإنساني.

لقد شهدت أبحاث الذكاء الاصطناعي في بداية عقد الثمانينات اهتماما جديدا عن طريق النجاح التجاري للنظم الخبيرة والتي تعتبر من برامج الذكاء الاصطناعي والتي تحاكي المهارات والمعرفة التحليلية لواحد أو أكثر من الخبراء.

وخلال التسعينيات حقق الذكاء الاصطناعي نجاحات كبيرة، ومع بداية القرن الحادي والعشرين تم استخدام الذكاء الاصطناعي في أمور كثيرة مثل توجيه قائد السيارة واستخراج البيانات اللوجستية وصناعة التكنولوجيا والتشخيص الطبي.

ولقد انبثق الذكاء الاصطناعي من أنماط الوظائف غير الاعتيادية في تطبيقات الحاسوب التي بدأت في التبلور عندما نقل المبرمجون بطرق المحاكاة نماذج من عقول البشر المتميزين في العالم في بعض المجالات العلمية والرياضية.

إنّ للفكرة ذاتهــــا أصبحــــت تهــدّد باستبعاد البشر من وظائفهم، فالآلات التي يتم برمجتها في عالم الذكــاء الاصطناعي تؤدي وظيفة الإنسان على أكمل وجه بل تؤديها بلا أدنى مضاعفــات للتكاليف، ولهــــذا فقبولها وارد وإقبال أهل المال والأعمال عليها شديد ومتلهّف، إذ إنّ آلة واحدة يمكنها أن تقوم بعمل خمسة (5) موظفين أو أكثر دون أيّة تكلفه اقتصادية.

وقد أشارت دراسة حديثة إلى أنّ الذكاء الاصطناعي سيكون قادرا على القيام بجميع المهام الخاصة بالبشر

في غضون (50) عاما، ووجد الباحثون أنه في غضون السنوات العشر المقبلة سيفوق أداء الإنسان في ترجمة اللغات وقيادة الشاحنات وحتى كتابة الكتب والتي سوف تكون الأكثر مبيعا على مستوى العالم، وذلك بحلول العام 2049، كما نوّه الباحثون بأنّ الآلات ستكون أفضل من البشر في ترجمة اللغات بحلول العام 2024 والعمل كجراحين بحلول العام 2053.

وبحسب الدراسات فإنّ هناك توجّها بنسبة 50 % بتفوق الذكاء الاصطناعي على البشر في جميع المهام خلال الـ45 عاما المقبلة.

ويقول الباحثون إنّ الآلات تعد تُهيمن على جميع الوظائف البشرية خلال 120 عاما، بينما رأى البعض أنّ ذلك قد يحدث قبل هذا الوقت بكثير، فالذكاء الاصطناعي يمكن أن يحسّن من قدراته بسرعة، ويثبت نفسه بشكل متزايد في المجالات التي يسيطر عليها الإنسان، فعلى سبيل المثال، هزمت خوارزمية PhaGo/9 المملوكة لشركة جوجل مؤخرا بطل العالم في اللعبة الصينيّة القديمة (جو Go) ثلاث مرات على التوالي؛ وبناء عليه، أُحيل النظام للتقاعد بشكل رسمي بعدما نجح في الهيمنة على مستوى العالم في هذه اللعبة التي تعتبر من أشد الألعاب الاستراتيجية تعقيدا.

كما أنه قد أصبح بالإمكان عن طريق الذكاء الاصطناعي إضاءة المنزل من خلال الهاتف دون الحاجة إلى تحرّك الشخص من مكانه. كما يتم غلق الأبواب تلقائيا بعد خروج الأشخاص من المنزل؛ إضافة إلى استخدام منظمات حرارة مبرمجة مسبقا بما يُناسب درجة الحرارة المطلوبة، كما سيتم في المستقبل القريب استخدام الذكاء الإصطناعي في مجال الطب في إدارة السجلات الطبية للمرضى ومعرفة التاريخ المرضي لهم لكونها الخطوة الأولى في الرعاية الطبية، بالإضافة لاستعماله لتحليل نتيجة الفحوصات المختلفة بسرعة أكبر وأكثر دقة، كما بإمكانه تحليل الملاحظات الموجودة في التقارير الطبية والتي على أساسها يتم اختيار المجرى الأصح للعلاج، حيث يتم توصيل كاميرا الويب مع الهواتف الذكية للتأكد من تناول المرضى للجرعة الدوائية ومراقبة تطور الوضع الصحي لهم.

وأشار الباحثون إلى أنّ سيطرة الذكاء الاصطناعي على جميع المهن البشرية ليس بالنتيجة السيئة للغاية، لأن الأسوأ هو الانقراض البشري بسبب الذكاء الاصطناعي، وهذا الاحتمال يمثل 5 % فقط.

لقد أثبتت الدراسات أن الذكاء الاصطناعي سوف يساعد في التصدي للكوارث حسب ما جاء من Pieter Abeel عالم الحوسبة في جامعة كاليفورنيا بيركلي بالولايات المتحدة الأمريكية، فقد أفاد أن الذكاء الاصطناعي سوف يساعد في التنبؤ بالكوارث ومكافحة الشيخوخة والتصدي لحوادث المرور وحالات الوفاة، كما سيساعد على مجابهة الكوارث النووية كما حدث في حادث محطة فوكوشيما دايتشي للطاقة في اليابان.

إنّ تقنية الذكـــــاء الاصطناعي بشكلهـــا الحالي أو لبضـــع سنوات قليلة من الآن قد غيـــرت وسوف تغير حياتنا بشكل كبير جدا. مثلاً حاليا في الصين نصبت ملاييـــن الكاميرات بـميـــزة التعرف على الوجوه (تحديد الجنس والعمر وتحديد شخص بعينه)، وهذا الأمر يعني أن مراقبة المواطنين أصبحت سهله جدا. ويمكن بكبسة زر تحديد مكانك. أمر كهذا (بشكل عملي) كان يعتبر خيالا قبل لحد عشر سنين، وبفضل تقنيات التعرف على الصوت وتحليل الصور والفيديو أصبح (أو سيصبح قريبا بشكل عملي) البحث في الفيديوهات لا يعتمد – فقط- على العناوين، بل سيعتمد أيضا على محتوى الفيديو ذاته، وهذا الأمر ممكن أن يستغل إيجابيّا أو سلبيّا بطرق لا حصر لها.

ومن ناحية أخرى فقد حذّر خبراء من أن الذكاء الاصطناعي يمكن استغلالـه لأغراض خبيثـــه، ومن خلال تقرير بعنوان الاستخدامات الخبيثة للذكاء الصناعي تم التأكيد على ضرورة التنبيه على حكومات الدول للنظـر في فرض قوانين جديدة لتقليـل سوء الاستخـدام المحتمل لتلـــك التكنولوجيـا، وأكـد التقرير أنـــه رغم وجود العديد من التطبيقـات الإيجابيـــــة للذكـاء الاصطناعـــي فإنـــه يـمكـــن استخدام هـــذه التكنولوجيا في أمور سلبية.

وأفاد خبراء أن تحويل الطيارات بدون طيار إلى صواريخ واستخدام مقاطع الفيديو الزائفة للتلاعب بالرأي العام، والقرصنة الآلية ليست سوى ثلاثة تهديدات ناتجة عن وصول الذكاء الاصطناعي للأيادي الخاطئة. وبحسب ما أشار إليه تقرير صادر عن مركز دراسة المخاطر الوجودية التابع لجامعة كمبردج فإنه يمكن لشخص خبيث شراء طائرة بدون طيار وتزويدها بنظام للتعرف على الوجوه لاستهداف شخص بعينه، كما يمكن برمجة أجهزة الروبوت في مقاطع فيديو مزيفة محاكية للواقع لغرض الاستغلال السياسي، وكذلك يمكن للمقرصنين استخدام المزج الخطابي لانتحال صفة الضحايا.

وأفاد الخبير مايلز بروندیج الباحث في معهد مستقبل الإنسانية التابع لجامعة كنورد أن الذكاء الصناعى سيغير نظرة المواطنين والمنظمات والدول للمخاطر سواء كان ذلك من خلال قيام المجرمين بتدريب الآلات على الاختراق أو التصيّد على المستويات البشرية للأداء أو القضاء على الخصوصيّة والمراقبة، حيث ستكون هناك أثار هائلة وواسعة النطاق على الأمن، وأضاف أن نظم الذكاء الصناعي لا تصل إلى مستويات الأداء البشري فحسب بل تفوقها كثيرا.

وأخيرا، هل سيغيّر الذكاء الاصطناعي حياتنا للأفضل أم للأسوأ ؟ وهل سيساهم في نقل البشرية إلى الأمام أم سيعجل بنهايتها ؟

المراجع :

1) Nilson Nils(1998) Artificial Intellegence: A New Synthesis, Morgan Kaufmann Publishers
ISBN 0 - 8053 - 467 - 4

2) Goebel Randy (1198) Computational Intellegence: A Logical Approach, Reading Masschusetts Addison - Wesky. ISBN 0201082594

3) ACM (Association of Computing Machinery)(1998), ACM Computing Classification System = Arrificial Intellegence.

4) Howe.y(Nov 1994). Artificial Intellegence at Edinburgh University = Aprespective.

ملف العدد

الذكاء الاصطناعي في أوروبا وتطوراته في المجال الطبي

د. حسين عزيز صالح
الهيئة العليا للبحث العلمي / سورية

لا يوجد تعريف لمصطلح الذكاء الاصطناعي متفق عليه عالميا، ولكنه بشكل عام يهدف باتجاهاته وتطبيقاته المتعددة إلى محاكاة العمليات المرتبطة بالذكاء البشري (كالتفكير والتخطيط، التعلم والتكيف، الفهم الحسي،...إلخ)، والتفاعل معها بأسلوب عملي وايجـابي من خلال توظيف قدرات الحاسوب في مجالات متعددة من تطبيقات الحياة العملية للحصول على المعرفة والتنبؤات من خلال معالجة البيانات الرقمية الكبيرة والمتنوّعة لهدف تحسين الإجراءات والمعاملات. إنّ أهم سمات أنظمة الذكاء الاصطناعي هي قدرتها المتزايدة بشكل مستمر على فهم الأنواع المختلفة وغير المنظمة للبيانات (مثل نص اللغة الطبيعي والصور وغيرها).

وبالتالي يمكن تعريفها بأنها أحدث الأساليب المطوَّرة والقوية والقابلة للتطبيق على طيف واسع من المسائل المهمة والتي تحدث في مجالات علمية متنوّعة كالإحصاء، والهندسة، والبرمجة الرياضية، وبحوث العمليات،...الخ. تستخدم هذه الأنظمة مجموعة من الطرق المبنية على المبادئ والأدوات المتضمنة الرياضيات والمنطق والبيولوجيا في تطبيقاتها العملية المتنوّعة جدا، والتي تتراوح بين فهم بيانات الرعاية الصحية والأنظمة الآلية ذاتية التكيّف، إلى خطوط الإنتاج المؤتمتة وتصميم ألعاب الفيديو...إلخ.

إن الذكاء الاصطناعي ليس جديدا، ولكن هناك تقدّما سريعا في السنوات الأخيرة في تطورات قوة الحوسبة والمعالجة السريعة للحجم الهائل للبيانات الرقمية (Big data). ومن ثم التنبؤ المبكر (Early warning) بالنتائج. مثال ذلك: يمكن أن تستخدم أنظمة الذكاء الاصطناعي معالجة البيانات الصحية للتنبؤ بالأفراد الذين من المحتمل أن يصيبهم المرض؛ وبالتالي تسمح لهم باتخاذ تدابير وقائية قبل أن يصيبهم المرض.

يُعّد مبدأ التعلم الآلي (Machine-learning) أكثر التطبيقات نجاحا واستخداما في أنظمة الذكاء الاصطناعي. فبدلاً من اتباع التعليمات المبرمجة مسبقًا، يسمح التعلم الآلي باكتشاف الأنماط واستنباط قواعدها الخاصة عندما يتم تقديمها مع البيانات والخبرات الجديدة. بالنسبة إلى إدارة نظام الرعاية الصحية، يُعتبر الذكاء الاصطناعي المفتاح الأساسي لتحقيق القيمة المضافة في استخدام هذا النظام من خلال المساعدة في جعل الأجهزة الطبية أكثر ذكاءً بإجراء اختبارات سريعة، وتأمين تصوير أكثر دقة للحصول على نتائج مخبرية مثالية.

على سبيل المثال، توفر سماعة الطبيب "إتش دي ستيث" HD Steth TM الذكية المتطورة والمدمجة بأنظمة الذكاء الاصطناعي تشخيصا دقيقا وفوريا للأمراض القلبية بالتقاط وتصوير أصوات القلب وإجراء تخطيط القلب الموجي بسرعة ودقة فائقتين. من المتوقع بحلول العام 2025 أن تشارك أنظمة الذكاء الاصطناعي في معظم مجالات الرعاية الصحية من إدارة الصحة السكانية إلى الصور الرمزية الرقمية القادرة على الإجابة السريعة على استفسارات معيّنة للمرضى. على الرغم من كل هذه الفوائد والميزات التي تقدمها هذه الأنظمة الذكية في مجال الرعاية الصحية، فإنّ النظم الصحية في بعض دول العالم ما زالت تتعامل بحذر بالغ مع هذه الأنظمة، ممّا أدى إلى انخفاض جودة الخدمات الطبية وزيادة التكاليف والزمن والابتعاد عن مواكبة التطور العالمي في هـــذا المجال.

الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في القطاع الصحي في أوروبا

تشير التقارير حول استخدامات أنظمة الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية على المستوى العالمي، إلى أنّ الكلفة المادية لاستخدام هذه الأنظمة بلغت نحو 441 مليون دولارًا أمريكيًا في العام 2016، ويُتوقّع أن تتجاوز 790 مليون دولار بحلول العام 2023. أما بالنسبة إلى استخدامات هذه الأنظمة في أوروبا، فقد أعلنت الحكومة البريطانية في العام 2017 عن طموحها في تبنّي استراتيجية عالمية رائدة في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وأطلقت في نيسان 2018 مشروعا تطبيقيا لأنظمة الذكاء

الاصطناعي بقيمة مليار جنيه إسترليني مع تخصيص 300 مليون جنيه إسترليني منه للأبحاث في الذكاء الاصطناعي الصحي.

لتنفيذ هذا المشروع، تم تكوين شراكات بين مزوّدي خـدمات الرعاية الصحية ومطوّري أنظمة الـذكاء الاصطناعي مع تأسيس بعض الشركات بالتعاون مع الجامعات والمستشفيات البريطانية (مثل "آ بي آم" IBM، "ديبمايند" DeepMind، "بابلون هيلث" Babylon Health).

في فرنسا استثمرت شركة "بيوسيرنتي" Bioserenity التي تم تأسيسها في العام 2014 مبلغ 22 مليون دولار لتطوير أجهزة ذكية قابلة للارتداء لتشخيص ومراقبة مرض الصرع، وطوّرت بالتعاون مع شركة "داتيكو" Dataiku في نيويورك قميصا ذكيا وقبعة لتمكين المراقبة المنزلية للمرضى المصابين بالصرع. وفي دراسة أجرتها شركة "بفيسي" PwC الألمانية للاستشارات التجارية الدولية صدرت في العام 2017، اتضح أن الدراسات والأبحاث التي يتم تنفيذها في مراكز الأبحاث الألمانية، وخاصة مركز

الأبحاث الألماني للذكاء الاصطناعي (DFKI) تمهّد الطريق لتطوير تقنيات ذكية تساعد على تخفيض تكاليف خدمات الرعاية الصحية بأكثر من 170 مليار يورو في أوروبا خـلال العقد القادم.

1. الذكاء الاصطناعي في مجال تنظيم الرعاية الصحية

تُستخدم أنظمة الذكاء الاصطناعي في تخطيط وتخصيص الموارد المادية والبشرية في خدمات الرعاية الصحية والاجتماعية كتقليل الكلفة، وتحسين كفاءة وخبرة المريض،...إلخ. بالنسبة إلى تقليل الكلفة، تساعد هذه الأنظمة مزوَّد الرعاية الصحية في تحقيق المطابقة بين تلبية احتياجات المرضى ومقدار الميزانية المخصّصة لرعايتهم، وتصميم خطط الرعاية مع تقديم رؤى عملية ومناسبة للاستخدام الفعّال لموارد إدارة الرعاية.

أما بالنسبة إلى تحسين تجربة وخبرة المريض، فتساعد هذه الأنظمة في تسهيل التفاعل مع المرضى والتعرف على مخاوفهم قبل زيارة المستشفى، وتوفير المعلومات حول طلب المريض، وتزويد الأطباء

بالمعلومات لمساعدتهم على تقديم العلاجات المناسبة، حيث يستطيع المريض عن طريق الهاتف الذكي أن يحصل قبل الوصول إلى المستشفى على بطاقة انتظار الدور ومعرفة أعداد المرضى المتواجدين في قاعة الانتظار واستلام إشعارات عند اقتراب دوره،...إلخ.

وتم على مستوى إدارة المستشفى، تطوير نظام إلكتروني مبتكر يتضمّن آلية واضحة وشفافة لمراقبة الاستخدام الأمثل لموارد المستشفى بما يخدم المرضى ويرتقي بالخدمة الصحية المقدمة لهم لتحقيق رضا وسعادة المرضى. يتيح هذا النظام من خلال شاشة البث الحي لمؤشرات الأداء توفير معلومات دقيقة وآنية عن حالة المستشفى من حيث عدد أسرّة المرضى المستخدمة، وأعداد الطاقم التمريضي والطبي المتواجدين في المستشفى على مدار الساعة وطوال أيام الأسبوع.

2. الذكاء الاصطناعي في مجال البحث الطبي

تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل سريع ودقيق في تحليل وتحديد أنماط معيّنة ضمن مجموعات البيانات الكبيرة والمعقدة. كما تمكّن من الجمع بين أنواع مختلفة من هذه البيانات السريرية للمساعدة في تشخيص المرض ومطابقة المرضى المناسبين مع الدراسات السريرية، واكتشاف العلاجات والأدوية المناسبة. على سبيل المثال، تستطيع قـاعدة بيانات الأبحاث الخاصة بالمعهد البريطاني لأبحاث السرطانات المبنية على هذه الأنظمة أن تجمع وتقارن بين البيانات الجينيّة والسريرية للمرضى مع المعلومات ونتائج الأبحاث العلمية. ومن ثم تقدم التنبؤات المبكرة حول أهداف جديدة لعقاقير السرطان التي تساعد بشكل أسرع وبأقل كلفة في عملية اكتشاف الأدوية المناسبة وتوجيه القرارات بشأن العلاج المناسب.

بالنسبة لمرض سرطان الثدي عند النساء، تحاول جامعة لندن (وخاصة "إنبيريال كوليج" Imperial College) بالتعاون مع شركة "ألفابت" Alphabet تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي لمساعدة الأطباء على التشخيص الدقيق لفحص سرطان الثدي والكشف المبكر عنه، والتدخل السريع لإنقاذ المرضى المصابين بهذا المرض. يتم تطبيق تقنية التعلم الآلي المدمجة في هذه الأنظمة على 7500 صورة بالأشعة السينية تم الحصول عليها من قاعدة البيانات "أوبتيمام" OPTIMAM المدعومة ماليا من الجمعية البريطانية للبحوث السرطانية. من المعلوم أن هذا المرض الخبيث يقتل سنويا نصف مليون امرأة على مستوى العالم، منهن 11000 امرأة في بريطانيا.

3. الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية السريرية

تشمل استخدامات أنظمة الذكاء الاصطناعي في الرعاية السريرية مجالات عدة أهمها التصوير الطبي، حيث يتم جمع وتخزين المسوحات الضوئية الطبية (medical scans) بانتظام ولمدة محددة. وبعد ذلك تُتاح بسهولة لتدريب هذه الأنظمة على تحليل وإجراء المزيد من عمليات المسح الضوئي بأقل كلفة ووقت لتحسين العلاج والكشف عن حالات مرضية مزمنة، مثل الالتهاب الرئوي وسرطان الثدي وسرطان الجلد وأمراض العيون.

في مجال تخطيط صدى القلب (Echocardiography) يتم استخدام هذه الأنظمة في تحليل مسوحات تخطيط صدى القلب التي تساعد في الكشف عن أنماط ضربات القلب

وتشخيص مرض القلب التاجي، أما في مجال الكشف المبكر عن الحالات العصبية، فيتم استخدام هذه الأنظمة لتحليل أنماط الكلام التي تساعد في الكشف عن نوبات الاضطراب العقلي، ومن ثم تحديد ورصد أعراض الحالات العصبية مثل مرض باركنسون (Parkinson).

4. الذكاء الاصطناعي في مجال تنظيم الرعاية الصحية عن بعد

لقد أظهرت تقنية الطبابة عن بعد (Telemedicine) ازدياد إمكانية استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي في تقديم الرعاية الطبية عن بعد من خلال استخدام الهندسة الطبية والاتصالات لنقل المعلومات إلى الأطباء وتأمين المراقبة المستمرة للمرضى؛ وكذلك القدرة على ملاحظة التغييرات التي قد تكون أقل تمييزًا من قبل البشر.

تُعد تقنية الطبابة عن بعد لاسلكيا (Wireless Telemedicine) التي تستخدم أجهزة الهاتف الذكية المحمولة (Mobile Telecommunication) وتقنيات الوسائط المتعددة (Multimedia Technologies) من أحدث التقنيات المتطورة لتأمين المراقبة الطبية المستمرة للمريض من خلال نقل المعلومات الطبية بشكل سريع وآني. تعتمد هذه التقنية على "النظام العالمي لتحديد المواقع بالأقمار الصناعية" (GPS) لتعيين موقع المريض بدقة في حالات الطوارئ وتأمين الرعاية الصحية بأسرع وقت ممكن.

يُعد الجهاز المحمول ""فيتا فون 2300/ فون كارديو" (phone cardio) المصمم من قبل شركة "فيتا فون" (Vita Phone) الألمانية من أهم أجهزة

المراقبة الطبية عن بعد في الحالات الطارئة لتعرض المرضى لأزمات قلبية مفاجئة من خلال المساعدة في تأمين التقاط إشارة القلب وإرسالها إلى محطة مراقبة خاصة، حيث يقوم الأطباء بمراقبتها آنيا. يتم التقاط هذه الإشارة بواسطة ثلاثة ترددات إلكترونية موجودة على الوجه الخلفي للجهاز الذي يتم لصقه مباشرة على صدر المريض. يمكّن الجهاز حينئذ من تحديد موقعه وتأمين سهولة الوصول إليه باستخدام "النظام العالمي لتحديد المواقع" المدمج ضمن الجهاز.

وبأسلوب مشابه للعمل في مجال الطبابة عن بعد وتحديد موقع المريض، طوّر الباحثون قميصا يحتوي على "النظام العالمي لتحديد المواقع" ومجموعة من الحساسات لالتقاط عدد نبضات القلب ومعدل التنفس وحرارة الجسم. ومن ثم يتم تخزينها وإرسالها إلى الطبيب المختص الذي يقوم بالتحدث مع المريض مباشرة عند الضرورة. يُستخدم هذا القميص بشكل رئيسي من قبل مرضى القلب وكبار السن، حيث يؤمن لهم القدرة على مغادرة المستشفى والعودة إلى المنزل مع ضمان المراقبة الصحية المستمرة على مدار الساعة.

تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي المدمجة في تقنيات الطبابة عن بعد على الإسهام في جمع البيانات المتنوعة ومعالجتها والولوج بسرعة إلى المعلومات الضرورية عن المرض. كما تساهم في زيادة المهارات والخبرات لدى الأطباء لإجراء العمليات الجراحية عن بعد دون حاجة المريض أو الطبيب للسفر، وبالتالي تنخفض تكاليف العلاج وتقصر مدتها.

التحديات التي تواجه أنظمة الذكاء الاصطناعي

تعتمد أنظمة الذكاء الاصطناعي في عملها بشكل

كبير على حجم ونوعية البيانات الرقمية. وبالتالي فإن مستويات توفر هذه البيانات وجودتها وقوة الحوسبة الكبيرة المطلوبة لتحليلها قد تُقيّد من عمل هذه الأنظمة وتجعل قدرتها محدودة ومقيّدة تبعا لجودة البيانات الصحيّة المتاحة. إضافة إلى ذلك، توجد بعض التحديات العملية التي يمكن أن تواجه عمل هذه الأنظمة. مثل ذلك: السجلات الطبية ليست رقميّة بشكل متناسق في النظام القومي للصحة، عدم وجود قابلية التشغيل البيني والتقييس في تقنيات معلومات هذا النظام، حفظ السجلات الرقمية، وضع علامات للبيانات المستخدمة، مدى رضا المرضى والأطباء عن المشاركة الرقمية لبيانات الصحة الشخصية.

تشتمل الممارسة السريرية في أغلب الأحيان على أحكام وقدرات معقّدة لا تستطيع هذه الأنظمة تكرارها بشكل مميّز كالقدرة على قراءة الإشارات الاجتماعية، والمعرفة الكلامية البشرية التي هي ضمنية ولا يمكن تدريسها وتعليمها. ومن ثم يأتي التشكيك في قدرة تلك الأنظمة على عرض هذه المعرفة وحفظها والتدرّب عليها باعتبارها خاصيّة أساسيّة للبشر. كما توجد لدى البشر سمات قد لا تتمكّن الأنظمة المستخدمة من امتلاكها أصلا كالشعور بالعاطفة.

يتم تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي في مجالات خاضعة لأُطر محددة من الضوابط والقواعد كحماية البيانات وتوجهات البحوث العلمية، ومبادئ الرعاية الصحية وغيرها. ومع ذلك، فإنّ هذه الأنظمة تتطوّر بطريقة سريعة وريادية قد تتحدّى تلك الأُطر. والسؤال الرئيس يكمن في معرفة ما إذا كان ينبغي تأطير هذه الأنظمة بشكل واضح المعالم، أو يتعيّن إعــادة النظر في المجالات المختلفة لهذه الأطر مع مراعاة التأثير المحتمل لاستخدام تلك الأنظمة؟

يتمثّل أحد التحديات الرئيسة للحوكمة المستقبلية لهذه الأنظمة في ضمان تطويرها واستخدامها بطريقة تتسم بالشفافية والتوافق والمسؤولية والتناسق والتوازن مع المصلحة العامة. وفي الوقت ذاته، تساعد الأنظمة على تحفيز ودفع عجلة الابتكار في القطاع الصحي. وقد أثار الكثيرون الحاجة إلى أن يتم تزويد الباحثين والمهنيّين وأصحاب القــرار السياسي في مجال الرعاية الصحية بالمهارات والمعارف ذات الصلة بهذه الأنظمة من أجل تقييم أدائها وتحقيق الاستفادة القصوى منها.

الخاتمة

يتم حاليا استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية والبحوث الطبية، بما في ذلك الكشف عن المرض وتشخيصه وتقييم الحالات المرضية بشكل سريع ودقيق، ومعالجة الحالات المزمنة، وتقديم الخدمات الصحية، واكتشاف الأدوية. وفي الجانب الآخر، يثير استخدام الذكاء الاصطناعي عددا من الهواجس والقضايا الأخلاقية والاجتماعية التي يتداخل الكثير منها على نطاق واسع مع القضايا التي يثيرها استخدام البيانات الرقمية وأنظمة الرعاية الصحية.

تبقى بعض هذه الهواجس والقضايا الأخلاقيّة كاحتمال قيام هذه الأنظمة باتخاذ قرارات خاطئة في مجال دعم اتخاذ القرار، والصعوبة في التحقق من مخرجات هذه الأنظمة وإمكانية استخدامها لأغراض خبيثة...- موضوع نقاش فلسفي يثير أسئلة حول ما إذا كان يمكن تشفير أو تعلم القيم أو المبادئ

الأخلاقية من قبل هذه الأنظمة، أو ما إذا كانت هناك حاجة لمبادئ أخلاقية جديدة تتماشى مع تطور هذه الأنظمة؟

على أية حال، من المحتمل أن تمتلك هذه الأنظمة في المستقبل القدرة على المساعدة في التصدي للتحديات الصحية الهامة في مجال القطاع الصحي، وأن تصبح أكثر تطورا وقدرة على تنفيذ مجموعة أوسع من المهام والقرارات الأخلاقية دون تدخل بشري. ولكن قد تكون هذه القدرة مقيّدة ومحدودة تتحكّم فيها جـودة البيانات الصحية المتاحة، وقد تعجز أيضا في إظهار بعض الخصائص البشرية.

المراجع

Engineering and Physical Sciences Research Council (2018): Artificial intelligence technologies (https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/researchareas/ait/).

Royal Society (2017) : Machine learning: the power and promise of computers that learn by example (https://royalsociety.org/~/media/policy/projects/machine-learning/publications/machine-learning-report.pdf).

CBInsights (2017) : Artificial intelligence (AI), healthcare & the future of drug pricing: investment activity, market breakdown, AI in clinical trials. (https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startups-healthcare/).

Allied Market Research : Artificial intelligence in Healthcare Market 2017-2023,)https://www.alliedmarketresearch.com/artificial-intelligence-in-healthcare-market).

Williams K. et al. (2015) : Cheaper faster drug development validated by the repositioning of drugs against neglected tropical diseases J R Soc. Interface 12: 20141289.

Pacis, D. et al. (2018) : Trends in telemedicine utilizing artificial intelligence, AIP Conference Proceedings 1933, 040009.

الذكاء الاصطناعي في آسيا وتطوراته في المجال الطبي

د. أبو بكر خالد سعد اللّه
قسم الرياضيات ـ المدرسة العليا للأساتذة ـ الجزائر

ملف العدد

تهتم البلدان المتقدمة أكثر فأكثر بتوظيف الذكاء الاصطناعي في شتى الميادين، منها الصناعية والطاقة والبيئية والمالية والخدماتية والطبية. وخلال المدة الأخيرة، برزت القارة الآسيوية، وعلى رأسها الصين، في مجال الطب بشكل لافت لأنها فازت في هذا السباق على القارتين الأمريكية والأوروبية مجتمعتين! ذلك أنها عرفت كيف تتأقلم مع الذكاء الاصطناعي بعد أن استفادت منه على أوسع نطاق وبسرعة مذهلة مقارنة بالغرب.

والواقع أنّ هناك ذكاءات اصطناعية كثيرة وليس ذكاء واحدا! فالذكاء الاصطناعي يمثله البعض بالرضيع أو الطفل الذي ينبغي أن تعلمه وتدربه على كل شيء؛ مثال ذلك: إذا أردت أن يميّز الطفل بين السيارة والحافلة والشاحنة لا بد أن تريه بصفة متكررة أنواعا كثيرة من الشاحنات والسيارات والحافلات، وأن يشاهدها من خلال زوايا مختلفة حتى يتعرّف عليها بعد ذلك في جميع الوضعيّات.

فإذا كنت تريد منه التعرّف على وجوه المارة في الشوارع لا بدّ أن تركّز البيانات على الوجوه البشرية. أما إذا رغب الطبيب في التعرّف على الإصابات بمرض السرطان فلا بدّ أن تتمحور البيانات -التي سنحشو بها البرنامج- حول السرطان ومعطياته المختلفة. وعلينا أن نقوم بعملية مماثلة إن كان الأمر يتعلق بالتعرّف على الإصابة بمرض معيّن من أمراض العين.

لقد أثبت الذكاء الاصطناعي أنه قادر على توفير نتائج أنجع من تلك التي يستخلصها الطبيب من دون ذكاء اصطناعي. كيف لا وقد بيّن هذا الذكاء أنه يستطيع مثلا إظهار ما لا يقدر على اكتشافه طبيب الأشعة في موضوع معالجة الصور مهما كانت تقنيات التقاطها.

والآن وصل الوضع إلى أنّ إدارة الغذاء والدواء الأمريكية -وهي وكالة تابعة لوزارة الصحة- قد سمحت باعتماد تشخيص الذكاء الاصطناعي لداء سكري العين دون مصادقة الطبيب. وعما قريب سيُمنع الأطباء من علاج مرضاهم دون استشارة وموافقة الذكاء الاصطناعي. لذلك يوصي الخبراء بأن يدرك رجال الصحة حلول هذا التحوّل الذي لا مناص منه في محيطهم الجديد.

التنافس على أشدّه!

تخوض الولايات المتحدة منذ عدة سنوات سباقا منقطع النظير للتربّع على عرش الذكاء الاصطناعي في العالم. وقد احتدّ التنافس منذ نحو سنتين بينها وبين الصين، وتغلّبت في الأخير الصين في هذا المجال الحيوي، ومازال الصراع على أشدّه بين البلدين. فقد أعلنت الصين عن خارطة طريقها حين قرّرت تخصيص 150 مليار دولار للذكاء الاصطناعي ونشاطاته قبل حلول العام 2030.

ومن يطلّع على هذه الخارطة يدرك أنّ الأمر يتعلق بتحدٍّ للعالم. وقد أدت الاستثمارات عبر العالم منذ العام 2017 إلى ظهور نحو 1100 شركة ناشئة مختصة في الذكاء الاصطناعي.

كان الأمريكيون متقدمين كثيرا على غيرهم، لكنهم ضيّعوا تأثيرهم لأسباب عديدة منها القيود المضروبة على تأشيرات الدخول الممنوحة للمبتكرين من المهندسين الشبّان الأجانب. فهذا جعل الكثير من مخابر البحث ينتقل من أمريكا إلى بلدان أخرى، منها الأوروبية والآسيوية. وهكذا نجد على سبيل المثال مؤسسة "الفايسبوك" تعلن عن أنها ستستثمر ملايين الدولارات لمركزها بباريس، وأنها ستوظف فيه عددا معتبرا من المهندسين. كما أعلنت مؤسسة "ألفابت" Alphabet -وهي المؤسسة الأم لمحرك "غوغل"- بأنها ستفتح مركز بحث في العاصمة الصينية.

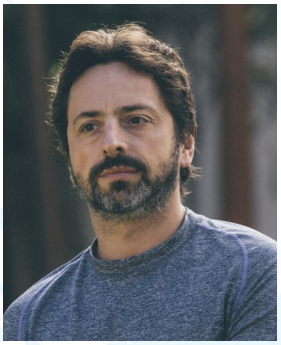
وفي لندن قامت "غوغل" في العام 2016 بالتعاون مع نظام الصحة البريطاني بتجربة لتطوير ذكاء اصطناعي خاص بالكشف عن أمراض العين. وفي العام 2018 جاءت أولى النتائج لتؤكد أن هذا الذكاء

الاصطناعي يفوق في مجال الكشف عن أمراض العين، بثماني مرات، قدرة أطباء العيون المتخصّصين في الشبكية بالمستشفى اللندني رغم شهرته في هذا الاختصاص. فقد اكتشف الذكاء الاصطناعي 50 نوعا من أمراض العين بمجرد تحليل صور ثلاثية الأبعاد لشبكية العين. وليس هذا فحسب، إذ يستطيع البرنامج أيضا التوصية بالعلاج الأنسب. ينبغي كذلك أن نشير إلى سرعة التحليل، فالذكاء الاصطناعي يوفر في كثير من الأحيان النتيجة تلقائيا في حين يقضي الطبيب المختص أياما لتقديمها. لذلك تعاون باحثون مع مؤسّسات استشفائية مختلفة للتوصل إلى ابتكار ذكاء اصطناعي قادر على إنتاج صور أشعة لأدمغة افتراضية مُصابة بـــأورام مختلفة الأشكال.

ومن الباحثين من وضعوا برامج من شأنها أن تساعد طبيب الأورام على اتخاذ القرار لأن الذكاء الاصطناعي يمكنه إدراج معلومات تتعلق بمسار المصاب تغطي عديد السنوات، وهذا ما لا يستطيع الطبيب التوصل إليه. وقبل سنة ونصف أطلق محرك "غوغل" تجربة في نظام الذكاء الاصطناعي تتمثل في تصنيف 130 ألف صورة طبية خاصة بالأورام. فتعرّف النظام على 90 % من الأورام غير الخبيثة مقابل نسبة 76 % تعرّف عليها الأطباء الذين وُجّه إليهم السؤال.

ويسود الاعتقاد لدى خبراء الصحة بأن الذكاء الاصطناعي أداة فعالة في التكفل بالمرضى عندما يتعلق الأمر بتشخيص الإصابة. ويتصوّر هؤلاء الوضعية التي يمكّن فيها الذكاء الاصطناعي من تصميم برنامج يخزّن البيانات المرتبطة بالمورّثات والأعراض والتشخيصات والبيئة، ثم يكون بمقدور هذا البرنامج الربط بين مختلف هذه البيانات. في هذه الحالة سينحصر دور الأطباء في تحليل تلك النتائج للوصول إلى العلاج الشافي.

ومن جهة أخرى، يؤكد الخبراء أن عمالقة المجال الرقمي سيكونون هم زعماء المجال الصحي في منتصف القرن الحادي والعشرين. فهذا مثلا "ميكروسوفت" قد قدم خطة للقضاء على داء السرطان قبل 2026 حسب دعواه. أما مؤسس "فيسبوك" فأعلن في سبتمبر 2016 عن تمويل أوّلي بمقدار 3 مليار دولار لاستئصال جميع الأمراض بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي قبل نهاية القرن!! ثم إنه يبدو أن هؤلاء العمالقة عازمون على وضع سياسة بحث طبي تتجاهل الأكاديميين القابعين في "برجهم العاجي"!



لقد تنبّأ أحد مؤسّسي محرك "غوغل"، وهو سرجي برين Sergey Brin بما سيحدث في مقولته: "سوف نصنع آلات تقِيم الحجة المنطقية، وتفكر، وتنجز أشياء أفضل مما نقوم به نحن البشر". وفضلا عن ذلك ستكون السلطة الطبية بين أيدي مصمّمي الذكاء الاصطناعي الطبي. ويتنبّأ آخرون بأن أخلاقيات مهنة الطب لن يتحكم فيها مستقبلا فكر الطبيب بل الذكاء الاصطناعي هو الذي سيتولى أمرها. ثم إن كل وحدة ذكاء اصطناعي ستكلّف مليارات الدولارات، ولذا فإن رواد الاقتصاد الرقمي هم الذين سيكونون رواد الطب الجديد!

وفي هذا السياق، يتساءل بعض الخبراء الأوروبيين بانزعاج عن تأخرهم في هذا السباق حتى إنّ أحدهم

صاح قائلا: "هل سيُحكم علينا أن نكون مصنعًا لإنتاج البيانات التي تحتاج إليها الولايات المتحدة والصين في حقل الذكاء الاصطناعي ضمن استثمارهما في هذا المجال"؟!

ومن بين التساؤلات التي يطرحها المتتبعون: هل سيكون الذكاء الاصطناعي أداة مشتركة بين الأطباء كما هو حال سماعة الطبيب؟ فالذكاء الاصطناعي أصبح يساعد كثيرا في عملية تشخيص الأمراض وفي التحاليل الطبية الصعبة التأويل.

الذكاء الاصطناعي في آسيا

دعنا نُشير فيما يلي إلى اهتمامات بعض البلدان الآسيوية في موضوع الذكاء الاصطناعي.

- في هونغ كونغ: أدى انخفاض سعر البرمجيات المعلوماتية إلى تزايد عدد الأطباء الذين يستخدمون الذكاء الاصطناعي في المجلات الطبية المختلفة، مثل محاكاة العمليات الجراحية. وقد أصبحت المستشفيات والمراكز الطبية في هذا البلد تلجأ إلى تلك البرمجيّات لمساعدة إعـادة التأهيل البدني وعلاج الانهيار العصبي وتكوين المستخدمين في

المجال الصحي. وفي هذا السياق، أنتجت هونغ كونغ برمجيّات طبية تحاكي مثلا كيفيات التسوّق وامتطاء وسائل النقل والتنقل داخل المحلات التجارية لمساعدة المرضى الذين يعانون ذهنيًا وعقليًا.

كما تم تصميم روبوت في هونغ كونغ يتحرك على قوائم عديدة، الهدف منه التحرك بحرية داخل جسم الإنسان ليصل إلى النقطة التي أُرسل إليها. ويهدف الباحثون أيضا إلى أن يحمل هذا الروبوت الدواء وينقله إلى المكان المصاب في الجسم... كأن يضعه فوق الورم المتضرر. وبذلك يكون الدواء أكثر فعالية ونتفادى الآثار الجانبية التي تكون أحيان بالغة الخطورة على بقية الجسم.

وعكف الباحثون في الذكاء الاصطناعي على صناعة أعضاء اصطناعية للمصابين الذين فقدوا أحد أطرافهم. وقد نجحوا في ذلك إذ سمحت هذه الأعضاء الاصطناعية للمصابين بالجري والتسلق، لكنها لاتزال تبحث عن توفير المزيد من نقل الإحساس والشعور الطبيعيين. ويعمل مبتكرون آخرون على صناعة جلد يتمتَّع بإحساس لمس قد يفوق إحساس اللمس الطبيعي.

- في سنغافورة : أُطلق برنامج قومي خاص بالذكاء الاصطناعي الصحي، قيمته 20 مليون دولار، يركّز على معالجة السكري وأمراض القلب. وفي العام 2017 بلغت قيمة الاستثمار في الذكاء الاصطناعي 150 مليون دولار. وقد أعلنت عنها المؤسسة القومية للبحث العلمي، وهذا تحفيز للشركات الناشئة والمؤسّسات المحلية التي تعمل على تطوير الذكاء الاصطناعي بسنغافورة في جميع القطاعات، لاسيّما الصحة وتسيير المدن.

ومع ذلك يلاحظ الخبراء في سنغافورة أن التكنولوجيات لا يمكن أن تقدم لوحدها كل العلاجات للمرضى، بل قد تكون أحيانا خطيرة عليهم! ومن المعلوم أن سنغافورة تحتل المرتبة الثانية في جودة الخدمات الصحية في العالم. وهي تعاني من تزايد عدد المسنين ومتطلباته الصحية مما يجعلها تسعى إلى تقديم المزيد من الخدمات الخاصة بكبار السن والمرضى المصابين بالخرف.

ولذا تبحث سنغافورة عن تطوير الذكاء الاصطناعي من أجل تصميم ضمادات "ذكية" حساسة للدم وروبوتات تساعد هؤلاء العجزة وتسهل التدخل السريع عند وقوع نوبات قلبية. ومن جهة أخرى، تجدر الإشارة إلى أن الدول المتقدمة -ومنها سنغافورة- بدأت تهتم بالاختراقات الأمنية لبنوك البيانات الخاصة بالذكاء الاصطناعي، لاسيما المتعلقة بالمجال الصحي، حيث يمكن أن تستهدف عمليات القرصنة التجهيزات الطبية "الذكية" فتعطل أداءها.

- في اليابان : يعمل اليابانيون على تطوير الذكاء الاصطناعي الذي من شأنه تصميم نظام يتوقع آثار الإشعاع في حال وقوع كوارث من جرّاء خلل في المحطات النووية. وقد تمكّن الباحثون من تحديد تلك الآثار - ومن ثمّ تفاديها- قبل وقوع الحادث بـ30 ساعة! يسمح ذلك بوضع خطط نجدة تبعد الناس عن مخاطر الإشعاع في الوقت المناسب. وقد توصل الخبراء إلى هذه النتائج بعدما أدخلوا في الآلة كما من البيانات غطى عدّة سنوات من المعطيات ذات الصلة بانتشار الإشعاع من نقطة معينة.

- في الفيتنام: يقوم الباحثون بتطوير الذكاء الاصطناعي في المجال الصحي وغيره. وفي هذا السياق، تَزَوّد الفيتنام بتكنولوجيات حديثة تخص البيانات الضخمة وعلم الروبوت لتحفيز التنافس على ترابها في باب الذكاء الاصطناعي... وهذا استعدادا لاستقبال الثورة الصناعية الرابعة.

لكن التركيز الآن يمس استخدام الذكاء الاصطناعي في تحويل الزراعة، كأن تنشأ تطبيقات على الهواتف الذكية من شأنها أن ترسل تنبيهات تقدم معدل درجة الرطوبة في الدفيئة، وكذلك إنذارات عندما ينخفض مستوى المياه تحت سقف محدد في مزرعة من المزارع. فإذا زادت الرطوبة عن حد معيّن مثلا تنطلق المراوح الهوائية لتلطيف الجو في الداخل. ويستطيع التطبيق من خلال الهاتف الذكي توضيح نوع السماد المطلوب في تلك المزرعة بالذات حسب موقعها ونوعية تربتها.

- في كوريا الجنوبية والهند: تتميّز كوريا الجنوبية بجودة شبكة الإنترنت على ترابها، فهي من الأقوى في العالم، وفي ذلك استغلال كبير للذكاء الاصطناعي... وكوريا الآن على قدم وساق لتطويره في جميع المجالات.

أما الهند فتتبع خطوات الصين، حيث إنّ لها إمكانيّات كبيرة في مواكبة هذا الركب لما لها من مهارات وخبراء في ميدان المعلوماتية. وفي المجال

الصحي، تقوم مؤسسة «غوغل» بتجربة سريرية في الهند لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص إصابة شبكية العين بسبب السكري.

- في الصين

إنه البلد الذي يشغل كل دول العالم عندما يتعلّق الأمر بالذكاء الاصطناعي الذي صار يجلب استثمارات أكثر مما هو الحال في الدول المتقدمة. وكما أشرنا آنفا إلى أنّ الصين والولايات المتحدة تخوضان منافسة شرسة من أجل الزعامة العالمية في موضوع الذكاء الاصطناعي.

واليوم يعترف الجميع بالتطوّر المنقطع النظير للذكاء الاصطناعي الصحي داخل الصين. وما ساعد هذا البلد على التفوّق هو كثافة عدد سكانها لأن ذلك يوفّر كمّا كبيرا من البيانات يسهل تطوير الخوارزميات اللازمة للذكاء الاصطناعي. وما يدعمها أيضا أن الاعتبارات الأخلاقية والقوانين العامة في الصين لا تضيّق الخناق على البحث عكس ما هو عليه الحال في الغرب.

من المهم أن نشير بخصوص تجميع البيانات إلى أنّ أحد العوائق في الدول الغربية يتمثل في كون تلك البيانات تمتلكها المؤسسات الخاصة مثل "فايسبوك" و"غوغل" و"أمازون". أما الصين فوضعت نظاما سلسا يولّد البيانات سواء كانت تابعة لمؤسسات خاصـــة أو عامة. وبفضل ذلك أصبح مثلا التعرّف على الوجوه البشرية في الصين أمرا متداولا، وسمح بالتعرّف على المجرمين من بين ملايين المشاة خلال مدة لا تتجاوز بضع دقائق.

وتعمل الصين الآن على إنشاء موقع للذكاء الاصطناعي في بكين بمساهمة نحو 400 مؤسّسة يمكنها إشراك الجامعات الأجنبية. وتركز السلطات

على عنصر المنافسة بين مختلف المؤسسات وتشجيع الجميع على وضع كل البيانات في متناول الغير، وهذه ورقة مفقودة الآن في الغرب.

ومن الناحية الاجتماعية -وهذا عكس ما تشهده البلدان الغربية- فإنّ عددا كبيرا من السكان الصينيين يريدون تعويض طبيبهم (البشري) بالذكاء الاصطناعي. وهذا الوضع يدعم الذكاء الاصطناعي في الصين.

وفي باب الاستثمارات، من المهم أن نشير إلى أن البلدان المتقدمة خصصت عام 2017 نحو 15 مليار دولار لتطوير الذكاء الاصطناعي عبر الشركات الناشئة. والمدهش أن نصف هذا المبلغ تم استثماره في الصين بينما لم تتجاوز حصة الولايات المتحدة نسبة 40% من هذا المبلغ. وقد أظهرت الشركات الناشئة الصينية في الذكاء الاصطناعي نجاحها على أكثر من صعيد.

هناك مشكل صحي حاد في الصين يتمثل في ندرة الأطباء خارج المدن الكبرى وفي كون عدد العاملين في مجال الصحة لا يتجاوز 12 مليون عامل، وهذا لا يكفي لتغطية الحاجة الصحية لـ 1.4 مليار نسمة! ولذا فالدولة تعوّل كثيرا على الذكاء الاصطناعي لحل مثل هذه المشاكل وتعويض اليد العاملة الطبية. وما زال هناك عمل تعبوي للسلطات يهدف إلى جعل المواطنين يثقون في هذه التقنيات والنتائج التي يصل إليها الذكاء الاصطناعي في باب تعويض خدمات الطبيب المباشرة.

لقد تفوّق الصينيّون في إجراء العمليات الجراحية بالروبوتات، واستعملوا الذكاء الاصطناعي كمساعد في ابتكار أدوية جديدة. ويعمل الباحثون الصينيّون بنجاح على تمكين الذكاء الاصطناعي من اكتشاف تكتل الدم في الجسم. ومما يدل على تقدم الذكاء الاصطناعي الطبي في هذا البلد أن جامعة صينية قامت بتجربة لتقييم مستوى طلبة أجروا امتحان الحصول على شهادة ممارسة الطب، فتفوّق الذكاء الاصطناعي تفوّقا باهرا على هؤلاء الطلبة.

واختبر الصينيون أيضا كبار الأطباء على المباشر أمام الجمهور باختيار نخبة من أطباء الأشعة المتخصّصين في الدماغ فألحق الذكاء الاصطناعي بهؤلاء الأطباء إهانة لا تنسى: لقد كان الأطباء في البداية واثقين من أنفسهم لكن سرعان ما غلبتهم الآلة الذكية.

ومع كل ذلك، لا ينبغي أن نعتقد أن الذكاء الاصطناعي على وشك حلّ جميع المشاكل إذ ما زال الطريق أمامه طويلا. فالكثير من أنظمة الذكاء الاصطناعي لا تبرّر نتائجها المنبثقة من حسابات وعمليات رياضية معقدة. وإذا غابت التبريرات فمن الصعب اكتشاف الأخطاء المحتملة أو تصميم تشخيص سليم للمصابين. وما يدعو إليه الأطباء وخبراء الصحة هو الحيطة والحذر عند استخدام الذكاء الاصطناعي في المجال الطبي.

وهكذا نرى أنّ السباق نحو استغلال الذكاء الاصطناعي في كافة أرجاء العالم المتقدم بلغ أوجه، لكن آسيا هي التي أظهرت الآن مهارة كبيرة في دمجه ضمن الحياة اليومية. وعلى كل حال، فإن آسيا أصبحت منذ عقود تعتبر "مصنع العالم"!!

المراجع

1. Coiera, E. : Guide to medical informatics, the Internet and telemedicine, Chapman & Hall, 1997.
2. Hansen A. J. : Artificial intelligence in medicine - predicting patient outcomes and beyond, Scope, Stanford Medecine, May 2018.
3. Jarrige F. : Techno-critiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences, La Découverte, 2014.
4. Johnston, J. : The Allure of machinic life, Cybernetics, Artificial life, and the New AI, MIT Press, 2008.
5. Maclin, P. S. et al. : Using neural networks to diagnose cancer, Journal of Medical Systems, 15, 1, 1991.
6. Mcgaughey E . : Will Robots automate your job away? Full employment, Basic income, and Economic democracy, King's College, London; Centre for business research, University of Cambridge, 2018.
7. Miller R. A. : Medical diagnostic decision support systems-past, present, and future, Journal of the American Medical Informatics Association, 1,1, 1994.
8. Pearce L.M. (ed.) : Artificial intelligence, Encyclopedia of emerging industries, Gale Virtual Reference Library, 2011.

ملف العدد

دور الذكاء الاصطناعي في صناعة الأدوية والطب الدقيق

د. منذر الحمدوش
رئيس وحدة المعلوماتية الحيوية والذكاء الاصطناعي
قسم البحث والتطوير ـ جامعة ملبورن ـ أستراليا

كان لثورة المعلومات والتكنولوجيا التي عصفت بالعالم في العقدين الأخيرين أثر كبير على القطاع الصحي والطبي في معظم دول العالم. وقد أدى ذلك إلى توفر كميات كبيرة من البيانات عن الأدوية المنتجة في السنوات الماضية بالإضافة إلى انتشار السجلات الصحية الإلكترونية والتطور العلمي الكبير في مجال البحوث الطبية الحيوية. بالمقابل فإن ظهور الأنظمة الحاسوبية ذات القدرات الحسابية الهائلة قد أدى إلى إحياء مجال الذكاء الاصطناعي وعودته ليتصدر كبريات المجلات والدوريات العلمية العالمية.

وهكذا فتح الباب أمام شركات الأدوية والعاملين في المجال الطبي بالتعاون مع شركات المعلوماتية والبرمجيات للعمل على تطوير أنظمة برمجية ذكية توظف تقنيات وخوارزميات الذكاء الاصطناعي من أجل تطوير صناعة الأدوية وتطوير علاجات أكثر فعالية ودقة للمرضى. ولكن قبل أن ننتقل إلى هذا الجانب ينبغي على القارئ أن يتعرف على تاريخ تلك الصناعة ودورها في علاج الأمراض.

تاريخ صناعة الأدوية ودورها في علاج الأمراض

يعود علم الصيدلة إلى مئات السنين قبل الميلاد، فبعض المخطوطات المصرية القديمة تشير إلى أن علوم الأدوية تم توثيقها بين منتصف القرن الخامس عشر والقرن السادس عشر قبل الميلاد. أما في الحضارة الإسلامية فعلم الأدوية قديم قدم هذه الحضارة، إذ ظهرت الصيدليات لأول مرة في بغداد في العصر الذهبي للدولة الإسلامية خلال منتصف القرن السابع في عهد الخلافة العباسية.

إن التطورات السريعة التي حدثت في العالم الإسلامي في علوم النباتات والكيمياء أدت إلى بروز علم الأدوية وتطوره بشكل ملحوظ وخصوصا في منطقة الشرق الأوسط. وقد برز أثناء تلك الفترة العديد من العلماء كمحمد بن زكريا الرازي الذي عمل على توظيف المركبات الكيميائية في الطب، وأبو القاسم الزهراوي الذي كان رائدا في تحضير الأدوية باستخدام عمليات التقطير والتسامي حيث أدت أعماله إلى توثيق العديد من الوصفات والطرق التي تشرح كيفية استخراج المواد الكيميائية الأولية، علما أنه تم استخدامها لاحقا في تركيب العلاجات المعقدة.

كما يمكن ذكر صابر ابن سهل، وهو الطبيب الذي

كتب أول موسوعة صيدلية تضم مجموعة واسعة من الأدوية وعديد العلاجات لمختلف الأسقام. ثم برز بعده العالم البيروني الذي ألف «كتاب الصيدلة» ذا القيمة العلميّة والتاريخيّة العظيمة، حيث إنه سرد خصائص الأدوية ودور الصيدلية ومهام ومسؤوليات الصيدلي. واستمرت الحضارة الإسلامية في تقديم الكثير من المساهمات في مجال علم الأدوية حتى مطلع القرن الثاني عشر حين بدأ الأوروبيون بترجمة تلك العلوم وتطويرها. وقد ظهرت أول صيدلية أوروبية عام 1241م في ألمانيا.

ساهمت صناعة الأدوية خلال القرنين الماضيين في تقدم العلوم الطبية وإنقاذ البشرية من أمراض وأوبئة كثيرة كانت تفتك بها وتبيد الملايين كل عام. فمثلاً تم اكتشاف أول لقاح لعلاج مرض الجدري في أواخر القرن الثامن عشر، واستخدم المورفين كمسكّن ألم عام 1827 من قبل شركة «ميرك» الألمانية. وفي عام 1899 اكتشف العلماء في شركة «باير» الأسبرين الذي كان له أثر كبير في علاج الكثير من الأمراض. وكان لاكتشاف الأنسولين عام 1922 أثر كبير في علاج مرضى السكري.

وبعد سنوات قليلة تم عام 1928 اكتشاف البنسلين الذي كان أول مضاد حيوي استخدم لعلاج عديد الإصابات البكتيرية. وفي عام 1955 تم القضاء على وباء شلل الأطفال في جميع مناطق العالم تقريبا بعد اكتشاف لقاحه. وأخيرا، توصل العلماء إلى اكتشاف أدوية كثيرة خلال العقود الثلاثة الأخيرة، ففي مطلع التسعينيات تم استخدام العلاجات الكيميائية لأول مرة كدواء للأمراض السرطانية، واكتشف أول عقار للتحكم في مرض الإيدز القاتل.

بيد أن السنوات القليلة الأخيرة شهدت نقلات نوعية كبيرة في عدد الأدوية التي رخصتها وكالة الأغذية والأدوية الأمريكية FDA حيث إنه تم عام 2017 ترخيص قرابة 1027 دواء، وهو رقم قياسي في تاريخ الوكالة؛ ويقدر حاليا أن هناك أكثر من 7000 دواء قيد التطوير والبحث في صناعة الأدوية (الشكل1)

صناعة الأدوية قبل الذكاء الاصطناعي

تعتبر صناعة الأدوية من أعقد وأصعب الصناعات في العالم لما تتطلبه من مراحل طويلة الأمد، قبل أن يتم إنتاج الدواء وتسويقه ليصل إلى المريض. فغالبا ما تستغرق مرحلة البحث والتطوير قبل البدء بالتجارب السريرية عدة سنوات، وعندما يصبح لدى الباحثين نموذج أولي بناء على التجارب على الحيوانات الصغيرة يتم الانتقال إلى المرحلة التالية، حيث يتم تجريب الدواء بجرعات خفيفة على الفقاريات غير البشرية كالقرود والأرانب والخنازير والأغنام والخيول. وهذه المرحلة تستغرق عدة أشهر إلى عدة سنوات، وبمجرد ظهور الفعالية المنشودة في الدواء ينتقل الخبراء إلى التجارب السريرية على البشر، وهذه الفترة تتضمن عادة أربع مراحل متتالية تستغرق كل منها بضعة أشهر إلى بضع سنوات (الشكل 2)، وسنسرد هذه المراحل بشكل موجز كما يلي:

- المرحلة الأولى: تتم تجربة الدواء على عينة صغيرة جداً من المرضى وذلك لمتابعة الأبحاث على الدواء حيث إنّ الباحثين يحاولون تحديد الجرعة المناسبة للدواء، والأعراض الجانبية، وكيف يتفاعل الجسم مع العلاج، وهل للدواء أي تأثير على الحالة المرضية المستهدفة.

- المرحلة الثانية: يتم اختبار الدواء على عينة أكبر من المرضى قد تصل إلى 100 مريض. وغالبا ما يقوم الخبراء بمقارنة العلاج الجديد مع أفضل علاج مستخدم أو مع علاج وهمي لكي يتم تقييم مدى فعالية الدواء الجديد. وبالتالي يمكن استخدام هذه النتائج لاتخاذ القرار بشأن انتقال الدواء إلى المرحلة الموالية.

- المرحلة الثالثة: وهي مرحلة مصيرية في صناعة الأدوية حيث إنّها ذات كلفة عالية وتتضمن عددا كبيرا من المرضى قد يصل إلى الآلاف في بعض الحالات. فالتجارب السريرية خلال هذه المرحلة قد تجرى في نفس الوقت داخل عدد كبير من المستشفيات في مختلف الدول وتستغرق أحيانا بضع سنوات.

- المرحلة الرابعة: هذه المرحلة لا تطبق على جميع الأدوية، فذلك يرتبط بمتطلبات الوكالات الحكومية المسؤولة عن ترخيص الدواء، إذ أنّ الأدوية التي تدخل هذه المرحلة يكون قد تمّت الموافقة عليها بعد تجاوز المرحلة السابقة ومنحت الترخيصات

اللازمة لتسويقها. لكن الوكالات المسؤولة قد تطلب من شركات الأدوية متابعة تجربة أدويتها حتى بعد الترخيص لدراسة المخاطر والفوائد على المدى الطويل وكيفية أداء الدواء في شريحة واسعة من المجتمع.

هذه المراحل جميعها قد تستغرق عشر سنوات للدواء الواحد. كما أن نسبة الفشل في أي مرحلة من المراحل السابقة واردة جدا حيث إنّ 9 من 10 أدوية تفشل عند دخول التجارب السريرية. وهناك عقبة أخرى تواجه صناعة الأدوية في الوقت الحالي تتمثل في كون تلك الأدوية لا تناسب إلا شريحة صغيرة من المصابين بمرض معين (قد لا تتجاوز أكثر من 30 % من شريحة المرض).

كلّ هذه الأسباب تجعل صناعة الأدوية صناعة مكلفة جداً وبطيئة، وهو ما يفسر لماذا لا تستطيع شركات الأدوية تقديم العلاج لجميع الأمراض الموجودة في هذا الكوكب. لذلك ظهر علم الأدوية الجيني في بداية التسعينيات لمحاولة استهداف شريحة معينة من المرضى في التجارب السريرية. ومن ثمّ يتم تقليص احتمال فشل الدواء وزيادة نسبة نجاحه للحصول على موافقة الوكالات الحكومية، وكان أول اختبار صيدلي جيني قد تمت الموافقة عليه في الولايات المتحدة عام 2005.

الذكـــاء الاصطنـاعـــي ودوره في صناعـــة الأدوية

إنّ التطور السريع الذي حدث في العقد الأخير في مجال تحليل الجينوم البشري وتقنيات التصوير الحيوية وغيرها من التكنولوجيا مكّن الباحثين في المجال الطبي وعلوم الأحياء من جمع معلومات ضخمة عن آلية عمل الجسم البشري على المستوى الجزيئي والخلوي. ومن ثمّ ظهرت عدة علوم تدمج ما بين التخصصات الحاسوبية والبيولوجية لكي تقوم بتحليل هذه البيانات ونمذجتها كتخصص المعلوماتية الحيوية وعلم الأحياء الحسابي والمعلوماتية الكيميائية والمعلوماتية المناعية وغيرها.

لقد أثر هذا التطور بشكل كبير على قطاعات الرعاية الصحية بما فيها قطاع صناعة الأدوية إذ أصبح بإمكان شركات الأدوية اختصار زمن طويل في عملية تطوير الدواء، وبالتالي الدخول إلى مرحلة التجارب السريرية بسرعة والحصول على الموافقات والتراخيص الحكومية في زمن قياسي مقارنة بالسابق. وبطبيعة الحال فإن اللاعب الرئيسي في هذه الثورة هي تقنيات المعلوماتية بما فيها الذكاء الاصطناعي.

ومن العوامل التي أحدثت أثراً كبيراً في دخول التكنولوجيا إلى هذا القطاع هو دخول شركات التكنولوجيا الكبرى إلى قطاعات الرعاية الصحية وصناعة الأدوية. فمثلاً قامت شركة «أمازون» بشراء واحد من أكبر مواقع بيع الأدوية الإلكترونية، بينما تقوم شركة «آي بي آم» بتطوير عدد كبير من الخوارزميات في مجال الرعاية الصحية. أما شركتا «غوغل» و«مايكروسوفت» العملاقتان فتقومان باستثمارات ضخمة سواء عن طريق الشراكة مع مؤسسات صغيرة ومتوسطة أو عن طريق تقديم خدمات لشركات الأدوية الكبرى.

ولما كانت معظم هذه الشركات تنشط بشكل كبير في مجال الذكاء الاصطناعي، فإن هذا سيفتح الباب واسعا لتوظيف البيانات الطبية المتواجدة في قواعد البيانات الصحية، وتلك التي يتم جمعها من عدة مصادر كالبيئة والأجهزة الطبية وغيرها (الشكل 3)،

وذلك لكي يتم تسريع عملية تطوير الأدوية واكتشاف علاجات جديدة للأمراض المستعصية. دعنا نسرد بإيجاز بعض التطبيقات الحديثة للذكاء الاصطناعي في مجال صناعة الأدوية.

1. التنبؤ بالاستجابة العلاجية

إن التنبؤ بالاستجابة العلاجية للمرضى له أثر كبير في انتقاء الشريحة المناسبة للدواء أثناء دخول الدواء إلى المراحل السريرية، وبالتالي يستطيع أن يزيد في احتمال نجاح الدواء كما يمكّن الأطباء من إعطاء الدواء المناسب للمريض المناسب. وبهذا الصدد قامت شركة «جي آن إيس هيلثكير» GNS Healthcare مؤخرا بتطوير نظام ذكي يستخدم خوارزميات تعليم الآلة وخوارزميات الهندسة العكسية للتنبؤ باستجابة المريض لمجموعة من العلاجات، وذلك بالاستفادة من البيانات المتوافرة في السجلات الصحية الإلكترونية وقواعد البيانات الجينومية. كما يمكن لهذا النظام أن يقوم بمحاكاة استجابة المريض لدواء معين ضمن الحاسب لتحديد درجة استجابة المريض للعلاج قبل أن يتم تناول الدواء.

2. تصميم واكتشاف الأدوية

ساهم الذكاء الاصطناعي مساهمة فعالة خلال الفترة الأخيرة في عملية إعداد الأدوية الكيميائية الصغيرة الحجم، حيث إنه أصبح بالإمكان تصميم الجزيء الكيميائي باستخدام الحاسب واختبار فعاليته قبل أن يتم تجربته بشكل حيوي، وهذا يوفر الكثير من الوقت والمال، ويقلل من عدد التجارب المخبرية سواء على الحيوانات أو في المخابر. من الشركات التي برعت مؤخرا في هذا المجال شركة «أتومواز» Atomwise التي قامت باستخدام الشبكات العصبونية العميقة لتطوير أنظمة قادرة على اكتشاف وتصميم الجزيئات الكيميائية بفعالية كبيرة.

وقد طورت الشركة في عام 2015، بالتعاون مع جامعة تورنتو وشركة «آي بي آم»، علاجا لفيروس وباء الإيبولا الخطير الذي أدى إلى وفاة قرابة 11 ألف نسمة في إفريقيا وأوروبا والولايات المتحدة، حيث تم استخدام أكثر من 64 ألف وحدة معالجة مركزية لتنفيذ هذا البحث. ومن الشركات التي برزت في هذا المجال شركة «إنسليكو مدسين» Insilico Medicine التي طورت نظاما ذكيا متعدد الأغراض يمكن استخدامه في قطاعات صناعة الأدوية وقطاعات التكنولوجيا الحيوية من أجل تطوير عقاقير فعالة والمساعدة على فهم آلية عمل العقاقير.

وأخيرا، من الشركات التي تحاول أن تقدم حلولا علاجية غير تقليدية نذكر شركة «نوريتاس» Nuritas التي أسستها الفرنسية نورة خالدي ذات الأصـــول العربية؛ وتهدف هذه الشركة إلى استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل جزيئات بروتينية موجودة في الطبيعة واستخدامها في علاج بعض الأمراض المستعصية. كما قامت شركة «غوغل» في المدة الأخيرة بتطوير نظام «ألفافولد» Alphafold القادر على التنبؤ بالبنية الثلاثية الأبعاد للبروتينات. ومن المتوقع أن يحدث هذا النظام طفرات في صناعة الأدوية.

3. معالجة البيانات

إن أهم عامل للذكاء الاصطناعي في صناعة الأدوية هو توفر البيانات المناسبة التي يمكن معالجتها ونمذجتها للاستفادة منها في عملية تصميم وابتكار الأدوية. لذلك ظهرت مؤخرا بعض الشركات المعلوماتية التي اهتمت بتطوير برمجيات قادرة على تحليل

أنواع مختلفة من البيانات الطبية الحيوية وبيانات الرعاية الصحية لكي يتم دمجها مع الآليات الموجودة في شركات الأدوية، وذلك باستخدام خوارزميات تعليم الآلة. من هذه الشركات نجد شركة «بايوسيمتريكس» BioSymetrics التي طورت محركا ذكيا قادرا على معالجة البيانات الجينية، والصور الطبية، وبيانات المركبات الكيميائية وغيرها من البيانات السريرية، بحيث يمكّن الشركات من تطوير علاجات فعالة وفي مدة قياسية.

وأخيرا يجب التنويه بأن جميع الأمثلة التي ذُكرت في هذا المقال هي لشركات حديثة نسبيا، ولم ترَ صناعة الأدوية بعد أي نتيجة ملموسة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي. كما أن معظم هذه الشركات تحرص على عدم نشر ما تقوم به من خلال شراكاتها مع مؤسسات الأدوية الكبرى كشركة «جي إس كي» GSK وغيرها، وذلك بسبب المنافسة الشديدة بين هذه الشركات على براءات الاختراع.

الطب الدقيق

1. تعريفه والحاجة إليه

الطب الدقيق أو ما يسمى بالطب الفردي هو نموذج طبي جديد يطمح إلى تصنيف المصابين إلى مجموعات مختلفة بناء على استجابتهم للأدويـة أو لنوع المرض الفرعي. ومن شأن هذا التصنيف أن يساهم في اتخاذ القرارات الطبية الصحيحة وتصميم منتجات لعلاج الحالات المستعصية. والجدير بالذكر هنا أن الطب الدقيق لا يهدف إلى تطوير أدوية لكل مريض على حدة، ولكنه يركز أكثر على عملية تصنيف المرضى إلى مجموعات بناء على تركيبتهم الوراثية والبيولوجية.

2. كيف يتم تطبيقه حاليا ودور الذكاء الاصطناعي

لعب علم الأدوية الجيني دورا مهما في إمكانية تطبيق الطب الدقيق، حيث قام الباحثون في المراكز الطبية الأكاديمية والمهنية بتوليد كميات كبيرة من البيانات التي تدرس استجابة المرضى لعدد كبير من الأدوية وعلاقة ذلك ببنيتهم الوراثية. تستهدف تلك الدراسات منطقة جينية معيّنة من الجينوم، كما تسلط الضوء على الجينوم بشكل كامل لتحديد الطفرات الوراثية أو المتغيرات الجينومية التي تؤثر على استجابة المريض لدواء معيّن. وبناء على ذلك تم تطوير العديد من الاختبارات الوراثية إثر تحليل جينوم المريض والتنبؤ باستجابته لدواء معيّن. ومن المعلوم أنه توجد أدوات أخرى تُستخدم في الطب الدقيق كالتشخيصات الجزيئية وتقنيات التصوير الطبي وغيرها.

لقد بدأت تطبيقات الطب الدقيق ترى النور في السنوات القليلة الماضية، خصوصا في مجال علاج الأورام الخبيثة إذ أنه أصبح هناك عدد كبير من الأدوية التي تتطلب اختبارات جينية قبل أن يتم وصف الدواء للمريض. غير أن تطبيق الطب الدقيق في العيادات السريرية ليس بالشيء السهل لعدة أسباب، منها أنه يتطلب إمكانية توليد تسلسل الحمض النووي لجينوم المريض فضلا عن الكلفة المادية الكبيرة المرتبطة بذلك. وعليه فتطبيق الطب الدقيق منحصر حاليا في مجالات طبية معينة، علما أن هناك تطبيقات أخرى للطب الدقيق ما زالت قيد البحث والتطوير. ومن تلك التطبيقات إمكانيّة مراقبة تأثير الأدوية على الجسم بشكل آني باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء، إذ أنه بالإمكان

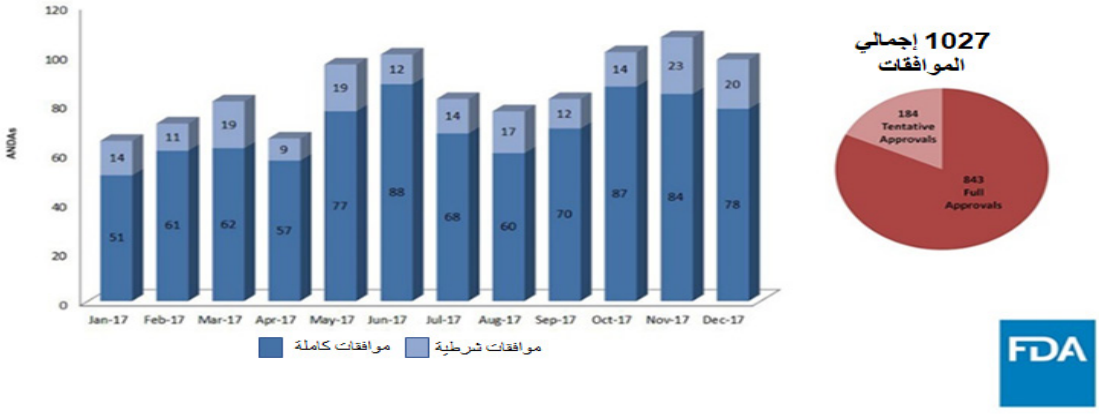
استخدام الأجهزة الطبية الملبوسة لقياس التغيرات الفيزيولوجية في جسم المريض بشكل مستمر ودون تأخير. وهناك عامل آخر يساعد على تطبيق الطب الدقيق يتمثل في توافر قواعد بيانات وأنظمة معلومات شاملة يمكن أن تدعم الطبيب في اتخاذ القرار المناسب.

لقد أدى تطبيق الطب الدقيق واستخدام علوم الأدوية الجينومية -بالإضافة إلى التطور الذي حصل في السنوات العشر الأخيرة في مجال المعلوماتية الحيوية وعلم الأحياء الحسابي- إلى توفير كميات كبيرة من البيانات التي يمكن استخدامها لاتخاذ قرارات صحيحة عند علاج أي حالة مرضية. مثال ذلك : يمكن إيجاد مزيج من العقاقير يناسب حالة معينة، كما يمكن التنبؤ باستجابة المريض لبعض الأدوية واحتمال ظهور أي أعراض جانبية، وبالتالي تخفيض تكاليف الرعاية الصحية للمريض وعلاجه بشكل فعال.

من المعلوم أن الذكاء الاصطناعي، وخصوصاً خوارزميات تعلم الآلة، ساهم في استخدام هذه البيانات لبناء متنبئات ومصنفات رياضية قادرة على التعلم من الكم الهائل للبيانات المتوافرة في قواعد بيانات المستشفيات ومراكز الأبحاث الطبية والبيولوجية.

ذلك أن الأنظمة الذكية مكّنت الأطباء والباحثين من دمج البيانات الجينومية والصور الطبية للمريض مع أي تحاليل واختبارات. وهو ما يسهل الوصول إلى التشخيص والتنبؤ الفعال للحالة المرضية (الشكل 3). فمثلاً تم استخدام الذكاء الاصطناعي في تشخيص الأمراض القلبية ووصف الدواء المناسب، كما استخدم في تحسين جودة الرعاية الصحية للمرضى. ومن ثمّ انخفضت أيضا التكاليف وتقلّصت مدة مكوث المريض في المستشفى، فأدى ذلك إلى انخفاض معدل الوفيات للعديد من الأمراض المعقدة.

الأدوية العامة التي تم الموافقة عليها في العام 2017



الشكل 1 - عدد الأدوية التي وافقت عليها وكالة الأدوية والأغذية الأمريكية عام 2017. المصدر: FDA

الشكل 2 - مراحل اكتشاف وتطوير الأدوية. المصدر: ResearchAmerica

الشكل 3 - مصادر البيانات المتوفرة لتطبيق تقنيات الطب الدقيق

ملف العدد

مغامرات الجراح الآلي : رفاهية علميّة أم ضرورة طبية ؟!

د. وجدي عبد الفتاح سواحل
المنسق العام للشبكة الإسلامية للتنمية العلمية
المركز القومي للبحوث ـ القاهرة ـ مصر

مع تطور تقنية المعلومات والاتصالات، بدأ الإنسان في تحويل الأفكار الخيالية في الأفلام السينمائية والروايات إلي حقيقة علي أرض الواقع من خلال تصنيع الإنسان الآلي ليكون رجل المهام الصعبة التي يعجز الإنسان عن القيام بها في الميادين والمجالات الفضائية والعسكرية والأمنية والصناعية والطبية. ومن هنا ظهر الجراح الآلي، كأحد منتجات الثورة الصناعية الرابعة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، والذي يتم برمجته والتحكم فيه بواسطة الجراح البشري لاستخدامه في العمليات الجراحية، بالإضافة إلى بداية ظهور «الطبيب الآلي » و«المخدر الآلي» و«الصيدلي الآلي».

في هذا المقال، نتجول سويا في رحلة داخل غرف العمليات الجراحية لنتعرف علي ماهية الجراح الآلي ومراحل تطوره واستخداماته الطبية مع عرض لمزاياه وفوائده وعيوبه ومخـاطـره بالإضافة إلي تطوراته المتوقعة في المستقبل. كل ذلك يستلزم تبني الدعوة لإعداد استراتيجية عربية لنشر ثقافة «الإنسان الآلي»، لتأهيل الشباب العربي ليكون متجانسا ومتفاعلا مع لغة وتقنية العصر بدلا من لعب دور المتفرج على التطورات العلمية التي تحدث على المسرح العالمي.

ماهية وفكرة الجراح الآلي «الروبوت»

يُسمّى الروبوت باللغة العربية الإنســـان الآلي، أو الرجل الآلي أو الإنسالة أو الجسمال، وهو جهاز له القدرة على القيام بأعمال مبرمجة سلفا دون تدخل، إما بإيعاز وسيطرة مباشرة من الإنسان عن طريق أداة تحكم، أو بإيعاز من برامج حاسوبية. وغالبا ما تكون الأعمال التي بُرمج الإنسان الآلي على أدائها، أعمالاً شاقة أو خطرة أو دقيقة، مثل البحث عن الألغام والتخلص من النفايات المشعة، أو أعمالاً صناعية دقيقة أو شاقة، أو عمليات جراحية.

استمدت فكرة استخدام الإنسان الآلي كجراح آلي من استعمال رجل التأهيل الآلي في مساعدة المرضى المعاقين في تأدية متطلبات وشؤون حياتهم. وقد تمت تجربة إمكانية استخدام الإنسان الآلي في إجراء جراحة ما على الحيوانات أولاً، ثم تعدى استعمالها بعد تحديد سلامتها على استخدامها مع بني البشر. وكانت التطبيقات للجراح الآلي في البداية لغرض القيام بعمليات جراحية معقّدة عن بعد للمصابين في ساحات القتال، وكذلك لرجال الفضاء إذا ما ألم عارض مرضي يستدعي تدخلاً جراحيا أثناء رحلاتهم الفضائية بعيداً عن كوكب الأرض.

وقد ظهرت أنظمة آلية لعمل الجراح الآلي والذي يقوم من خلالها بإجراء العملية الجراحية وتحريك الأدوات عن طريق اتباع تعليمات وتوجيهات الجراح البشري، ومنها على سبيل المثال:

- **الجراح الآلي المتقدم «دا - فنشي»**

يتم تشغيل الجراح الآلي المتقدم «دا - فنشي» بواسطة الجرّاح البشري، وهو مزود بأربعة أذرع - ذراع للتصوير وثلاثة أذرع للجراحة- تتمتع هذه الأذرع بأقصى درجة من الحرية وحركة أفضل من يد الإنسان. يتم إدخال هذه الأذرع إلى جوف العملية في الجسم عن طريق جروح دقيقة جدًا، مما يمنح الجرّاح البشري ليس فقط أيادي إضافية للجراحة، بل أيضًا حرية أفضل في الحركة مقارنة بعملية عادية. ويتحكم الجرّاح البشري في العملية الجراحية من منطقة عمله القريبة من المريض، والتي منها يقوم بتشغيل أذرع الجراح الآلي ويتحكم بكل ما يحدث في غرفة العمليات.

ويعود هذا الاسم الذي دُعي به الجهاز إلى ليوناردو دا-فنشي الرسام، والمخترع، والفيلسوف، ورائد حركة النهضة الفنية في الرسومات التشريحية لجسم الإنسان التي ساهمت بشكل كبير في فهم

أعمق لبنية أجسامنا، والتي كانت سبباً استخدمه ليوناردو مع توظيف مهاراته الميكانيكية لصنع أول إنسان آلي معروف في التاريخ عام 1495. ومن هنا تم اتخاذ اسم الجهاز الذي نتحدث عنه.

العمليات الجراحية : من المنظار إلي الإنسان الآلي

كان التدخل الجراحي وما يزال أحد أهم الطرق العلاجية على مدى العصور والأزمنة. ومنذ بدأ استخدام وسائل التخدير في نهاية القرن التاسع عشر شهدت الجراحة تطورات مذهلة على مدى أكثر من مئة عام. وأصبحت النجاحات تتوالى بما يعود بالفائدة والنفع على المريض.

ففي نهاية القرن العشرين تطورت جراحة المناظير التي تقوم أساسا على استبدال الشق الجراحي بفتحات صغيرة يتم من خلالها إدخال المنظار والأدوات الجراحية للقيام بإجراء نفس العمليات المتعارف عليها. وهـذه الطريقة لقيت قبولا واسعا بين الأطباء والمرضى لأنها خففت آلام المريض الناتجة عن الشق الجراحي وأسرعت في استعادته لصحته وعافيته، في الوقت الذي تمكّن الأطباء من إجراء العمليات الجراحية بنفس الكفاءة والأداء المتعارف عليهما طبيا.

ثم ظهرت بعد ذلك الجراحة الآلية بواسطة الجراح الآلي التي لا تقلص فقط حجم الجروح في الجسم الخاضع للجراحة، بل تتيح أيضًا للجرّاح إمكانية الوصول إلى أماكن لا يستطيع الوصول إليها في عملية جراحية عادية، بالإضافة إلى زيادة القدرة والكفاءة.

مراحل تطور الجراح الآلي

أحدث استخدام الإنسان الآلي في إجراء العمليات الجراحية ثورة طبية أدت إلي التوسع في استعمالها حول العالم. فعلى سبيل المثال، أوضحت بعض التقارير الدولية وجود حوالي 2000 جراح آلي في أمريكا، بالإضافة إلى أكثر من 500 جهاز في الدول الأوروبية، ولا يوجد في الدول العربية والشرق الأوسط سوى حوالي 30 جراحا آليا في بعض الدول، مثل المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة.

وقد مرّ تطور استخدام الإنسان الآلي في الطب بالعديد من الخطوات والمراحل الهامة، وهي كالآتي:

1920م : استخدام المصطلح الروبوت Robot لأول مرة للدلالة على "الإنسان الآلي" في المسرحية التشيكية «روبوتات رسوم عالمية» للكاتب المسرحي التشيكي كاريل كابيك. وهي كلمة مشتقة من الكلمة التشيكية "روبوتا" Robota، وتعني العبد أو عامل السخرة.

1940م : بداية المحاولات لابتكار شبكات الكترونية بسيطة تحاكي الخلايا العصبية بصورة بدائية.

1948م : أتى العالم « آلان تيورنج » بأول فكرة عن الآلات ذات القدرة على التفكير كالإنسان.

1950م : أول استخـــدام لمصطلح "روبوتيكس"

Robotics لكاتب الخيال العلمي الأميركي السوفيتي الأصل «اسحق أسيموف» ضمن مجموعته القصصية الشهيرة «أنا والروبوت»، والتي تحولت لفيلم سينمائي بنفس الاسم عام 2004م.

1978م : حقق الذكاء الاصطناعي نجاحات أكبر في المجال اللوجستي واستخراج البيانات والتشخيص الطبي.

1985م : القيام بأول عملية جراحية بواسطة الجراح الآلي.

2000م : - موافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية على استخدام الجراح الآلي داخل غرف العمليات لمساعدة الأطباء الجراحين على إجراء العمليات الجراحية الدقيقة.

- اختبار كفاءة الجراح الآلي في عمليات مهمة ودقيقة، مثل جراحة القلب المفتوح، واستبدال صمامات القلب.

2001 م : قام الجرَّاح الفرنسي جاك مراسكو، من غرفة في إحدى ناطحات سحاب بمدينة نيويورك الأمريكية، بإجراء عملية استئصال المرارة بالمنظار الجراحي لمريضة ترقد في مستشفى بمدينة سترازبورغ الفرنسية، مستخدما تقنية الإنسان الآلي لأول مرة في عالم الجراحة. وقد أطلق الجرَّاح مراسكو وفريقه الطبي على هذه المغامرة اسم «عملية ليندبيرغ»، تيمنا بالطيار الفرنسي ليندبيرغ الذي قطع المحيط الأطلسي من باريس إلى نيويورك بالطائرة لأول مرة دون توقف.

2009 م : - نشر د. تيلمان وزملاؤه أكبر دراسة لمراكز متعددة في جراحة الأورام السرطانية النسائية باستخدام جهاز الجراح الآلي المتقدم «دا- فنشي».

- أجرى الدكتور جيفنر أول عملية زرع الكلى باستخدام الجراح الآلي بمدينة نيوجرسي بأمريكا

2010 : تصميم المخدر الآلي "ماك سليبي" الذي يعطي المريض المخدر قبل العملية الجراحية ويراقبه أثناء النوم مثلما يفعل الطبيب المختص بذلك، كما يراقب مدى ارتخاء العضلات طوال فترة الجراحة.

2011 : إجراء أول عملية جراحية ناجحة باستخدام الإنسان الآلي لمريض كان يعاني من سرطان البنكرياس

استغرقت ساعة ونصف في مدينة الشيخ خليفة الطبية بدولة الإمارات. وذلك باستخدام ذراع إنسان آلي موجهة بالتصوير المقطعي.

2015 : نجح فريق طبي بمستشفى الملك فهد العام في مدينة جدة بإجراء خمس عمليات بالأشعة التداخلية المتنوّعة باستخدام جهاز الجراح الآلي "ماجلان».

2017 : الإعلان عن قيام مجموعة من المعاهد والجامعات والشركات الصينية بتصميم «الطبيب الآلي أو طبيب الذكاء الاصطناعي «الذي يمكنه من خلال الحصول علي معلومات دقيقة من المريض أن يقدّم قائمة فحوصات للمريض ويقوم بتشخيص المرض ووصف الدواء الملائم له بالإضافة إلي إعطاء نصيحة طبية، ليقوم أطباء من البشر بعد ذلك بالتحقق من العلاج ومتابعة تأثيره.

والجدير بالذكر أن طبيب الذكاء الاصطناعي يحتوي على قاعدة بيانات تضم عشرات الملايين من الحالات الطبية ويعمل من خلال برمجيات معقدة تدار عبر أجهزة كمبيوتر قوية لإيجاد علاجات للأمراض من خلال تحليل قواعد بيانات كيمياوية وبيولوجية وطبية ضخمة، فضلا عن عدد كبير من الأبحاث العلمية.

2018 م : بدء العمل في أول «صيدلية ذكية» بمستشفى الملك فهد التخصصي في مدينة تبوك بالمملكة العربية السعودية التي تعمل بواسطة «الصيدلي الآلي». ولهذا الصيدلي القدرة الذاتية على صرف العبوات الدوائية وترتيب الأدوية الأمثل صرفا، لتكون أقرب للصرف دون تدخل بشري، بالإضافة إلى السيطرة على المخزون الدوائي في الصيدلية... كما أنه يعمل تلقائيا حتى خارج وقت العمل.

مزايا الجراح الآلي

أثبتت الدراسات كفاءة استخدام الروبوت وفوائده الكثيرة في إحداث نقلة وإضافة نوعية للأدوات الجراحية التي تمكن الجراح من أداء عمله بكفاءة وإتقان في العديد من العمليات الجراحية، مثل : جراحة القولون، والمستقيم، وجراحة السرطان، والعمليات الحلقية، والبروستات، وجراحة عمليات شفط الدهون والبدانة، وعمليات القلب والقسطرة والشرايين وغيرها.

في الوقت الحالي، تكمن الميزة الكبرى للجراح الآلي في التمكن من الاستفادة من خبرة جرَّاح متخصص في عملية جراحية معيَّنة يجريها دون الحاجة إلى حضوره شخصيا في غرفة العمليات الموجود فيها المريض، أي إجراء العملية عن بعد. كما يمكن استخدام الجراح الآلي في تعليم وتدريب الجرَّاحين المتدرِّبين، وكذلك الجرَّاحين في المناطق النائية، والإشراف عليهم عن بعد أثناء قيامهم بإجراء بعض العمليات تحت إشراف المدرّب.

وقد أظهرت الأبحاث العلمية العديد من إيجابيات استخدام الإنسان الآلي في الطب ومنها :

- استخدام الإنسان الآلي في العمليات يساعد في إجراء جراحة أكثر دقة، وتخفيف الألم، وإحداث جرح صغير فقط، والتقليل من فقدان الدم.
- سهولة رؤية الأورام وعلاجها نظرا لأن الصورة التي تنقلها كاميرا الإنسان الآلي للطبيب الجرّاح هي صورة ثلاثية الأبعاد مكبّرة.
- إجراء العمليات الجراحيّة الكبيرة والمعقدة والتي تتطلب مهارات عالية مع استعمال عدة أجهزة في الوقت ذاته، وتتم في ظروف غير مريحة مثل موضع عملية صعب الوصول إليه، ومساحة صغيرة، ومجال رؤية محدود، وعملية خياطة معقدة وفصل للأنسجة يتطلب دقة كبيرة.
- إجراء العديد من العمليات الجراحية بدون ملل خاصة من الأعمال المتكررة بعكس الإنسان الذي يحتاج إلى بعض الراحة.
- تقليل شعور الأطباء بالإجهاد خلال الجراحات وتعطي نتائج أكثر دقة. لكن مثل هذه العمليات تستغرق وقتا أطول من الجراحات العادية، مما يقلل عدد العمليات التي يمكن أن يجريها الطبيب.

• يمنح الإنسان الآلي للطبيب الجرّاح درجة حريّة قصوى، وقدرة حركية أفضل مما يُتيح له تنفيذ حركات لا تستطيع اليد البشرية القيام بها بالإضافة إلى التغلب على العيوب الإنسانية كرعشة اليد ومحدودية الحركة، نظرا إلى أنّ يد ذراع الإنسان الآلي أقوى وأكثر ثباتًا من اليد البشرية.

• العملية الجراحيّة بواسطة الإنسان الآلي تكون أقل توغلاً من العملية الجراحية العادية، لأن الجروح في جدار البطن أصغر بكثير من الجروح في عملية جراحية عادية.

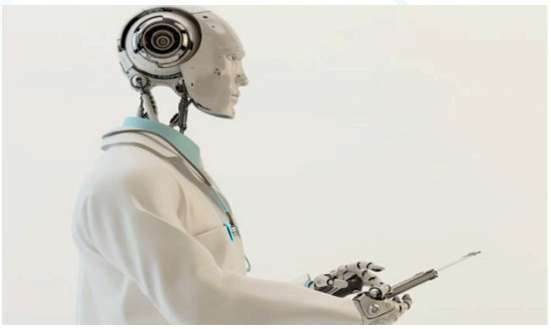
• الشفاء يكون أسرع وعدد أيام المكوث في المستشفى يكون أقل بكثير.

• النزيف من موضع العملية قليل جدًا وفترة الانتعاش من العملية تكون قصيرة بشكل خاص.

عيوب ومخاطر الجراح الآلي

بالرغم من المزايا والمنافع التي يجنيها الجرَّاح البشري من استخدام الجراح الآلي إلا أن للآلة بعض العيوب، منها:

• التكلفة المالية الباهظة المصاحبة لمثل هذا النوع من التكنولوجيا الطبية المتقدِّمة وكذلك الصيانة، مما يحد كثيرا من توفر هذا الجهاز في كل مركز طبي. فعلى سبيل المثال، يبلغ سعر جهاز الجراح الآلي المتقدم دا-فنشي حوالي 900 ألف يورو، كما يبلغ



سعر جهاز «زيوس» حوالي 750 ألف يورو.

• الحاجة إلى غرفة عمليات أكبر نظرا لكبر حجم الجهاز.

• استغراق إجراء العملية الجراحية بالجراح الآلي مدة أطول من العملية المنظارية.

لقد حذر العالم البريطاني ستيفن هـاوكنغ من إمكانية قيام أجهزة الذكاء الاصطناعي «بتسطير نهاية الجنس البشري»... مما أدى إلى تخوّف العديد من الأطباء من استخدام الجراح الآلي في إجراء العمليات الجراحية نظرا لإمكانية حدوث الأخطاء الآتية :

• احتمال تعطل الجهاز مما قد يعرض حياة المريض للخطر إثر إصابة بأذرع الجراح الآلي الكبيرة والحادة.

• احتمال حدوث عدم تنسيق بين الجراح البشري والجراح الآلي، مما قد يؤدي إلى المخاطر غير متوقعة.

• احتمال حدوث مشاكل في برمجة الجراح الآلي داخل غرفة العمليات، فيؤدي ذلك إلى تعقيدات لعدم تمتع الجراح الآلي بعقل مرن قادر على التعامل مع الظروف مثل العقل البشري.

الجـرّاح الآلـي...إلـى أين سـائرون؟

مـن المتوقّع أن تكون أجهزة الجراح الآلي أقل تكلفة، وأكثر مهارة وقدرة على إجراء أنواع أكثر من الجراحات لتفسح لنفسها مكانا بارزا في غرف العمليات في المستشفيات في الكثير من أنحاء العالم. فمن المتوقع في غضون عشر سنوات قادمة أن تجرى العديد من العمليات الجراحية عن طريق جراحين يجلسون على لوحات مفاتيح أجهزة حاسوب توجه أذرعا آلية.

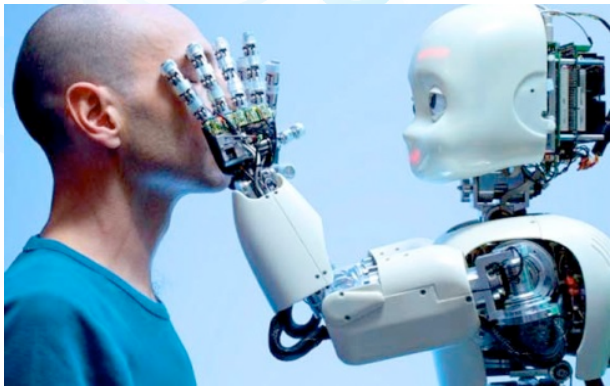
كما يتوقّع مطوّرو الجيل القادم أن يتم استخدام الجراح الآلي في المستقبل القريب في تطبيقات طبية

وجراحية وتعليمية جديدة، منها على سبيل المثال التطبيقات الآتيــة:

• دخـول تقنية الجراح الآلي ضمن البرامج التدريبية لتطوير تعليم جرَّاحي المستقبل وتدريبهم خلال وقت وجيز، وكذلك تعليمهم حركات جراحية معقَّدة بسهولة دون المخاطرة بحياة المريض.

• استبدال النماذج البشرية أو الحيوانية أو الصناعية التي تُستخدم عادةً لتدريب الطلاب في كليات الطب بنماذج للجراح الآلي.

• تقليل الدور التحكمي للجراح البشري ليصبح دورا رقابيا وإشرافيا نظرا لأنه لا يزال الجراح الآلي يُدار ويُتحكم فيه عن بعد بواسطة الجرَّاح البشري الذي يعطي كل الأوامر أثناء العملية عبر جهاز التحكم. وذلك عن طريق تصميم جراح آلي له القدرة على إجراء عمليات جراحية تخصصية بعد برمجته على عملها مسبقا، دونما الحاجة إلى أوامر تعطى عن طريق جهاز التحكم من الجرَّاح البشري. ويبقى في هذه الحالة دور الجرَّاح المتخصص إشرافيا فقط، ولا يستدعي تدخله إلا إذا كان هناك خلل فني عارض قد يداهم الجراح الآلي. وقد يتقلص هذا الدور الإشرافي إذا ما ثبتت سلامة هذه التقنية علميا ومن دون حدوث أخطاء طبية تذكر.



• تطوير "الجراح الآلي الذكي" الذي يقوم بالمهام الجراحية بمفرده والذي يتألف من ذراع وأداة لخياطة الجروح وتقنيات للتصوير. كما يستخدم برنامج معلوماتي يضم أفضل الممارسات الجراحية لتحديد أين وكيف تتم خياطة الجرح.

• تطوير "الجراح الآلي النانوي" من أجل العمل على إدخاله في أعماق الجسم البشري لتوصيل الأدوية والعقاقير إلى الخلايا المريضة أو لغرض إجراء العمليات الجراحية.

الجدير بالذكر أن صناعة الجراح الآلي النانوي تتم من جزيئات مغناطيسية لامتناهية الصغر ومن مادة هلامية هيدروجينية. ويتمّ تحريكه عن طريق تعريضه لمجالات مغناطيسية. ويمكنه محاكاة حركة البكتيريا وذلك لعلاج الأمراض، عبر حقنة داخل أجسام البشر لتوصيل جرعات دوائية إلى أماكن معينة أو إجراء جراحات دقيقة، مثل إذابة الجلطات داخل الشرايين المسدودة.

• زراعة الأنسجة باستخدام الأعضاء الاصطناعية التي يتم التحكم بها إلكترونيا، وتحويل زراعة الأعضاء البديلة إلى عمليات جراحية روتينية.

• تصميم أجهزة جديدة للجراح الآلي تتمتع بخاصية الشعور بأنسجة الجسم عن بعد، وتحسين جودة صور الكاميرات. لذا بدلا من الاعتماد الحالي على المعلومات البصرية، فإن إضافة حاسة اللمس هي الخطوة التالية في الجيل المقبل من الجراح الآلي لتسهيل استخدامها وتسريع إنجاز العمليات الجراحية.

الخاتمة :

في الوقت الحاضر، يعتبر الجراح الآلي مجرد تقنية حديثة يحرّكها الجراح البشري وتقوم بدور الخادم

المطيع لما يمليه عليه سيده الجراح البشري من أمر ونهي والذي بدونه لن يستطيع القيام بأسهل المهام، ناهيك عن إجراء أبسط العمليات الجراحية.

وبـالتالي سيظل الجراح البشري هو السيد والمسيطر والمتحكم، ولن يحدث – على الأقل في المستقبل المنظور– أن يتم استبداله بفريق مدرب من الفنيين لتشغيل وبرمجة الجراح الآلي من أجل القيام بالعملية الجراحية المطلوبة.

لقد أتى الجراح الآلي كضرورة تقنية وإضافة نوعية للأدوات الجراحية لمساعدة الجراح البشري في أداء عمله بكفاءة وإتقان ولحل العديد من المشاكل الجراحية داخل غرف العمليات بالمستشفيات. وما زالت تقنية الجراح الآلي في مراحلها الأولى، وسيحمل المستقبل الكثير من التطورات والتغييرات والتعديلات للتعامل مع مشاكله ومخاطره وترسيخ وتفعيل مزاياه خاصة مع تطور تقنية المعلومات والاتصال.

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هـو: أين الوطن العربي من صناعة الإنسان الآلي بصفة عامة؟ وهل سنظل على أكثر تقدير متفرجين ومستهلكين أم سنتحوّل إلى مشاركين وصانعين للتقنية الحديثة؟

لذا، فهناك حاجة ضرورية وعاجلة من أجل تكاتف الجهود بين الجمعية العربية للروبوتات بمصر، والجمعيات والمراكز العلمية المعنية بالدول العربية، مثل مركز الروبوت الكويتي، من أجل وضع إستراتيجية لنشر وترسيخ وتنمية ثقافة تقنية الإنسان الآلي وتنشيط الإبداع العلمي لدى الشباب العربي

لدخول مجال تصميم وتصنيع الإنسان الآلي وتأهيل الشباب العربي للتعامل ومتابعة التطورات السريعة حتى يتمكن من التجانس والتفاعل مع لغة وتقنية العصر.

بعض المراجع

- Guo J, Li B (2018) : The application of medical artificial intelligence technology in rural areas of developing countries, Health Equity 2:1.
- Jiang F, Jiang Y, Zhi H, et al. (2017) : Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. Stroke Vasc Neurol. 2.
- Komorowski M, Celi LA. (2017) : Will artificial intelligence contribute to overuse in healthcare? Crit Care Med.45.
- Krittanawong C, Zhang H, Wang Z, et al. (2017) : Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. J Am Coll Cardiol. 69.
- Mesko B. (2017) :The role of artificial intelligence in precision medicine. Expert Rev Precis Med Drug Dev. 2.
- Miller DD, Brown EW. (2018) : Artificial intelligence in medical practice: the question to the answer? Am J Med.131.

ملف العدد

على طريق «التنمية الذكية»
«الذكاء الاصطناعي» : ممارسات ورهانات..

أ. محمود عبد المولى
المدرسة القومية للمهندسين بتونس ـ جامعة تونس

نتطرّق في هــذا المقال إلى مسألة «الذكـاء الاصطناعي» من منظور بحثي. وهنا نستعرض لكم محتوى كتاب حديث الإصدار في فرنسا – لم تسجل له بعدُ ترجمة إلى العربية – يتناول مُقاربات مجدّدة «للذكاء الاصطناعي» كأداة تقنية مستحدثة غمرت استعمالاتها جميع مجالات حياتنا الاجتماعية والاقتصادية والثقافية: «الذكاء الاصطناعي»، ممارسات ورهانات من أجل التنمية»(2019) لباحث إفريقي[1]، صاحب « كرسي لليونسكو في علوم الاتصال والتنمية» وذي إسهامات بحثية في مادة الاتصال وترابطها مع التنمية البشرية.

فكيف كان تطرّقه إلى المسألة بممارساتها العملية في حياتنا اليومية وحججها المستقبلية ؟

1 Alain Kiyindou, " Intelligence artificielle : Pratiques et Enjeux pour le Développement ", 2012 p., 2019, L'Harmattan, Paris, France

البداية تكون بتعريف المصطلح فكيف نفهم «الذكاء الاصطناعي» وماذا نعني به ؟

يعرّف الباحث «الذكاء الاصطناعي» باعتباره « ذكاء مبرمجا» ذي علاقة وثيقة بمفهوم يعتبره ملازما له ألا وهو «المسؤولية المجتمعية»، وذلك انطلاقا من أن الآلة على عكس الإنسان تفتقر لوعي وحس يترتب عنهما سلوكيات وممارسات عملية مستحدثة في الشأن اليومي...

وقبل الخوض في المسألة وتعقيداتها، يذكر الباحث بأنّ الطرق المتداول «للذكاء الاصطناعي» غالبا ما يكون من وجهة نظر « تقنية « أو من حيث المقارنة مع «الذكاء البشري» مبينا بأن «الذكاء الاصطناعي» حافز للتواصل البشري فضلا عن أنه يمثل سندا للتقنيات ولمنظومة الاتصال.

ولتبسيط إدراك القارئ المتخصص وغير المتخصص لمسألة معقّدة «كالذكاء الاصطناعي»، يبادر الباحث بتقسيم البحث إلى ثلاثة أجزاء مترابطة منهجيا ومنسجمة منطقيا:

- الجزء (1) : أسس وخصوصيات «الذكاء الاصطناعي»
- الجزء (2) : «الذكاء الاصطناعي» من منظور العلوم الإنسانية والاجتماعية والاتصال

الجزء (3) : رهانات وممارسات «الذكاء الاصطناعي» في مسار التنمية البشرية.

تمّت مساءلة عدة جوانب في هذا الجزء كالسلامة والأمن والصحة والتربية والاقتصاد والبيئة...

من أجل مقاربة إنسانية واجتماعية «للذكاء الاصطناعي»

يتساءل الباحث في عرضه لخصائص « الذكاء الاصطناعي»حول مدى «ذكاء» الآلة بالنسبة إلى الإنسان؟ أم أنهما «ذكيان» معا ؟ إذ يعتبر الباحث بأن « الذكاء الاصطناعي « لا يمكن تفعيله في انفصام مع الفعل الإنساني فالآلة الذكية» أو «المتعلّمة»[1] لا نجاعة لها بدون مساندة وتدخل للإنسان...

ويستعرض البحث مختلف المقاربات المؤسسة على مخرجات العلوم الإنسانية والاجتماعية خصوصا منها السوسيولوجيا وعلم النفس وعلوم الاتصال قبل أن يخلص إلى ضرورة التوسع في التحليل ببلورة مقاربة أشمل «للذكاء الاصطناعي» تكون «مجتمعية» يراعى في محتواها دور «التقنية» و«الإعلام» و«علوم التربية» ومسألة التكافؤ الاجتماعي. فهو يدعو للانتقال من «منظومة التربية الاتصالية» إلى منظومة التربية المؤسّسة على «الذكاء الاصطناعي»...

ويختم الباحث بعرض لتجارب وممارسات عملية «للذكاء الاصطناعي» في علاقته بالتنمية البشرية في بلدان مصنعة مستشرفا انعكاساته على الحياة اليومية للمواطن وذلك قبل أن يخص البلاد النامية بعرض حول رهانات ستُواجهها...

رهانات تواجه البلدان النامية

يستعرض الباحث عدة مسائل أفرزتها علاقة «الذكاء الاصطناعي» بالتنمية في البلاد النامية، وبالتالي بالأقطار العربية، من ذلك:

1 - محتوى ومدى كثافة ودورية الأبحاث العلمية

2 - العلاقة بالظرف التقني الخصوصي ببلدان ما زالت تفتقر لمنظومة فاعلة وناجعة للبحث العلمي والتقني من حيث المؤسسات والهيكلة والكفاءات البشرية،

3 - دور « الذكاء الاصطناعي» في تحجيم الفقر المنتشر...

4 - دور « الذكاء الاصطناعي» في إسناد سلامة المعطيات الفردية والأمن القومي

5 - الرهانات الاقتصادية المنتظرة

6 - الصحة العمومية الشاملة كرهان جوهري

7 - التربية والتعليم

8 - الرهان البيئي

«فللذكاء الاصطناعي» حضور ملموس ومتنام يوما بعد يوم في حياتنا ويتوقّع له الخبراء أن يساهم في نقلة عميقة لنمط الحياة والعمل في مجتمعاتنا...

وهو ما يصطلح عليه الباحث الإفريقي بمسار التوجه نحو «التنمية الذكية».

وهنا نشير إلى إصدار سابق لخبير دولي من تونس بمعية باحث أمريكي[2] ، وذلك ضمن مشروع دراسي حول آفاق التنمية واندماج الفضاء المغاربي ساهمت في تجسيمه مؤسستان بحثيتان إقليميتان.

وتتمثل الفكرة الأساسية للبحث في أنّ الثورة الرقمية الجارية فعالياتها والمتوغلة في ثنايا هيكلة الاقتصاديات والمجتمعات البشرية تمثل في الآن نفسه تحدّيا وفرصة للارتقاء برأس المال البشري ببلاد المغرب العربي. وإن سيطر «الذكاء الأمريكي» طويلا على صناعة المعلوماتية الحديثة وعلى صناعة «الذكاء» في العالم فالوضع في طور التغير باقتحام «الذكاء

1 Machin Learning

2 Smart Development Strategy, 2017 - Konrad Adenauer Stiftung , Germany, Maghreb Economic Forum, Tunisia

الصيني» لهذا المسار الجديد لتتعدد التساؤلات حول سبل تأثير «الذكاء الاصطناعي» على مجتمعاتنا وماذا عن الرهانات المجتمعية المنتظرة ؟

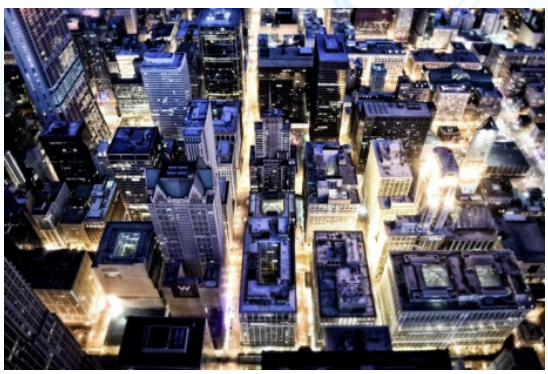
ويجمع هؤلاء الخبراء على أن « الذكاء الاصطناعي» سيزحف على مختلف الأصعدة وسيقتحم العالم بأكمله بما فيه الدول العربية وهو ما يحتم الاستعداد تنظيميا وبشريا وتشريعيا للجولات المقبلة... لأن «الآلة الذكية» أو «المتعلمة»[3] في تطور مستمر والبرمجيات ما انفكت تواكب هذا التطور...

3 Machin Learning

وباستعراضه لتطور « الذكاء الاصطناعي» الذي توصّل إلى إبداع «الآلة الذكية» أو «المتعلّمة» مقابل «الآلة العادية» يُشير الباحث إلى أنّ الآلة أضحت «ذكية» أو «مبرمجة» بشكل يسمح لها بالتفاعل مع محيطها المادي والبشري...بل إنّ التكنولوجيات الحديثة توصّلت إلى تصوّر «الآلة الفائقة الذكاء»[4]، وهو ما يجعل الباحث يستخلص أن البشرية تسير نحو «مجتمع الذكاء» أو «المجتمع الذكي»[5]

4 Ultra Smart Machin

5 Smart Society



مقالات وبحوث :

- صناعة الورق وتدويره — 51
  د. عادل داود
- لماذا خلق الله الأعداد ؟ — 57
  د. محمود باكير
- مشروبات الطاقة وآثارها السلبية على صحة الإنسان — 65
  د. خالد صلاح حنفي محمود
- مؤسسة العدد : أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات — 70
  د. أبو بكر خالد سعد الله
- شخصية العدد : الشريف الإدريسي : موسوعة الجغرافيا — 76
  د. خالد صلاح حنفي محمود

صناعة الورق وتدويره

د. عادل داود

بحث البشر منذ الماضي السحيق عن وسيلة تخلِّد الأحداث التي يعيشونها، وعن طريقة تتيح لهم تدوين ما يدور في ذهنهم. فأخذ الإنسان البدائي يرسم على جدران الكهوف، مستعمِلاً الحجر والخشب والعظام والفحم... ثم ظهرت الكتابة المسمارية، التي سُميت بهذا الاسم لأن أحرفها تشبه المسامير، وكانت تُنقَش بأدوات مصنوعة من القصب فوق ألواح الطين والحجر والشمع والمعادن.. وأوجَد الإنسان بعدها مستندات أخرى يكتب عليها، عندما استعمل جلود الحيوانات بعد تجفيفها، وسخّر لهذا الغرض أيضاً أوراق الشجر ونبات البرْدي والحرير والطبقات الخارجية لجذوع الأشجار.. فتنوَّعت الأشياء التي قام الناس بالرسم أو النقش أو الكتابة عليها؛ غير أن خلاصة التجربة الإنسانية في هذا المجال أوصلته للاختراع الأبرز الذي تجسَّد في الكتابة على الورق ذي المصدر النباتي.

تاريخ صناعة الورق وطريقته

يعود الفضل في اكتشاف الورق إلى الصيني تساي آي لون. فقد أعدَّ أول عجينة للورق في بداية القرن الثاني الميلادي. وصنعها من قطع القماش المنسوج، عقب تقطيعها وخلطها بالماء، وتكرار ضربها حتى تصبح رقيقة. ثم استعمل نباتات القنّب والخيزران وقشور جذوع أشجار التوت المقرونة بشباك صيد السمك، ليعتمد -في النهاية- على ألياف نبات الكتان في صناعة ما يشبه الورق بالشكل المعروف اليوم.

واستمر استحواذ الصينيين على موقع الصدارة في صناعة الورق دهرا طويلاً من الزمن. ومزجوا الغِراء مع النَّشاء لإعطاء الألياف قوة أكبر، وجعْل الورق مشدودا وقابلاً للحفاظ على الحبر وامتصاصه.

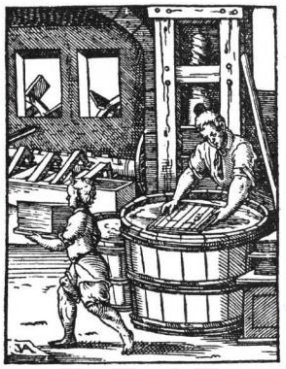
ثم أظهر اليابانيون، في القرن السابع الميلادي، براعةً في استعمال لحاء شجر التوت، فكان يُلصَق عن طريق الغراء النباتي المُستخلَص من الأرز أو القمح أو النشاء أو من دهون الحيوانات.

وفي القرن الثامن الميلادي، وصلت الفتوحات الإسلامية شرقي قارة آسيا؛ حيث انتصر المسلمون على الجيش الصيني في معركة (نهر طلاس) سنة 751 ميلادية. فلم يعد الورق حِكرا على الصينيين، بل اكتسب العرب تقنية تصنيعه، ساعين لاستثمارها في نشر الدين وتعاليمه. واحتضنتْ مدينة سمرقند (أوزبكستان اليوم) أول مركز إسلامي لصناعة الورق، ثم شهدت بغداد في نهاية القرن الثامن الميلادي إنشاء مصنع للورق، وازدهرت هذه الصناعة في القاهرة أيضا. ودأب الورّاقون العرب على طلاء الورق بالنشاء المجفّف أو الصمغ أو زلال البيض، لكي تصبح الورقة قادرة على تثبيت الحبر وعدم حلِّه.

وفَتحتْ الأندلس البوابة التي عبَر عن طريقها الورق إلى صقليّة (إيطاليا) في القرن الثاني عشر ميلادي، وإلى فرنسا في القرن الثالث عشر ميلادي، إلى أن أُنشئتْ ورشة لتصنيع الورق في مدينة شاطبة قرب مقاطعة بَلنسيَة (إسبانيا)، وانتشرت هذه الصناعة بعدها في باقي أنحاء أوروبا عن طريق البحر الأبيض المتوسط. واختُرعت في إيطاليا أول طاحونة هواء ميكانيكية تطوِّر الأسلوب الصيني في صناعة الورق؛ فتدور الطاحونة محرِّكة مطارق تقوم بهرس المواد الموضوعة لصنع الورق، ثم يُصفَّى الناتج لتشكيل عجينة الورق.

واستمر التقدم في تصنيع الورق في القرن الرابع عشر. وبات الأوروبيون أبرز منتجي الورق، ولا سيما الفرنسيون والألمان والهولنديون والسويسريون. ولمّا وصلت هذه الصناعة إلى إنجلترا، جرى نقلها في القرن السادس عشر إلى المستعمرات الإنجليزية في أمريكا الجنوبية، لتبلغ أمريكا في القرن السابع عشر. وكان تصنيع الورق يتّبع تقنية طحن المادة الخام -أي

لحاء الشجر والقنّب والقماش- حتى تفقِد ألوانها في الأحواض.

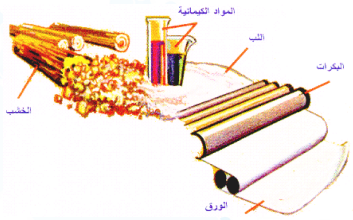


ثم تُعرَّض المادة للغسل بالماء الجاري لهدف تنظيفها من القاذورات، فتتحول إلى مادة شبيهة بعجينة طرية. ثم تضاف إليها المياه، وتُفصَل الألياف التي حافظت على تماسكها بطريقة دقيقة، لتُنشَر على لوح التجفيف بأشعة الشمس. ويُضاف النشاء إلى الناتج بغية تقويته وإعطائه صلابة أكبر.

وكان الهولنديون أول من اخترعوا آلة إنتاج الورق في القرن السابع عشر. فاستُعملت كبريتات البوتاسيوم والألمنيوم مع غراء الجيلاتين لتدعيم الورق، ومنعه من التعفّن.

وفي القرن الثامن عشر، اكتشف عالِم الطبيعة الفرنسي رونيه انطوان دو ريمور إمكانية الاستغناء عن القماش. وكان دو ريمور مختصا بدراسة سلوك الحشرات، فراقب حشرات الدّبور وطريقة بنائها لأعشاشها، ورأى أنها تُنتج مادةً شبيهة بالورق؛ إذ تتناول لب الخشب، فتمضغه، ثم تعيد إخراجه من جوفها، لتشكيل عشٍّ يشبه الورق المقوَّى. ودفع هذا الاكتشاف إلى استعمال لب الخشب عوضا عن القماش والألياف؛ حتى شهد عام 1800 طباعة أول كتاب في لندن صُنع ورقه من نشارة الخشب. وأدّى استعمال الخشب بمفرده إلى حدوث نقلة نوعية في إنتاج الورق، ففتح هذا الاكتشاف صفحة جديدة في تاريخ صناعته. واخترع الفرنسي لويس نيقولا روبير في نهاية القرن الثامن عشر آلة لصنع الورق، لها شكل أسطوانات تدور باستمرار وتُنتِج لفائف ورقية بدلاً عن الرقائق المسطحة. وكانت عائلة فوردنيير الإنجليزية مهتمة بتطوير الورق، فقام أَخَوان من العائلة بالإنفاق على تطوير آلة لويس نيقولا روبير، وصنْع آلة فوردنيير، التي قلّدها الأمريكيون عام 1827. وتميّز القرن التاسع عشر بالاعتماد كليا على الخشب في صناعة الورق.

ثم أضاف العالِم الأمريكي بنيامين تلجمان في منتصف القرن التاسع عشر محلولا كيميائيا (حمض الكبريتوز) إلى عجينة الخشب، لاستخلاص اللب مع الاستعانة بالبخار. وطوَّر هذه الفكرة العالِم الألماني كارل دول، فأنجز فصل الألياف بإضافة كبريتات الصوديوم والصودا الكاوية، فأنتجت هذه العملية ورقا شديدة الصلابة، وفق أسلوب كرافت (أي القوة باللغة الألمانية)، والذي فتح الباب أمام تصنيع علب الكرتون والأنواع المختلفة من الورق المقوَّى.



ودخلت الآلة بقوة في تصنيع الورق في القرنين العشرين والحادي والعشرين. فجرى استخلاص الألياف بالطريقة الميكانيكية؛ واستُعملت الحرارة الآلية في تحضير العجينة التي أُضيف إليها قماش اللباد والأسلاك الصناعية؛ وقدَّم البخار وسيلة ناجحة للتجفيف؛ وأسهمت الحواسيب المبرمَجة في ضبط العملية كاملة، وضمان الحصول على النتائج الدقيقة.

وتعدَّدت أشكال الورق وتنوّعت استعمالاته، فبات يوجد: ورق الطباعة، وورق الكتابة، وورق الإعلانات، وورق الجرائد، وورق المجلات، وورق التغليف، والورق المقوّى... وأصبحتْ خصائص المواد الكيميائية عاملاً مؤثرا في تكوين شكل الورق وطبيعته، إذ دُرِست لهذه الغاية مقاومة الورق للرطوبة والتعفن وامتصاصه للسوائل.

وهكذا، كانت صناعة الورق تعتمد في العصر القديم على طريقة الدبور، لاستخلاص لبِّ الجذوع، وصنع عجينة الخشب، ثم خلطها بالماء، ثم تجفيفها حتى تصير ورقا تحت تأثير حرارة الشمس.

أمّا في العصر الحديث فأمسى الخشب يُسخَّن صناعيا، ثم يوضع بين عجلات آلية شديدة السرعة، ليؤخَذ منه أليافه. واستمرت بعض المصانع بإضافة المواد الكيميائية قبل الدفع بالخشب بين الأقراص الدائرة لاستخراج ألياف السليلوز. وعندما تصبح عجينة الورق جاهزة، تُوضع فوق صفيحة تتحرك آليا بسرعة ارتجاج كبيرة، لتصفية العجينة من الماء الذي تحتويه. ثم تُعرَّض رُقاقات الورق للحرارة والضغط إلى أن تجف تماما. ويكون الورق على شكل صفيحة كبيرة، تُقطَّع وفقا للمطلوب.

ويمكن استخلاص ألياف الخشب من جدران عدد من النبات، مثل: القنب والخيزران والقطن وعشبة الحلفاء والجوت وقصب السكر والأرز والقمح... ولكنها تُستخلَص غالبا من جذوع الأشجار. ويثير هذا الأمر قلق الكثير من الناس في شتى بقاع العالم، فيدفعهم الواقع السائد إلى المطالبة بالتوسّع في إعادة تصنيع الورق المستعمَل للحفاظ على الأشجار وحماية البيئة.

تدوير الورق: كيفيته وفوائده

زاد الإلحاح على استثمار المواد القديمة إثر الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر، وذلك مع ازدياد عدد المصانع في الضواحي وأطراف المدن، وارتفاع الطلب

على مختلف المنتجات بفعل ازدياد عدد سكان العالم. فجُمعت المعادن والأقمشة وأُعيد تصنيعها، أي جرى تدويرها.

وبات اللجوء إلى تدوير المواد أمرا حتميا مع بداية الحرب العالمية الأولى (1914). لذا كانت تُجمع خردة الحديد وتُذوَّب، لتُستعمَل في صناعة الأسلحة والسكك الحديدية. واستمر الحال على هذا النحو حتى انتهاء الحرب العالمية الثانية (1945)، فدفعتْ الأزمة الاقتصادية والفقر إلى إعادة تصنيع الأشياء اللازمة في الحياة اليومية، ولا سيما الأقمشة والألبسة.

غير أن فكرة إعادة تصنيع الورق بزغت -قديما- في ذهن الموظف في البلاط الصيني تساي آي لون، حين قدَّم للإمبراطور هويتي في العام 105 ميلادي نموذجا ورقيا مصنوعا من قماش الكتان المستعمَل. وأُحدِث في القرن الحادي عشر (سنة 1031 ميلادية) أول مصنع للورق المُعاد تصنيعه في اليابان.

ولقي تدوير المواد في العصر الحديث -وتحديدا منذ الربع الأخير من القرن العشرين- مسوِّغا آخر؛ فالتلوث البيئي والمشكلات المناخية وقلة الموارد الطبيعية حثَّتْ على المطالبة بالتوسع في إعادة التصنيع؛ وذلك لهدف حماية النباتات والأشجار، والحفاظ على سلامة كوكب الأرض وعلى صحة البشر.

وترتفع الأصوات للحفاظ على البيئة، والتوقُّف عن قطع الأشجار لصنع الورق، لأن أوراق الشجر تنقِّي الجو وتبثّ فيه غاز الأكسجين، وتمتص غاز ثاني أكسيد الكربون؛ فضلاً عن أن مصانع الورق تزيد من تلوث البيئة. ويكمن حل هذه المسألة في تدوير الورق. وقد أُنشئ أول مصنع لهذه الغاية عام 1690 في ولاية فيلادلفيا.

ويمر التدوير بمراحل عدة تبدأ بجمع الورق المستعمَل من حاويات المهملات العامة التي تعتمد أسلوب الفرز، ويُرسم عليها شعار التدوير وكلمة PAPER (ورق).

ثم يُستَبعد الورق السيء. ويُقطَّع الورق الجيد إلى رقائق متساوية عن طريق آلة معدَّة لهذا الغرض. أمّا المراحل التالية، فهي نفسها التي تُتَّبع في تصنيع الورق بالطريقة العادية؛ فيُطحن الورق، ثم يُعالَج بالمواد الكيميائية لاستخلاص السليلوز، وتُحضَّر العجينة، ومن ثم تُستكمل عملية التصنيع حتى التجفيف، وتقطيع الورق بالشكل المطلوب.

غير أنه تجدر الإشارة إلى نتائج التدوير على طبيعة الورق، فهو يقصِّر من طول الألياف السليلوزية. لذا فإن الورق المُعاد تصنيعه لا يضاهي في جودته الورق الأصلي؛ إذ تبدو نقاوته أقل، وسماكته أرقّ، وملمسه أخشن، ومقاومته للزمن أضعف، وتشرّبه للسوائل أكبر. ويدفع ذلك إلى استخدامه في صنع ورق الجرائد والكرتون وورق التغليف...

لكن تدوير الورق يأتي بفوائد بيئية واقتصادية كبيرة، فهو أكثر سرعة في الإنتاج، وأقل تكلفة لعدم الاحتياج إلى دفع ثمن المواد الخام، ودفع أجور نقلها؛ فيحافظ بذلك على الطبيعة، ويوفِّر الوقود اللازم

للسيارات. وإعادة استعمال الورق تتيح عدم نقله إلى المكبَّات لحرقه أو دفنه، فيجنِّب الجو أو الأرض تلوثا كبيرا. وتسمح بالإبقاء على عدد أكبر من الأشجار، والحفاظ على كثافة الغابات لتؤدي دورها في التوازن البيئي. ويؤمِّن تدوير الورق فرص عمل كثيرة نتيجة افتتاح معامل خاصة بذلك، فقد شغّلت هذه المعامل سنة 2016 مليونا ونصف مليون إنسان في العالم، وأتت بأرباح بلغت مئة وستين مليار دولار.

ويُشار إلى أن تطور وسائل الاتصال في العصر الحديث، والاعتماد على النشر والمراسلات الإلكترونية سهَّل بنحو كبير الاقتصاد في استعمال الورق وإنتاجه.

***

المراجع

- أشرف عمر وهبة مقلد، «الورق: تاريخه وتطوره»، مجلة Cybrarians Journal، العدد 44، كانون الأول 2016، ص1 - 16.
- أنور محمود عبد الواحد، **قصة الورق**، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1998.
- محمد سيد محمد، **صناعة الكتاب ونشره**، دار المعارف، القاهرة، 1998.
- نزهات مفتاح البوعيشي - عبد المولى علي البهليل، «إعادة تدوير الورق والاستفادة منه كبديل للطينات في مجال النحت الخزفي»، مجلة كلية الفنون والإعلام، العدد 1، تشرين الثاني 2015، ص229-220.
- MAYER, Nathalie, «Comment fabrique-t-on du papier?»: https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/physique-fabrique-t-on-papier-6258/
- PRTR Estimation Manual, **Paper Industry**, Japan Paper Association, March 2002.

لماذا خلق اللّه الأعداد ؟

د. محمود باكير*

يقول الرياضي الألماني ليوبولد كرونيكر Leopold Kronecker (1823 - 1891) : "إن اللّه خلق الأعداد الصحيحة، وفيما عدا ذلك هو من صنع الإنسان". أي أن الأعداد هبة إلهية، وهبها اللّه للإنسان كي يسوس حياته على الوجه الأفضل. والسؤال: ما هي الحكمة من ذلك؟ أي ما هو مبرر وجودها في حياتنا؟ فمن المؤكد أن أهمية العدد لحياة الإنسان ليست بأهمية الماء والهواء، مثلاً، ولكن مع ذلك فله أهمية من نوع آخر، وخاصة في حياتنا المعاصرة. من ذلك ما تنطوي عليه الأعداد من اقتصاد في الجهد، وترشيد للوقت. ويكفي الإشارة إلى أن الإنسان البدائي كان يعتمد المقايضة في حياته اليومية بدلاً من الأعداد. يقول الرياضي البريطاني المعاصر جون ماكليش John McLeish في كتابه "العدد": إنه "حتى عام 1950، وفي بقاع نائية من العالم، كان هناك مجموعات من البشر لم يتجاوز فهمهم للعدد مرحلة: واحد...اثنان...كثير". وهذا أقصى ما يستطيعون عدّه. ثم يضيف ماكليش: "وقد ذكر سير فرانسيس كالتون في أواخر الثمانينيات من القرن التاسع عشر، أن أحد أفراد قبيلة "دامارا"Damara في إفريقيا بادل قطيعه من الغنم بلفائف التبغ، بأن أخذ لفافتين مقابل الرأس الأول من غنمه، ثم لفافتين مقابل الرأس الثاني، ثم لفافتين مقابل الرأس الثالث.... وهكذا. ولم يكن بالإمكان تسريع عملية المبادلة هذه دون وقوعه في فوضى مطبقة"، وذلك لعدم معرفتهم بعملية العد".

*دكتوراه في الرياضيات البحتة..خريج جامعتي دمشق وشفيلد (انكلترا)..عضو هيئة تدريسية في قسم الرياضيات في جامعة دمشق..رئيس جامعة القلمون الخاصة سابقا (سورية)..مهتم بعلاقة الرياضيات بالعلوم الإنسانية.

وقد خُلق العدد من أجل خدمة الإنسان، ولم يُخلق الإنسان من أجل خدمة العدد فقط. وما تقوم به الرياضيات هو توضيح "الوظيفة" المنوطة بالعدد وتفعيلها في جميع المجالات من خلال انكبابها عليه ودراسته على نحو معمق. أي أن للعدد دوره الإنساني والثقافي، وهو ليس بالقليل، وهذا ما نحاول بلورته.

يورد ألبير.ف. بايز في كتاب "التجديد في تدريس العلوم" أن الفيزيائي هنري مارجينو يؤكد: "ليس بكاف أن نخشى العلم أو نُعجب به، فالقضية الكبرى في عصرنا هي أن نؤنسنه، أي أن نسرع التطور الذي يجعل العلم في صلة عضوية مع الفلسفة والثقافة والحياة". وهذا ما ننشده من خلال ربط أحد مكوّنات الرياضيات الأساسية، وهو العدد مع الحياة الإنسانية.

والعدد ليس غريبا عن الفطرة الإنسانية لأنها تحتاج إليه في كثير من المجالات. بل والأكثر من ذلك فإن للحيوانات إحساسا فطريّا به. يقول ماكليش بأنه: "للحيوانات إحساس فطري بالعدد"، وهذا يعني أنهم يعرفون من الخبرة دون تحليل وعلى نحو مباشر، الفرق بين عدد من الأشياء وعدد أصغر منه...وقد بيّن البحث بعد ذلك أن الحيوانات الدجاج -مثلاً- يمكن أن تُدَرّب للتمييز بين ما نسميه أعدادا فردية وأعدادا زوجية من قطع الطعام.

ما هو العدد؟

من المعروف أن مفهوم العدد يُعد من اللّامعرّفات undefined terms في الرياضيات؛ أي بمعنى أنه من الكلمات الأولية التي تستعصي على التعريف؛ لذلك نقبل به دون أي تعريف. ومع ذلك يمكن مقاربة مفهومه من خلال الممارسة العملية. وهو - ببساطة - ما تشترك به المجموعات التي يوجد تابع (دالة) تقابل (واحد إلى واحد) بين عناصرها. فمثلاً، العدد "ثلاثة" هو ما تشترك به المجموعات المؤلفة من ثلاث زهرات، أو ثلاثة كتب، أو ثلاثة طيور... أي أن هذا "المشترك" بين هذه المجموعات، قاد إلى تشكيل مفهوم "الثلاثية". أو بصيغة أخرى، إذا أخذنا المجموعات الآنفة الذكر (الزهرات والكتب والطيور) وسألنا: ما هي طبيعة علاقة هذه المجموعات مع بعضها؟ نجد أن هناك تقابلاً (واحدا إلى واحد) بين أي مجموعتين من تلك المجموعات. وهذا "التقابل" تولّد عن الشيء المشترك بين تلك المجموعات. نسمي هذا "المشترك" في هذه الحالة العدد ثلاثة. أي أننا لم نعطِ أي أهمية لطبيعة عناصر المجموعة، بل انصب اهتمامنا على "العلاقة" بين تلك الأشياء. كذلك الحال في العدد أربعة أو خمسة أو غير ذلك من الأعداد. وبقليل من التجريد، وبإهمال طبيعة العناصر والتركيز على العلاقة بينها، نلاحظ أنه استطعنا أن نصل إلى هذا المفهوم على الرغم من عدم امتلاكه أي تعريف.

بعض فوائده

إن فوائد العدد أكثر من أن تحصى في جميع مجالات الحياة. فمنها ما يصعب الاستغناء عنه، وقد لا يوجد له بديل. وفي مقدمة ذلك أنه يمنحنا القدرة على التفكير المجرّد. وهذه القدرة مؤشر على ارتقاء العقل الإنساني، لأنه كلما ارتقى العقل كان قادرا على التفكير بالمجرّدات. وعلى خلاف ذلك فإن الارتباط بالواقع الحسي دليل على بدائية العقل. لذلك فلا عجب إذا عرفنا أن بعض علماء النفس يعرّفون الذكاء على أنه القدرة على التفكير المجرّد. وصحيح أنه في اللغة قدر من التجريد، ولكن لا يمكن مقارنته بالتجريد الذي تنطوي عليه الرياضيات، على الرغم من أن اللغة

تعلمنا المجردات منذ الطفولة. وحتى إن فعلت ذلك، فإن تأثيرها يكون بطيئا جدا، لأن هذه ليست من مهامها، مع الإقرار بأن اللغة العربية حافلة جدا بالمجردات. في حين نجد أن الرياضيات كلها عبارة عن مفاهيم مجردة. بل إن التجريد هو رئتها التي تتنفس بها، وتبعث فيها الحياة. لذلك تعد الرياضيات أكثر حقل معرفي يعزّز هذه القدرة عند دارسيها. واكتساب القدرة على التجريد مسألة مضنية، ولا نشعر بآلية اكتسابها، لأنها تتم بالتدريج، وعبر فترة زمنية طويلة. ويكفي الإشارة إلى أن تعلّم القواعد المتعلقة بالعدّ وفق ما يقوله عديد من المختصين: "بحاجة إلى قرابة عشر سنين من التعليم المدرسي المكثف قبل أن نتمكّن من متابعة هذا الوصف المجرد لهذه العملية".

فكما أن اللغة ملكة طبيعية، كما يرجح بعض علماء اللسانيات (اللغويات)، وفي غاية الأهمية في عملية التواصل الإنساني، بما تنطوي عليه من مدلولات، كذلك حال العدد، لأنه ينطوي على لغة الكم، وخاصة في حياتنا المعاصرة التي تسارعت فيها عملية «التكميم» (التعبير عن الشيء كميا) في كثير من المجالات لأهميته. فمعظم العلوم أضحت تعتمد على التكميم في عرض قضاياها الذي أصبح مؤشرا على مدى تقدم هذا العلم أو ذاك، ومن ذلك علم الاقتصاد الحديث الذي أصبح يبتعد عن لغة التوصيف التي لا تغني شيئا، ويقترب أكثر من التكميم.

والأعداد ليست فقط حاجة وضرورة حياتية للإنسان، بل هي أيضا مصدر ثريّ للتسلية لا ينضب. وربما كانت المربّعات السحرية أقدم الألغاز التي لها صلة كبيرة بالأعداد. وهي مجهولة المنشأ، بيد أنّ أقدم لوح وجد عليه مربع سحري اُكتشف في الصين. وهذه اللعبة لم تزل موضع اهتمام شريحة واسعة من الناس

في عديد من الدول إلى يومنا هذا. ومن وحيها طوّرت أشكال كثيرة من الألغاز، وأضحت لها أشكال هندسية مختلفة، ولم تعد مقتصرة على المربّعات كما كانت في السابق. والمربعات السحرية، بشكلها التقليدي، تتكوّن من مجموعة من الأعداد الموزعة على خانات صغيرة تؤلف المربع، بحيث يكون مجموع الأعداد في أي سطر، أو عمود، أو قطر، هو نفسه. ويعتقد بأن النظرية الرياضية لإنشاء هذه المربعات قد تبلورت في فرنسا في القرن السابع عشر الميلادي.

كذلك من مصادر التسلية الخاصة بالعدد قديما ما يُسمّى بالأعداد المُضْمَرَة. وهي أن تضمر عددا ما، ويُطلب منك إجراء بعض العمليات الجبرية البسيطة عليه، ثم يحزر السائل العدد المُضمر. ومن أوائل من اهتم بهذا النوع من المسائل من علماء العرب القدامى الفيلسوف والرياضي يعقوب بن إسحاق الكندي (ولد حوالي العام 185 هجري). فقد كتب عدة رسائل في هذا المجال حول استخراج الأعداد المُضمرة.

وحتى شعراء الجاهلية لم ينسوا نصيبهم من هذا النوع من المسائل. ومن هؤلاء النابغة الذبياني حيث يقول:

واحكُم كحُكمِ فتاة الحيّ إذْ نَظَرتْ
إلى حَمـام سِراعٍ وارد الثَّمَدِ
قالت: ألا ليتما هذا الحمَامُ لنـا
إلى حمامتنا ونِصْفُـه فَقَدِ
فَحسّبـوهُ فألْفَوْهُ كما ذكَـرت
تسعاً وتسعين لم تنقُص ولم تَزِد
فكمّلت مائـةً فيها حمامتُهـا
وأسرَعَت حِسْبةً في ذلك العدد

فقد استخدم الشاعر مفهوم المعادلة ذات المجهول الواحد، من الدرجة الأولى، من غير أن يسميها، أو ربما من غير حتى أن يعي ذلك. ولحل المسألة بالطرق الحديثة المعروفة نفرض أنّ الحمام الوارد الثمّد (الماء) هو x، فيكون نصفه x/2، وقد تمنّت لو يصبح لها هذا الحمام مع نصفه؛ ثم إذا أضافت إليه حمامتها سيصبح المجموع مائة حمامة. لذلك تكون المعادلة على النحو:

$x + x/2 + 1 = 100$ ، وبالحل نجد أن الجواب $x = 66$.

هذا ويبدو أن الأعداد مصدر إشباع ذهني لبعض الناس، يختبر الإنسان بها قدراته العقلية. وكثيرا ما تذكر كتب التراث العربي الإسلامي بعض المسائل والقصص التي تشير إلى قدرة بعض الأئمة أو الخلفاء السابقين، على حل بعض المسائل العددية المعقدة. وغالبا ما تستخدم هذه القصص تعظيما لهم. وهذا يذكّرنا بالقصة المعروفة الواردة في الأثر المتعلقة بتقسيم التركة المؤلفة من (17) جملاً بين ثلاثة رجال. فقد أوصى المُوَرّث أن تكون حصة الأول نصفهم، والثاني ثلثهم، والثالث تسعهم، دون تقسيم أي من الجمال.

وتنسب القصة إلى أمير المؤمنين علي بن أبي طالب. وهي تثير معضلة يستحيل حلها دون حل إبداعي. لذلك تقول الروايات إن أمير المؤمنين أضاف جملاً من عنده، فأصبح المجموع (18) جملاً، وهذا العدد يقبل القسمة على 2 و3 و9، على خلاف العدد17. أي قابلاً للقسمة وفق الحصص المطلوبة (النصف، والثلث، والتسع)، ويبقى جمل بعد التقسيم. لذلك أخذ أمير المؤمنين جمله في النهاية. أي أنه، عمليّا، لم يعط الورثة الجمل الإضافي، بل كان شيئا افتراضيا كي يحل هذه المعضلة. كذلك ما يروى عن الخليفة العباسي المأمون (يذكر ابن كثير في كتابه "البداية والنهاية" أن هذه القصة تُروى أيضا عن علي بن أبي طالب) أن امرأة دخلت على مجلسه "فذكرت أن أخاها توفي وترك ستمائة دينار، فلم يحصل لها سوى دينار واحد". فقال لها المأمون في الحال: قد وصل إليك حقك، كان أخوك قد ترك بنتين وأمّا وزوجة واثني عشر أخا وأختا واحدة، وهي أنت. فقالت: نعم يا أمير المؤمنين. فقال: للبنتين الثلثان أربعة مائة دينار. وللأم السدس مائة دينار. وللزوجة الثمن خمسة وسبعون دينارا. وبقي خمسة وعشرون دينارا. ولكل

أخ ديناران، ولك دينار واحد.

حتى علم الجَمال (دراسة طبيعة الشعور بالجَمال والعناصر المكونة له) الذي يبدو ليس له علاقة بالعدد، فإنه يعتمد في بعض جوانبه على الأعداد، وخاصة فيما يعرف بالنسبة الذهبية التي تعد هامة جدا في دراسة الفنون والعمارة. والنسبة الذهبية هي قيمة جذر المعادلة من الدرجة الثانية التالية: $x^2 - x - 1=0$، وتساوي تقريبا...1.618.

وقد استخدمها الفنان الإيطالي المعروف ليوناردو دافنشي (1452 -1519) على نطاق واسع في أعماله الفنية قبل دراستها بعدة قرون.

ونشير إلى أن عالم الأعداد غني بالأسرار والألغاز، ولم يُكشف النقاب إلاّ عن الجزء اليسير منه. وقد زادت أهميته في العقود الأخيرة بسبب تطبيقات نظرية الأعداد في مجال التشفير في الحواسيب (الكومبيوتر). فقد شرع حديثا في الثمانينيات من القرن العشرين في استخدام الأعداد الأولية (العدد الأولي هو الذي لا يقبل القسمة دون باق إلاّ على واحد وعلى نفسه، مثل...2,3,5,7) لإنشاء نظام خاص بالتشفير محكم وعلى درجة عالية جدا من السرية. وتكمن قوة هذا النظام في أن الرياضيات عاجزة، إلى الآن، عن إيجاد طريقة عملية لتحليل الأعداد الكبيرة إلى عواملها الأولية.

والمفارقة الطريفة هنا أن إحصاء فوائد العدد أو تعدادها، يحتاج أيضا إلى العدد ذاته!

هل العدد يطال كل شيء؟

وهذا يجب أن لا يعني أن كل ما في الحياة يُعَبر عنه عدديا، أو نستطيع تكميمه. فمثلا، كل ما هو إنساني يصعب التعبير عنه عدديا. ويكفي الإشارة إلى أنه من الصعب التعبير عن تذوق الحق والخير والجمال عدديا. فالأعداد كائنات رياضية تستخدم للتعبير عن الظواهر غير الإنسانية، أو للاستخدامات الحياتية المختلفة، بغض النظر عن مدى اتساع تلك الاستخدامات.

فضلاً عن ذلك، فقد بدأت الرياضيات منذ منتصف القرن التاسع عشر الميلادي تقريبا تأخذ منحى مختلفا عن ذي قبل حينما بدأ يطرأ تطور على طبيعتها، وإن كان بطيئا في بادئ الأمر. حيث شرعت تأخذ منحى التفكير المفاهيمي (نسبة إلى المفاهيم) أكثر من ذي قبل، وبدأ انحسار طبيعتها «الحسابية» التي قوامها الأعداد، وكانت

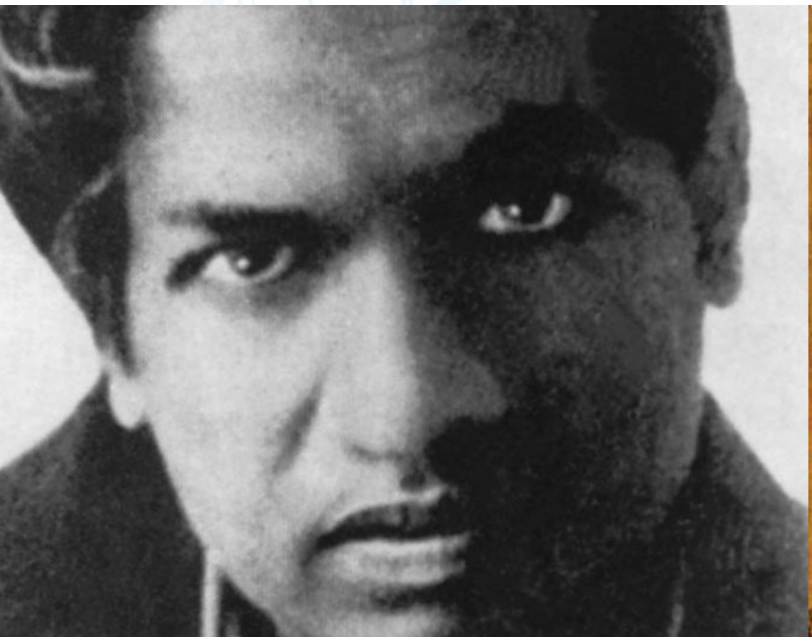
طاغية عليها طيلة قرون خلت. لذلك أصبحت تنعم بالجانب الفكري على حساب الطبيعة الحسابية. ونمو التفكير المفاهيمي واتساعه في الرياضيات لم يأت بديلاً عن طبيعتها الحسابية بل مكمّلاً له، وليأخذ كل منهما دوره الطبيعي في تشكيلها. فكل منهما يعبر عن ملمح مختلف من ملامح الرياضيات المتعددة، حيث تكون بداياتها ذات طبيعة حسابية، ثم تبدأ في مراحلها المتوسطة، ثم المتقدمة، تتضح أكثر طبيعة الجانب الفكري منها.

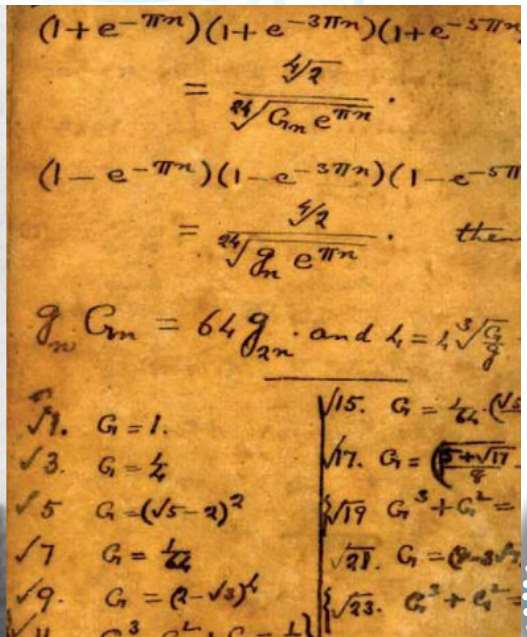
وهنا يجب التمييز بين التفكير الرياضي والتفكير العددي. حيث إنّ التفكير العددي حالة خاصة من التفكير الرياضي، فهو «الحالة الجنينية» التي تطوّرت عبر القرون إلى ما وصل إليه التفكير الرياضي. وقد بدأ أول تطور على التفكير العددي عندما بدأ التفكير الهندسي يأخذ حيزا في حياة الإنسان. ثم تابع التفكير الرياضي تطوره، وخاصة مع بدء تجبير الفكر (التعبير عنه جبريا) مع الرياضي البريطاني جورج بول George Boole (1815 - 1864)، وبعد ذلك مع المنطقي الأمريكي (النمساوي الأصل) كورت غودل Kurt Godel (1906 -1978)، وغيرهما كثر من الذين لم يمنحوا الرياضيات نكهة جديدة فقط، بل عملوا على تغيير طبيعتها التي أدت في المحصلة إلى اختراع الحاسوب.

ولا بد من الإشارة إلى أنّ جذور المفاهيم الرياضية مستمدة من الطبيعة، مهما بدت هذه المفاهيم على درجة كبيرة من التجريد، أو التعميم. أي إنّ الكائنات الرياضية هي محاكاة لأشياء في الطبيعة، مع الاعتراف بأنّ طبيعة المحاكاة الرياضية تختلف عن غيرها من المجالات، إذ تخضع للتجريد، نظرا إلى أنّ الرياضيات مفاهيم مجردة. لذلك من هذا المنظور نستطيع فهم قول الرياضي البريطاني غودفري هاردي G.H.Hardy (1877- 1947): "أعتقد أنّ الحقيقة الرياضية قائمة خارج أنفسنا، ووظيفتنا أن نكشفها، أو أن نلاحظها، وما النظريات التي نبرهن عليها، والتي نتكلم عنها ببلاغة، وكأنّها "مخلوقاتنا"، سوى نتائج ملاحظاتنا". وما تقوم به الرياضيات ليس أكثر من أن تجد "اللغة" المناسبة للتعبير عن تلك الملاحظات. أي إن الرياضيات باختصار، وفق رأي معظم الرياضيين، تُكتشف ولا تُخترع.

المكانة الأثيرة للأعداد

تتبوأ الأعداد مكانا متميزا في قلوب بعض الرياضيين. حيث يجعل بعضهم من عالَم الأعداد





امتدادا لعوالمهم الشخصية؛ وهم يتواصلون مع هذه الكائنات المجردة، وكأنّها مخلوقات تعيش معهم، ويستأنسون بها في وحدتهم. كما أنّ ثمة نوعا من الألفة قد توّلدت بين هؤلاء والأعداد، وقد آلت إلى صداقة شخصية عند بعضهم؛ كما يقول الرياضي الهندي الفذ سريفيناسا رامانوجان (1887- 1920): "إنّ كل عدد يبدو لي كأنه صديق شخصي". فقد ارتبط هذا الرياضي – رغم وفاته وهو في ريعان شبابه – بعلاقة وجدانية خاصة مع الأعداد، يصعب فهم كنههـــا أو الوقوف على ماهيتها. ويروي الرياضي هاردي أنّه عندما قدم رامانوجان إلى بريطانيا سنة 1914 لزيارة جامعة كيمبردج، ركب في إحدى سيارات الأجرة، وكان رقمها 1729. قال هاردي لضيفه الهندي: "إنّ هذا العدد ممل ويبعث على السأم". فأجابه رامانوجان في الحال: "إنّه ليس كذلك يا عزيزي...فهو عدد مثير جدا للاهتمام...لأنه أصغر عدد يمكن التعبير عنه كمجموع مكعبي عددين بطريقتين مختلفتين. فهو يســاوي $12^3 + 1^3 = 1728 + 1 = 1729$ وأيضا يساوي $10^3 + 9^3 = 1000 + 729 = 1729$". وهذا يشير إلى اهتمام رامانوجان البين بعالم الأعداد في الوقت الذي يؤكد عبقريته. وكان هذا اللقاء الأول من نوعه بين هذين الرياضيين اللذين وجدا من الأعداد مادة للحديث بينهما، فقد أبدى كل واحد منهما موقفه الشخصي من ذلك العدد، مع أنه من الشائع أن الإنجليز يبدؤون حديثهم مع الآخرين عن الطقس وأحواله.

وربما كان "الحب العددي" - إن جاز التعبير - عند بعض الرياضيين نتيجة ميل فطري. ومن المرجح أن ثمة عوامل نفسية – من غير إنكار العوامل الذهنية – تفضي إلى هذه الحالة. لأنه على الرغم من أنّ التواصل مع الأعداد يتطلب مكابدة ذهنية، إلا أنّه يعد نوعا من أنواع التحديات العقلية التي يبحث عنها هؤلاء ليفرّغوا طاقاتهم الذهنية؛ أو هو ميدان لممارسة اللياقة الذهنية. بيد أنّ اهتمام بعضهم بالأعداد لا ينطوي دوما على تحديات عقلية، بل يبدو أنّ ثمة راحة نفسية يجنيها هؤلاء من تعايشهم الذهني معها. وإلا فكيف يمكن تفسير ما قام به الرياضي الأمريكي فريدريك كول F.N.Cole في أواخر القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين، عندما أوجد العاملين الأوليين لأحد أعداد "مرسين" (نسبة إلى القس الفرنسي مارين مرسين Marin Mersenne (1588 - 1648)، وهو العدد $2^{67} - 1]$ 2[، أي العدد 2 مضروبا بنفسه 67 مرة، ثم نطرح من الناتج العدد 1. وقد استغرق ذلك منه، ما بعد ظهر يوم الأحد من أيام الأسبوع، على نحو منتظم، لمدة عشرين عاما على التوالي؛ حيث انتهى منه سنة 1903 م. أي ما يقارب خمسة آلاف ساعة عمل؛ وهذا ما يعادل عمل سنتين ونصف في حياتنا العادية. وكل ذلك من أجل تحليل عدد إلى عوامله الأولية. إذ كان معروفا، ومنذ سنة 1876 م، أنّ هذا العدد غير أولي، ولكن دون معرفة عوامله الأولية. ومما يجدر الإشارة إليه أن تحليل عدد إلى عوامله الأولية، من الأعمال الرياضية التي لا تتطلب جهدا ذهنيا خاصا، أو حتى مهارة رياضية، بل هو عمل روتيني قوامه عملية القسمة العادية. ويستطيع أي شخص ملم بمبادئ الرياضيات إنجاز ذلك إن توفر لديه العزم والتصميم. فلولا العلاقة الخاصة التي تربط هذا الرياضي بالأعداد، لما تحمل عناء هذا الجهد الكبير. وصفوة الكلام أن صداقة بعض الرياضيين مع الأعداد – كما يبدو – ذات دوافع نفسية في المقام الأول، مع الإقرار بأنّها تتم في إطار

ذهني، لأنّها تتناول كائنات مجردة. وحتى الآن لا توجد دراسات علمية – وفق ما يعلم الكاتب – قد تناولت هذا الموضوع، أو بحثت في أبعاده المختلفة، بيد أنّه من المرجح أن يكون البعد النفسي أحد أهم الأبعاد. وقد تكون دوافع لجوء بعض الرياضيين إلى "صداقة الأعداد" شبيهة باهتمام بعض الناس بالحيوانات الأليفة والعيش معها في منزل واحد.

وفي الختام، نشير إلى أنه ربما من الأسهل البحث عن المجالات التي لا يوجد فيها ضرورة للأعداد، لأنها أقل بكثير من تلك التي تستدعي الأعداد.

المراجع:

1-«العدد...من الحضارات القديمة حتى عصر الكومبيوتر»، جون ماكليش، ترجمة: خضر الأحمد وموفق دعبول عالم المعرفة-الكويت 1999.

2- «التجديد في تدريس العلوم»، ألبير.ف. بايز، ترجمة: صلاح أحمد وشحادة الخوري، وزارة التعليم العالي-سورية, 1983.

3- «البداية والنهاية»، ابن كثير، دار ابن كثير.

4- «الرياضيات عند الكندي»، محمود باكير، دراسة نشرت في أبحاث الاحتفال بالكندي عام 1994- وزارة التعليم العالي(سورية).

5- «المنطق وفلسفة العلوم»، بول موى، ترجمة: فؤاد زكريا، دار العروبة-الكويت، 1981.

مشروبات الطاقة وآثارها السلبية على صحة الإنسان

د. خالد صلاح حنفي محمود
كلية التربية ـ جامعة الإسكندرية

تنتشر مشروبات الطاقة بشكل واسع في مختلف الدول، وترتفع معدلات استهلاكها خصوصًا بين الشباب والمراهقين، بسبب رغبتهم في الاستفادة من الآثار الإيجابية المؤقتة التي تتركها هذه المشروبات على أدائهم البدني ونشاطهم، إذ أظهرت دراسات عديدة أن نصف المستهلكين لهذا النوع من المشروبات حول العالم هم من الفئات العمرية التي تقل عن (25) عاما. كما أظهرت الدراسات التي أُجريت في الولايات المتحدة الأمريكية أن 28 % من مستهلكي مشروبات الطاقة هم أطفال، وترتفع نسب استهلاك مشروبات الطاقة من قبل الأطفال في عدة دول منها ألمانيا، والنمسا ونيوزيلندا.

وهناك جدل مستمر حول مدى خطورة تناول مشروبات الطاقة على مستوى العالم، حيث تتعدد الآثار السلبية لتلك المشروبات، فقد تسببت بالتسمم للكثير من الأطفال دون سن السادسة في زيادة عدد نبضات القلب بشكل غير طبيعي، ناهيك عن إصابتهم بهشاشة العظام وتساقط الأسنان والاضطرابات العصبية والأرق، إضافة إلى نقص الفيتامينات اللازمة لنمو الطفل الأمر الذي يؤدي بدوره إلى حدوث مشكلات في النمو الجسدي والذهني للطفل.

(حنين أرجوب، 2015)

وقد تم منع بيع هذه المشروبات للأطفال دون سن (18) عاما في بعض دول الاتحاد الأوروبي، التي وضعت قوانين صارمة لمنع بيع هذه المشروبات للأطفال، كما أنّ بعضها يعاملها معاملة الأدوية؛ أما في الدول العربية فإنه لا يوجد في الكثير منها أيّة قوانين صارمة أو مانعة لتناول الأطفال مثل هذه المشروبات، الأمر الذي يسبّب أضرارا سلبية على المدين القريب والبعيد على صحة هؤلاء الأطفال.

فما هي تلك المشروبات؟ ولماذا سُمّيت بذلك الاسم؟ وما الآثار الإيجابية والسلبية لتناولها على صحة الإنسان؟ وما الواجب اتباعه تجاهها؟

نشـــأة وتطور مشروبات الطاقة:

انتشرت مشروبات الطاقة خلال السنوات الثلاثين الماضية، وكان أول ظهور لها في اليابان وتايلاند عام (1960)، لرغبة المستهلكين في مشروب يمد الجسم بالطاقة ويكون باردًا ومنعشا، ويحتوى على كمية من الكافيين، ثم ظهرت في عام 1977 أول علامة تجارية لمشروب الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية. وانتشرت في النمسا وأوروبا بالاسم التجاري الشهير "ريد بول" عـام 1987، وقـد ازدهـرت صناعـة تلك المشروبات واتسع انتشارها حتى وصل عددها إلى أكثر من (500) علامة تجارية مختلفة تنتجها أكثر من (200) شركة في عام 2006، ووصلت أربـاحها إلى أكثر من تسعة (9) بلايين دولار. وتركز حملات الدعاية والترويج لتلك المشروبات وفوائدها المقادة للخمول والكسل على فئات الأطفال والشباب والمراهقين.

(جريدة الرياض ، 2012)

ومشروب الطاقة خليط من المشروبات الغازية، ويتكوّن من الجلوكوز أو السكروز أو المحليات الصناعية والكافيين، وبعض المكملات الغذائية كالكارنتين لحرق الدهون، وأحيانا خليط أعشاب الجنسينج التي تسهم في تخفيف الإحساس بالاكتئاب، وبعض الفيتامينات مثل فيتامين ب6، وب 12،

وحامض البيروفيك، إضافة إلى بعض الأحماض الأمينية كالتيورين. وتحتوي عبوة المشروب الواحدة على كمية كافيين تعادل فنجانا واحدا من القهوة، لكن الدراسات أشارت إلى أنّ تناول القهوة هو الأفضل من الناحية الصحية. (نيكول طعمة، 2011)

ومن الضروري توضيح الفارق بين كل من المشروبات الغازية، ومشروبات الطاقة، من حيث محتوياتها وتركيبها. فجميع هذه المشروبات تحتوى على السكر أو المحليات الصناعية، وبعض الأحماض الأمينية، والفيتامينات، إلا أنّ تركيز الكافيين أعلى بكثير في مشروبات الطاقة. في حين تحتوى المشروبات الرياضية على نسب مختلفة من الأملاح كالصوديوم والبوتاسيوم، التي تساعد على تعويض الجسم ما يفقده من أملاح وتحميه من الجفاف.

والكافيين من أكثر المواد المنبهة للجهاز العصبي انتشارا في غذاء الإنسان ويصل الكافيين بعد 12- 30 دقيقة من تناوله إلى أعلى مستوياته في الدم أي أنه سريع الامتصاص، وهو بذلك يصل إلى جميع أنسجة الجسم، وبعدها يؤدي إلى رفع ضغط الدم وزيادة إدرار البول ورفع مستوى الأيض، ويزيد حرق الدهون وتحفيز الجهاز العصبي وزيادة حركة الأمعاء الدودية، مما يؤدي إلى تنشيط الذاكرة وتحسين المزاج وزيادة مستوى الأداء الإدراكي والأداء الجسدي.

ورغم تلك الآثار الإيجابية التي تصاحب تناول مشروبات الطاقة كتحسين الأداء الجسدي، فإنها تخلّف أضرارًا صحية لا يستهان بها وآثارا جانبية ضارة.

وأكبر خطر في مشروبات الطاقة هو ارتفاع نسب الكافيين الذي ينتج عن وجود بعض المركبات التي تحويه وهي: مركب غوارانا والذي يحتوي على 40 جم إلى 80 جم من الكافيين، ومركب جوز الكولا، ومركب المتة، ومركب الكاكاو، إضافة إلى ارتفاع نسب السكر في تلك المشروبات وما يترتب عليه من آثار سلبية على صحة الإنسان.

مشروبات الطاقة والأطفال:

تعد مرحلة الطفولة والمراهقة من المراحل الهامة في حياة الإنسان، ويكون معدل النمو فيها سريعا جدا، كما أن الدماغ ينمو في هذه المرحلة، ولكي يصل النمو إلى أقصى درجاته لا بد من توافر التغذية السليمة والنوم بدرجة كافية، وهنا المشكلة في مشروبات الطاقة لاحتوائها على الكافيين، الذي يؤثر على طبيعة النمو وشهية تناول الطعام بصورة سلبية.

(أماني عليوي الرشيدي، 2015)

وتعد الأضرار التي تتركها هذه المشروبات بمختلف مُسمّياتها التجارية أكثر شدة على الأطفال، إضافة إلى من يعانون أمراض القلب والكبد والكلى والسكري، واضطرابات الغدد الصماء.

وقد حذّرت الجمعية الأمريكية لطب الأطفال American Academy of Pediatrics من خطورة تلك المشروبات على الأطفال وصحتهم، وتزداد تلك الخطورة في حالة وجود مشكلات صحية لدى الطفل كأمراض القلب أو الضغط أو غيرها، وآثارها السيئة على شهية الأطفال.

(Cinteza, 21011)

وقد أكّدت دراسة علمية أصدرتها جمعية القلب الأمريكية AHA أن مشروبات الطاقة تسبّب مشاكل صحية خطيرة لدى الأطفال، إذ وجد الباحثون أن نسبة 41% من أصل خمسة آلاف مكالمة وردت إلى مراكز السموم بسبب تعرّض الأطفال تحت سن السادسة للتسمم نتيجة تناول مشروبات الطاقـــة، أو المعاناة من آثار جانبية له مثل تزايد نبضات القلب بشكل غير طبيعي. وذلك في الفترة ما بين أكتوبر 2010 وسبتمبر 2013 .

وفي دراسة أخرى أجريت في مستشفى مايو كلينك الأمريكية، أكد الباحثون أن تناول عبوة واحدة من مشروبات الطاقة تسبب ارتفاع هرمون الأدرينالين، وارتفاع ضغط الدم وارتفاع خطر الإصابة بأمراض القلب.

وتم تسجيل بعض الحالات المرضية لدى متناولي مشروبات الطاقة في ألمانيا تشمل الفشل الكبدي، والفشل الكلوي، واضطرابات الجهاز التنفسي، والاضطرابات النفسية، ونوبات الصرع، واضطراب العضلات وتسارع نبضات القلب، وفشل في وظائف القلب وارتفاع ضغط الدم.

وسجلت حالات في إيرلندا أصيبت بمشكلات التشنجات، واضطرابات التركيز الفكري، وتسارع نبضات القلب وبعض الوفيات. أما في نيوزيلاندا فهناك حالات اضطرابات الجهاز الهضمي، وآلام البطن والقيء، ونوبات التهيج واضطراب القلب.

كيف نتعامل مع مشروبات الطاقة؟

نظرا إلى خطورة هذه المشكلات، قـامت الهيئات العالمية بوضع أنظمة للحد من استهلاك مشروبات الطاقة والتوعية بأضرارها، ووضع القوانين واللوائح لمراقبة هذه المشروبات، فقد قرّرت الأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال منع مشروبات الطاقة في وجبات الأطفال الغذائية، وفرض ضرائب إضافية على بيع هذه المشروبات، وحملات توعية في الإعلام للآباء والأمهات والأطفال بأضرار هذه المشروبات، والتفريق بينها وبين باقي الأنواع من المشروبات، وأفضلها هو الحليب والمشروبات الطبيعية الطازجة التي تحتوي على الفيتامينات الطبيعية كفيتامين سي وفيتامين (أ) والفيتامينات الهامة لنمو الطفل. كما قرّرت

منع مرضى القلب والسكري وكبار السن والحوامل والمُرضعات من استعمال مشروب الطاقة، حيث إنه سريع الامتصاص ويصل إلى المشيمة وحليب الأم مباشرة، ويصل الجنين وهو في رحم أمه، وكذلك إلى الرضيع الذي يرضع الكافيين بنفس النسبة التي تحصل عليها الأم، وبالتالي قد يصاب الأطفال ببعض الإعاقات.

كما أوصت منظمة الصحة العالمية الشركات المصنّعة لمشروبات الطاقة بألا تزيد نسبة الكافيين في العبوة الواحدة عن (50) ملليغرام، وأن يكتب على العبوة أنها غير مخصّصة للأطفال أو من هم أقل من 16 عامًا. وتلتزم شركات مشروبات الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية بوضع عبارة غير مخصصة للأطفال على عبوات المشروبات. كما قام مجلس الوزراء السعودي بمنع وحظر الإعلان عن هذه المشروبات أو توزيعها مجانا، وحظر بيعها وتوزيعها في المطاعم الحكومية وكذلك الأندية الحكومية والخاصة. وإلزام الشركات بكتابة أضرار هذه المشروبات على العبوات المباعة.

المراجع

- أماني عليوي الرشيدي (2015). **مشروبات الطاقة**، سلسلة المطبوعات التوعوية، جامعة الملك عبد العزيز، ص 13.
- جريدة الرياض (2012). **مشروبات الطاقة. الزيادة في الاستهلاك تصل إلى الإدمان!** العدد 16149. في 10 سبتمبر 2012 .
- حنين أرجوب (2015). **"مشروبات الطاقة" خطر داهم** ، جريدة دنيا الوطن، 7 /7/ 2015.
- نيكول طعمة (2011). مشروب الطاقة خارج الرقابة، جريدة النهار، 9 يونيو 2011.
- Cinteza, E. (2011): Update in Pediatrics: To take or not to take soft drinks, sports or energy drinks? *A Journal of Clinical Medicine*, Volume 6 No.2.

أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات

د. أبو بكر خالد سعد اللّه
قسم الرياضيات / المدرسة العليا للأساتذة ـ القبة

مؤسسة العدد

يُعتبر المغرب في مقدمة البلدان العربيـــة في مجـــال إنشـــاء المؤسسات الأكاديمية العلمية الراقية. والمغرب هو أول بلد عربي أسس هيئة أكاديمية عليا على غرار ما يتم في الدول الغربية، سميت أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات. دعنا نعرّف القارئ بهذه المؤسسة العلمية الرائدة.

تأسيس الأكاديمية

أنشئت في المغرب رسميا أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات يوم 6 أكتوبر عام 1993. وفي 19 مايو 2000 صدر قانون بتعديل وتتميم المرسوم الملكي الصادر عام 1993. وفي 18 نوفمبر 2004 تم تعيين الأعضاء الخمسة للجنة التأسيسية، وهم الدكاترة عبد اللطيف بربيش (الطب)، ورشيد بن عبد الله (تكنولوجيا)، وألبير ساسون (بيولوجيا)، ومصطفى بوسمينة (كيمياء)، ومالك غلاب (روبوتيك).

ثم أضيف بتاريخ 30 مايو 2005 ثلاثة أساتذة أجانب إلى اللجنة التأسيسية. وفي 28 مايو 2006 تم التنصيب الرسمي لأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتكنولوجيا من طرف الملك محمد السادس. يشرف على الأكاديمية أمينها الدائم بالتعاون مع مجلس يضم خمسة أعضاء. ومن صلاحية هذا المجلس اتخاذ التدابير اللازمة لحسن إنجاز أعمال الأكاديمية والحرص على توزيع الميزانية وكذا تحديد مهام الأعضاء.

ومن هيئات الأكاديمية أيضا لجنة الأشغال المكوّنة من ثمانية أعضاء، أربعة منهم منتخبون. تقوم هذه اللجنة بتنسيق أعمال مختلف الأعضاء وأقسام الأكاديمية، وتحدد محاور الدراسات وتنشر فعالياتها.

والأقسام التي تتألف منها الأكاديمية هي ستة:

- قسم علوم الفيزياء والكيمياء : يُعنى بالفيزياء النظرية والإحصائية والفلكية، وعلم الفلك، والميكانيكا والبصريات، والتقنيات النانوية، والكيمياء العضوية والمعدنية، والهندسة الكيميائية...

- قسم علوم وتقنيات الأحياء : يُعنى بعلم الأحياء، والطب، والصيدلة، والتغذية، والعلوم البيطرية، والزراعة، وتربية الحيوان، والتكنولوجيا الحيوية...

- قسم النمذجة والإعلام : يُعنى بالرياضيات، وعلوم وتكنولوجيات المعلومات، والاتصالات...

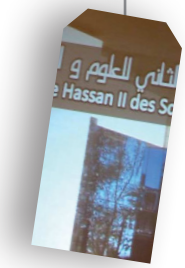
- قسم علوم وتقنيات المحيط والأرض والبحر : يُعنى بعلم المناخ، والجيولوجيا، والموارد المعدنية، وعلم المحيطات، وموارد مصايد الأسماك والصيد البحري، وعلم البيئة، والغابات، والمياه...

- قسم الهندسة والنقل والابتكار التكنولوجي: يُعنى بالهندسة المدنية والكهربائية، والطاقة والإلكترونيات، والابتكار، وتثمين نتائج البحث، والبحث والنمو...

- قسم الدراسات الاستراتيجية والنمو الاقتصادي: يُعنى بالاقتصاد القياسي والاجتماعي، وتحسين عمليات الإنتاج، والديموغرافيا، والتخطيط الإقليمي، واستراتيجيات النمو...

تضطلع هذه الأقسام بتقييم وجاهة مشاريع البحث العلمي التي تعرض على الأكاديمية ومعرفة مدى ملاءمة تلك المشاريع مع الأولويات الوطنية المسطرة؛ مع العلم أن كل قسم يديره عضو منتخب من قبل زملائه.

ينتسب إلى الأكاديمية عدد من الأعضاء، منهم الدائمون ومنهم المشاركون، ومنهم المغاربة ومنهم الأجانب. ومن المغاربة من هم علماء يعملون في مؤسسات أكاديمية خارج المغرب. والأجانب ينتسبون لبلدان متفرقة : فرنسا وإسبانيا والبرتغال والسويد وبريطانيا وكندا والولايات المتحدة والبرازيل والمكسيك ومصر والسنغال واليابان والصين. أما العدد الإجمالي لأعضاء الأكاديمية فهو ستون عضوا، من بينهم ثلاثون مغربيا، هم الأعضاء المقيمون، وثلاثون أجنبيا لهم صفة أعضاء مشاركين. وفضلا عن ذلك، ينتسب للأكاديمية ثلاثون عضوا مراسلا يتم اختيارهم من بين الشخصيات العلمية المغربية والأجنبية وممثلي



القطاعات الاقتصادية، مدة مهامهم محددة بأربع سنوات قابلة للتجديد مرة واحدة.

المهام والنشاطات المختلفة

لقد حددت مهام الأكاديمية بدقة : فهي مدعوّة إلى النهوض بالبحث العلمي وتنميته، وإلى إيلاء العلم والبحث العلمي "مكانة رفيعة في سلم القيم الوطنية". والمطلوب من الأكاديمية توفير منبر متميّز للباحثين من أجل التعبير عن آرائهم وربط الاتصال فيما بينهم. كما يتعيّن عليها العمل على نشر العلم وثقافته عن طريق تنظيم التظاهرات العلمية.

تعقد الأكاديمية المغربية دورة سنوية عادية يحدد تاريخها منذ 2012 خلال النصف الثاني من فبراير من كل سنة، ودورتها للسنة الجارية كانت أيام 26 - 28 فبراير 2019، وقد تناولت موضوع "الهندسة والطب في خدمة التشخيص والوقاية والعلاج". أما محاور السنوات الماضية فكانت :

- البحث والتنمية، والاختراعات التكنولوجية والتصنيع (2018)،
- المحيطات والمناخ، حالة المغرب (2017)،
- العلم في كل وضعياته (2016)،
- المخاطر الطبيعية : الزلازل والأمواج العواصف والظواهر المناخية المتطرفة (2015)،
- مصادر الطاقة المتجددة والنقلة الطاقوية : الوضع الحالي والتحديات والفرص السانحة للمغرب (2014)،
- الفيزياء اليوم، وتطبيقاتها (2013)،
- العلوم والهندسة الرقمية (2012).

وفضلا عن ذلك، تنظم المؤسسة دورات نصف شهرية يجتمع خلالها الأعضاء لتدارس القضايا المتعلقة بالأولويات الوطنية في مجال البحث العلمي. كما يناقشون تقارير خبراء الهيئات الجامعية التي تعرض عليهم لهدف التقييم.

وفي باب النشر العلمي، تهيمن البلدان المتقدمة على الإنتاج، ولا تزال حصة بلدان العالم الثالث دون المطلوب، خاصة في إفريقيا. وتلاحظ الأكاديمية أن تطور الوسائل الإلكترونية للمعلومات والاتصالات كشف عن التفاوت الكبير في الإنتاج العلمي بين البلدان المتقدمة والنامية. واتضح أن هذا، خلافا لما كان يعتقده الناس، لم يحدّ من الفجوة العلمية والتكنولوجية بين الشمال والجنوب، بل تزداد هذه الفجوة اتساعا رغم أهمية الاستثمارات والخطط والاستراتيجيات الموضوعة في العالم الثالث.

وفي هذا السياق، يتفق الجميع اليوم على أن مستوى التنمية الاقتصادية في أي بلد يرتبط ارتباطا وثيقا بمستوى مساهمة البلد في الإنتاج العلمي والتكنولوجي العالمي. والمغرب واع بهذا الوضع وتسعى الأكاديمية إلى لعب دور بارز في النهضة العلمية للبلاد.

وهكذا تُصدر الأكاديمية مجلة علمية منذ 2011 ظهرت منها لحد الآن 10 أعداد تهدف إلى نشر البحوث العلمية التي تأتيها من الأسرة الجامعية العلمية داخل المغرب وخارجه. وهذا للتعريف بالمستجدات في العلوم والتكنولوجيا وللإسهام في نشر المعارف وآخر ما توصل إليه الباحثون في شتى الميادين العلمية.

وإضافة إلى ذلك تبث الأكاديمية نشرة إخبارية نصف سنوية للتعريف بأنشطة وأعمال الأكاديمية لتكون همزة وصل بين الباحثين المغاربة. وتسهم أيضا "رسالة الأكاديمية" التي تصدر منها ثلاثة أعداد سنويا في التعريف بالمستجدات على مستوى المؤسسة.

وتنشر الأكاديمية تقارير ودراسات مختلفة تضعها في متناول المهتمين، من بينها :

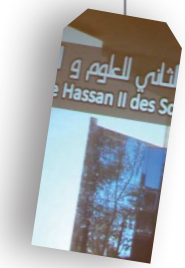
- تطوير البحث العلمي والابتكار التكنولوجي لربح معركة التنافسية (88 صفحة)،
- آفاق تدريس العلوم في المغرب (90 صفحة)،
- من أجل النهوض بالبحث العلمي والتقني لخدمة النمو بالمغرب (94 صفحة).

وتربط الأكاديمية اتفاقيات مع نحو عشرين مؤسسة أكاديمية من أوروبا وآسيا وإفريقيا وأمريكا، وأخرى تابعة للدولة مثل التعليم العالي والتربية. وتُلقى في رحاب المؤسسة سلسلة من المحاضرات العامة، والمحاضرتان الأخيرتان في حقلي الطب والرياضيات نُظمتا خلال شهري ديسمبر الفارط ويناير 2019، وكانتا لعالمين، أحدهما ألماني والآخر فرنسي.

تدعم الأكاديمية مشاريع البحث، ولهذا سطرت المحاور التي تتبناها المؤسسة، وهي :

- علم المناخ: المساهمة في تعزيز المعلومات والمعرفة بشأن تأثير تغير المناخ في المغرب ووضع تدابير التكيّف لهذا التغيير،
- قواعد البيانات: الطرائق والمعارف المتعلقة بمعالجة كميات كبيرة من البيانات،
- الفيزياء الإحصائية: تطوير الخبرات في وصف الأنظمة الفيزيائية،
- المواد المتقدمة: تحسين المعرفة العلمية وتطوير التكنولوجيات المبتكرة لصناعة المواد المتقدمة.

وهناك نشاطات مختلفة للأكاديمية، ومنها أنها نظمت في نهاية السنة الماضية ملتقى دام يومين ألقى



فيه كبار الباحثين من المغرب العربي ومن أوروبا 14 محاضرة في الرياضيات وتطبيقاتها وتفاعلها مع الفيزياء.

العناية بالشباب

تنظم الأكاديمية سنويا بالتعاون مع وزارة التربية لقاءات سميت "أيام الشباب والعلم " لفائدة التلاميذ والطلاب. وتهتم هذه التظاهرة بالدور المهم الذي يؤديه البحث العلمي والتقني في خدمة التنمية والوصول إلى مجتمع المعرفة والتكنولوجيا. ولذا يشمل برنامجها اجتماعات مع العلماء البارزين ومحاضرات، ومناقشات، ومعارض مختلفة، وزيارات، وعرض أفلام علمية.

وبالموازاة مع ذلك تُقام ورشات لمعلمي المدارس وأساتذة المرحلة المتوسطة والثانوية، وكذا أساتذة الجامعات في مجالات العلوم والتكنولوجيا وتدريسها. وباب هذه التظاهرة مفتوح أيضا للجمهور والصحفيين. والهدف من هذه الورشات يوضحه أصحابها في ثلاث نقاط هي :

- تشجيع الأطفال على الاهتمام أكثر بالمهن ذات الطابع العلمي،
- السماح للمعلمين بالتفاعل مع منهجيات تدريس العلوم في الأقسام الدراسية للأطفال من 8 إلى 12 سنة،
- التعرف على المعدات البيداغوجية الموجودة على شبكة الإنترنت لفائدة المدرسين.

وخدمة للنخبة الشبابيّة اعتمدت الأكاديمية فكرة إجراء مسابقات سنوية للحاصلين على شهادة الثانوية العامة للفوز بمنح دراسية في مجال العلوم والتكنولوجيا، وهذا منذ 2010. والمسابقة مفتوحة لأفضل الخريجين في التخصصات العلمية والتقنية (الرياضيات، الفيزياء، الكيمياء، علوم الحياة والأرض، التكنولوجيا) حيث يعتبر الثمانية الأوائل في كل سنة من الفائزين بهذه المنحة.

تغطي هذه المنح كامل مراحل الدراسة في التعليم العالي، من السنوات الأولى حتى الحصول على شهادة الدكتوراه، كما تشمل مدة التدريب للمهندسين. ومن جهة أخرى، تسعى الأكاديمية إلى تطوير نظام الأولمبياد المفتوح لحاملي الثانوية العامة الذين حصلوا على أعلى الدرجات في العلوم والتقنيات. ويعتبر هذا البرنامج امتدادا لأنشطة أخرى للأكاديمية خاصة بالشباب، مثل رعاية «نوادي العلوم» التي تم إنشاؤها في المدارس عبر المملكة.

كما حثت الأكاديمية منذ عام 2009 بالتعاون مع وزارة التربية المؤسسات المدرسية على إنشاء أندية علمية داخل الثانويات والمتوسطات والمدارس. وفي هذا السياق استفادت هذه النوادي من دعم مادي يغطي تكاليف المُعدّات والتسيير.

ويتم تقييم هذه الأندية من قبل لجنة مشتركة تتألف من أعضاء الأكاديمية ووزارة التربية. ولمتابعة هذه النشاطات داخل النوادي العلمية أُنشئ المركز الوطني للابتكار والتجريب التربوي. ودور هذه النوادي تلخصه النقاط التالية :

- تشجيع ديناميكية الانفتاح داخل المدارس لصالح العلم والتكنولوجيا،
- توفير ممارسات تدريس العلوم الجديدة في المدارس،
- تحفيز فضول التلاميذ العلميين وأبحاثهم الشخصية،
- تعزيز نقل الثقافة العلمية داخل المجتمع،
- تعزيز استقلالية التلاميذ والشعور بالمسؤولية،

ورفع قدراته على العمل الجماعي،

- اكتساب منهجيات العمل العلمي (الرصد، صياغة الفرضيات، التجربة، التفسير، التواصل)،

- التدرب على التصميم، ثم التصنيع والتحويل،

- إدراك البعد الاجتماعي والاقتصادي والأخلاقي للعلوم والتكنولوجيا،

- اكتشاف أهمية المعلومات العلمية،

- زيادة الوعي بالمخاطر الطبيعية والتكنولوجية الرئيسية،

- التعرف على تاريخ العلوم وتطور أفكاره،

- تشجيع التفاعل بين عالم البحث وعالم التعليم.

والجدير بالملاحظة أن النوادي العلمية مفتوحة أمام التلاميذ والطلاب المتطوعين في المؤسسات التعليمية المختلفة.

وإلى جانب ذلك تدعم الأكاديمية التظاهرات العلمية كجزء لا يتجزأ من مهامها. فهي تساهم سنويا بما يعادل عشرين فعالية علمية ينظمها الباحثون المغاربة في مختلف الجامعات والهيئات ذات الطابع العلمي. وهذا الدعم يركز على تشجيع طلاب الدكتوراه على المشاركة في أشغال هذه الملتقيات.

نشير إلى أن الأكاديمية المغربية عضو في اتحاد «الأكاديميات الأوروبية المتوسطية للتعليم العلمي» (AEMASE)، وهي مؤسسات منتشرة في عشرة بلدان: بريطانيا وألمانيا وفرنسا والمجر وإيطاليا ومصر والمغرب والسنغال والسودان وجنوب إفريقيا. ويهدف هذا الاتحاد إلى تطوير مشروع "آفاق 2020" الذي يرمي إلى جعل تعليم العلوم والتكنولوجيا أكثر جاذبية للشباب.

وبمبادرة من وزارات التعليم والتدريب المهني والتعليم العالي والبحث العلمي، وفي إطار اتفاقية موقعة عام 2016 مع الأكاديمية حول تدريس العلوم، تم تشكيل "مجموعة التفكير في تعليم العلوم". وقد قدمت الوثيقة الأولية حول "آفاق التربية العلمية في المغرب" العناصر الأولى للتأمل في الموضوع، وأتت ببعض المقترحات والتوصيات لتعزيز هذا المسعى. ومن المعلوم أنه تمت مناقشة هذه الوثيقة واعتمادها.

لقد أصبح اليوم التحكم في العلوم عاملا حاسما بدونه لا تكتمل السيادة الوطنية في البلاد، وأكاديمية العلوم والتقنيات المغربية تعي بأن الإبداع العلمي والابتكار التكنولوجي هما عنصران أساسيان في قطار التنمية الاجتماعية والنمو الاقتصادي للبلاد. ولهذا يتّخذ المغرب التدابير اللازمة لهدف تحسين أداء المؤسسات ذات الصلة بالبحث العلمي والتفوق في العلوم، فجاء إنشاء أكاديمية العلوم والتقنيات ليدعم هذا التوجه.

شخصية العدد

الشريف الإدريسي : موسوعة الجغرافيا

د. خالد صلاح حنفي محمود
أستاذ مساعد ـ جامعة الإسكندرية

للشريف الإدريسي مكانة كبيرة في تاريخ الإنسانية والحضارة الإسلامية، لكونه رائدًا في مجال الاكتشافات الجغرافية وإعداد الخرائط، فهو أحد كبار الجغرافيين والرحالة العرب، وأحد كبار مؤسسى علم الجغرافيا في الحضارة الإنسانية، ويعد كتابه (نزهة المشتاق في اختراق الآفاق) موسوعة جغرافية للعالم في القرن السادس الهجري، حيث استفاد فيه من علوم اليونانيين القدماء كبطليموس، وأضاف إليها ما رصده بنفسه من ملاحظات نتيجة أسفاره ورحلاته بالإضافة إلى مشاهدات من ساعدوه من علماء ورحالة. وقد اهتم الإدريسي بجغرافية البلدان والحضارة والعمران والتاريخ والأدب وعلم النبات والطب والفلك وسافر إلى العديد من أقطار العالم. وتكريمًا له أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا اسمه على الحافة الجبلية لمنطقة سبوتنيك بلانوم في كوكب بلوتو، اسم سلاسل الادريسي الجبلية بشكل غير رسمي اعترافا بفضله وتخليدًا لإسمه.

نسبه ونشأته:

الإدريسي هو أبو عبد الله محمد بن محمد الإدريسي الهاشمي القرشي، يرجع لقبه نسبة إلى جده الأعلى إدريس الأول مؤسس دولة الأدارسة بمراكش، ولد في مدينة سبتة بالمغرب عام (493)هـ / 1100 م ودرس العلوم من فقه وحديث ولغة إلى جانب إتقانه لعلوم الحساب والهندسة والفلك وعلم الأعشاب، ومعرفة الطب وأحوال العالم السياسية، وكان من أبرز دارسي علم الرياضيات، وسبق أرشميدس باختراع علم الهندسة، وكتب عدة مؤلفات في الأدب والشعر والنبات، أطلق على الإدريسي لقب القرطبي لأنه درس العلم في قرطبة، كما أطلق عليه لقب الصقلي، وذلك لاتخاذه جزيرة صقلية مكانا لاستقراره، بعد أن تعرّضت الدولة الإسلامية للسقوط ؛ وأطلق عليه لقب إسطرابون العرب، وذلك نسبة إلى إسطرابون الجغرافي ذي الأصول الإغريقية، وتوفي الإدريسي في عام 560 هـــ (1166م).

أسفاره ورحلاته:

عشق الإدريسي السفر والترحال منذ سن السادسة عشرة من عمره، وتعددت رحلاته حول العالم، مما مكّنه من علوم الجغرافيا والبلدان، وقام بتحديد اتجاهات الأنهار والبحيرات والمرتفعات، وضمنها أيضا معلومات عن المدن الرئيسة وحدود الدول. وقد استخدمت خرائطه في سائر كشوف عصر النهضة الأوروبية، ولمدة ثلاثمائة سنة حتى القرن (16) م.

درس العلم بسبتة وقرطبة، وسافر إلى الأندلس، وزار الحجاز وتهامة ومصر، ووصل سواحل فرنسا وإنجلترا، وسافر إلى القسطنطينية وآسيا الصغرى، ثم عاش فترة في صقلية في ضيافة ملكها روجر الثاني الذي اشتهر بحبه للعلم والعلماء، ومن بعده الملك (غليوم)، وقد عانى الإدريسي من شعوره بالغربة وحنينه إلى وطنه (سبته). ويصف الإدريسي غربته وترحاله بشعره:

ليت شعـــري أين قبـــري
ضاع في الغربـــة عمـــري
لـم أدع للعيـــن مـــا
تشتـــاق في بر وبحـــر

أشهر كتبه ومؤلفاته:

يعد كتابه الشهير (نزهة المشتاق) موسوعة علمية فريدة، بالإضافة إلى كتاب (المفردات) في الصيدلة والأدوية، وكتاب (روض الأنس ونزهة النفس) الذى يعرف باسم (المسالك والممالك)، وكتاب (روض الفرج ونزهة المهج) وقيل إنه مختصر لكتاب (نزهة المشتاق)، وكتاب (الجامع لصفات أشتات النبات).

وقد استغرق إعداد كتاب (نزهة المشتاق في اختراق الآفاق) خمسة عشر عاما، حيث طلب الملك روجر الثاني النورماندي ملك صقلية من الإدريسي أن يؤلف هذا الكتاب ليعرف من خلاله أقاليم وبلاد العالم، وأمد الإدريسي بفرق تساعد ومصورين ورسامين ليتجولوا في أقاليم العالم ليصوروا ما يشاهدونه والبحث في أحوال أقاليم وبلدان العالم، وتولى الإدريسي جمع وترتيب مادة الكتاب ثم أسماه (نزهة المشتاق) كما يعرف باسـم (كتاب روجـــر) أو (الكتاب الروجري).

وقد ضم الكتاب كل ما عرفه الأقدمون مثل بطليموس من معلومات سليمة، وأضاف إليها ما اكتسبه هو وما رآه في رحلاته وأسفاره، وما تعلمه من كتاب (العجائب للمسعودي)، وكتاب أبي نصر سعيد الجهباني، وكتاب ابن خرداذبة، وكتاب ابن حوقل البغدادي وكتاب اليعقوبي وغيرها.

واعتمد الإدريسي في جمع المادة العلمية للكتاب على أربعة مصادر هي:

1 - القراءة في كتب سابقيه: باعتبار أن المعرفة تراكمية، فاستفاد من اليونانيين، والرومان والعرب.

2 - المشاهدة الشخصية: فقد زار الأندلس وشمال إفريقيا وآسيا الصغرى وأجزاء من الشرق وأوروبا، ويبرز ذلك في الوصف التفصيلي لصقلية والأندلس نظرًا إلى الفترة الطويلة التي قضاها فيهما.

3 - المقابلات: كان الإدريسي حريصا على مقابلة الرحالة والتجار، وسماع رواياتهم ومعلوماتهم مباشرة.

4 - البعثات الاستكشافية: فقد اعتمد الإدريسي على أفراد يتولون التقصي وجمع المعلومات والرسم من الأقطار المختلفة.

وبعد مرحلة جمع المعلومات، بدأ الإدريسي في رسم الخرائط وشرحها في كتابه، وتمثل الخرائط الأصل في الكتاب، والكتاب مجرد شرح لها، وضم أطلس الإدريسي (70) خريطة، كما يوجد في مقدمة الكتاب خارطة مستديرة للعالم وتتميز هذه الخرائط بدقة الرسم، والتخلص من منهج الخطوط المستقيمة والدوائر الهندسية التي تميزت بها الجغرافيا العربية.

وقد قسم الإدريسي العالم إلى سبعة أقاليم هي:

الإقليم الأول: يمتد من الغرب إلى الشرق، بداية من المحيط الأطلسي إلى السودان والنوبة والحبشة واليمن والهند وينتهي في الشرق إلى بلاد الصين.

الإقليم الثاني: يمتد أيضًا من الغرب إلى الشرق بداية من المحيط الأطلسي مارا بجزر الخالدات وكل أجزاء مصر وساحل بحر القلزم وشبه الجزيرة العربية والخليج العربي ويمتد شرقًا إلى أجزاء من الهند إلى أن ينتهي عند الشرق جنوب الإقليم الأول.

الإقليم الثالث: يبدأ من المحيط الأطلسي ويشمل جزر سارة وخسران وبلهان، ثم يمتد إلى تونس وليبيا والبحر المتوسط والإسكندرية وجزء من خليج السويس وفلسطين والشام، والجزء الشمالي من شبه الجزيرة العربية والبحرين وإيران وتركستان وهضبة التبت إلى الشرق من الصين.

الإقليم الرابع: ويمتد من المغرب الأقصى عند بداية البحر المتوسط شمالاً إلى إسبانيا وجزيرة سردينيا وصقلية وكورسيكا ورودس ويمتد إلى سوريا وأرمينيا وتركيا والعراق وأذربيجان وينتهي عند جنوب الإقليم الثالث.

الإقليم الخامس: ويبدأ من شمال إسبانيا ويمتد من الغرب إلى الشرق مارًا بالبحر الأدرياني ثم يمتد إلى بلاد الجرمان والقسطنطينية إلى تركيا ثم هضبة أرمينيا ثم إلى شمال الصين إلى أن ينتهي جنوب الإقليم الرابع.

الإقليم السادس: يبدأ من الغرب من الجزر البريطانية ويمتد إلى فرنسا وألمانيا وبلغاريا ثم روسيا وبحر قزوين، وأرض تركيا إلى أن يصل إلى الصين عند سور الصين العظيم في الشرق جنوب الإقليم الخامس.

الإقليم السابع: يبدأ من المحيط الأطلسي غربا ويمتد شرقًا عبر الجزر في البحر وعبر نهر (ألبه) ويتصل ببلاد روسيا وهضبة التبت إلى أن يصل شمال الصين حيث افترض أنه لا حياة هناك.

فضل الإدريسي وإسهاماته العلمية:

يعد كتابه (نزهة المشتاق) من أشهر الآثار الجغرافية العربية، واستفاد منه الأوروبيون في تعريفهم ببلاد المشرق، كما استفاد منه علماء الشرق أيضا، وقد تمت ترجمة الكتاب إلى عدة لغات كاللغة اللاتينية والإسبانية والألمانية والروسية والفنلندية والفرنسية والإيطالية والإنجليزية. وأقدم طبعة عربية لهذا الكتاب صدرت سنة 1592م بمطبعة المديتشي بروما بعنوان (نزهة المشتاق في ذكر الأمصار والأقطار والبلدان والجزر والمدائن والآفاق)، كما ضمت مكتبة باريس نسخة خطية كاملة من هذا الكتاب. وصدرت

طبعات حديثة للكتاب في الوطن العربي منها طبعة مكتبة الثقافة الدينية بالقاهرة عام (2002م). وللكتاب أكثر من مخطوطة موزعة في العالم.

وكتاب "نزهة المشتاق" نهج فيه الإدريسي نهجا فريدا عن أقرانه ومعاصريه؛ فقد وصف العالم ككل، ثم قسمه إلى سبعة أقاليم، وكل إقليم إلى عشرة أقسام رئيسة، ثم وصف كل قسم، ورسم له خريطة وتحاشى فيه الخلط بين التاريخ والجغرافيا، وظل كتابه مرجعا لعلماء أوروبا لمدة ثلاثة قرون.

واشتهر الإدريسي بتطوير رسم الخرائط بطريقة أكثر دقة من الخرائط التي كانت معروفة من قبل، ويمكن رؤية ذلك في خرائطه التي بلغت أكثر من سبعين خريطة حيث لجأ إلى تحديد اتجاهات الأنهار والبحيرات والمرتفعات، وضمنها معلومات عن المدن الرئيسة وحدود الدول. واستخدم خطوط العرض الأفقية التي صنعها من الفضة، وقد استخدمت خطوط العرض قبل الإسلام، إلا أن الإدريسي أعاد تدقيقها لشرح اختلاف الفصول بين الدول.

كما قدم الإدريسي في كتابه خريطة كروية شاملة للعالم، قسمها إلى سبعة أحزمة عريضة فوق خط الاستواء، وفي هذا الكتاب جمع بين طريقتي العرب والأوروبيين، لذلك لاقى كل الاهتمام من المستشرقين وقاموا بترجمته، ووصفته دائرة المعارف الفرنسية بأنه أوفى كتاب جغرافي تركه لنا العرب، وأنّ ما يحتويه من تحديد للمسافات والوصف الدقيق يجعله أعظم وثيقة علمية جغرافية. ويذكر كراتسكوفسكي في كتاب (تاريخ الأدب الجغرافي العربي) أنّ كتاب (نزهة المشتاق) أفضل رسالة في الجغرافيا وصلتنا عن العصور الوسطى سواء من الشرق أو الغرب.

المراجع

1. أحمد زايد (2019). نزهة المشتاق للإدريسي، **المجلة العربية**، العدد (508)، ص. ص. 71-67.
2. شيرين طقاطقة (2019). بحث عن عالم مسلم، https://mawdoo3.com
3. الجمعية الجغرافية السعودية (2019). من هو الإدريسي؟ https://saudigs.org

المطبعة الرقمية للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

شارع محمد علي عقيد – تونس
الهاتف : 900 013 70 216+
تليفاكسميلي : 668 948 71 216+
البريد الإلكتروني : alecso@alecso.org.tn
انترنت : www.alecso.org.tn