التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

الذكاء الصنعي..
إتقان الآلة وإبداع الإنسان

علاج واعد للقدم السكرية

منارات عربية في الذكاء الصنعي

العدد 91 أكتوبر 2015 م - المحرم 1437 هـ
October 2015 No.91

التقدم العلمي العدد 91 أكتوبر 2015 المحرم 1437 هـ
October 2015 No.91

❖ رئيس مجلس الإدارة

حضرة صاحب السمو أمير البلاد

الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

حفظه الله ورعاه

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

أعضاء مجلس الإدارة

أ. د. فايزة محمد الخرافي

أ. مصطفى جاسم الشمالي

أ. أسامة محمد النصف

د. يوسف حمد الإبراهيم

أ. هاني عبد العزيز حسين

د. صلاح عبداللطيف العتيقي

أ. خالد خضير المشعان

المدير العام

د. عدنان أحمد شهاب الدين

نائب المدير العام

أ. د. أحمد عيسى بشارة

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-'ILMI

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 91 - المحرم 1437 هـ - أكتوبر 2015 م
October 2015 No. 91

رئيس التحرير
د. سلام أحمد العبلاني

المحرر العلمي
د. عبدالله بدران

سكرتير التحرير
د. طارق البكري

الإخراج والتنضيد
خالد مصطفى عادل
رمزي فيصل الهريمي
سهام أحمد حسين

المتابعة والتوزيع
مها صلاح الدين

الذكاء الصنعي وتغير العالم

العلم شعاع لا حد له، فهو طريق واسع منطلق، يخترق كل السبل، وحديثنا في هذا العدد من مجلة التقدم العلمي عن الذكاء الصنعي الذي يتوقع له أن يبدل وجه الكون، وخلاصته: هل سيقوم الإنسان يوماً بابتكار آلات ذكية تفوقه قدرة وحكمة وذكاء، وبإمكانها لاحقاً أن تتحكم فيه؟.. الإجابة محرجة؛ لكن المستقبل العلمي يخفي الكثير.

جميع المراسلات ترسل باسم رئيس تحرير مجلة التقدم العلمي
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

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

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

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

مـؤسسة الـكويت للـتقدم الـعلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

جائزة الإنتاج العلمي لعام 2016
دعوة للترشيح

إيماناً من حضرة صاحب السمو أمير البلاد حفظه الله ورعاه بأهمية رعاية العلماء والباحثين وتشجيع الكفاءات العلمية المتميزة في مختلف فروع المعرفة، وتشجيعاً لحملة الدكتوراه، من أبناء البلاد، على التفرغ للبحث والدراسة والتأليف والترجمة في مختلف فروع الإنتاج العلمي ودعماً لروح التنافس البناء بين المختصين، تخصص مؤسسة الكويت للتقدم العلمي جائزة باسم جائزة الإنتاج العلمي تمنح سنويا في كل من المجالات الآتية:

العلوم الطبيعية والرياضية:	الفيزياء – الكيمياء – الجيولوجيا – الرياضيات – الإحصاء – الحاسوب وغيره من التخصصات
العلوم الهندسية:	الهندسة الكيميائية - الهندسة المدنية - الهندسة الكهربائية -الهندسة الصناعية – الهندسة الميكانيكية - هندسة البترول - الهندسة الزراعية وغيره من التخصصات.
العلوم الحياتية:	علم النبات - علم الأجنة - علم الحيوان - علم الحشرات - الكيمياء الحيوية - الزراعة والثروة الحيوانية (وتشمل البيطرة ؛ إنتاج الحليب والألبان - الدواجن والماشية والأسماك) -الكيمياء الزراعية - الأمراض الزراعية - البستنة والبساتين- الميكروبيولوجيا وغيره من التخصصات.
العلوم الطبية والطبية المساعدة:	التشريح - الصيدلة – وظائف الأعضاء - الميكروبيولوجيا - علم الأمراض - الأمراض الباطنية - أمراض النساء والتوليد - الأطفال - العيادة النفسية - العلاج بالأشعة -الجراحة - طب الأسنان وطب العيون وغيره من التخصصات .
العلوم الاجتماعية والإنسانية:	علم الإنسان - علم النفس – علم الاجتماع - علم السياسة - التاريخ - الجغرافيا - التربية -اللغة العربية - اللغات الأجنبية – الفلسفة - الحقوق والشريعة وغيره من التخصصات .
العلوم الإدارية والاقتصادية:	إدارة الأعمال - التسويق - الإدارة الصناعية - التمويل والاستثمار- المحاسبة - الاقتصاد - التأمين - الإدارة العامة وغيره من التخصصات .

تقدم المؤسسة سنوياً في كل مجال من المجالات المذكورة جائزة مقدارها 10.000 د.ك (عشرة آلاف دينار كويتي) مع ميدالية ذهبية ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية.

ويتم منح جائزة الإنتاج العلمي وفق الشروط التالية:

- أن يكون كويتي الجنسية.
- أن يكون حاملاً لدرجة الدكتوراه وأن يكون للمتقدم على الأقل 10 أبحاث علمية منشورة ومحكمة ما بعد نيله درجة الدكتوراه.
- يشتمل الإنتاج العلمي على ما يأتي: الأبحاث المنشورة أو المقبولة للنشر في مجلات علمية محكمة، أبحاث منشورة في وقائع مؤتمرات علمية، أبحاث تم إلقاؤها أو قدمت كملصقات في المؤتمرات العلمية، كتب مؤلفة أو مترجمة أو محررة أو تأليف فصل أو أكثر في كتاب، مقالات ودراسات وتقارير علمية وبراءات اختراع، ولا تدخل أبحاث رسائل الماجستير والدكتوراه في تقييم الإنتاج العلمي المرشح.
- قرارات مجلس إدارة المؤسسة نهائية ولا يجوز الاعتراض عليها.
- تعبئة طلب التقدم للجائزة، ويرسل مع جميع أعمال المتقدم إلكترونياً. ويمكن الحصول على طلب التقدم من خلال الموقع الإلكتروني للمؤسسة www.kfas.org على أن تكون الأعمال وفق ملفات PDF إما بواسطة وسائل التخزين Flash Memory على العنوان التالي:
- مؤسسة الكويت للتقدم العلمي – الشرق شارع أحمد الجابر – الهاتف المباشر 22270465 (965+)
- أو بواسطة وسائل التخزين السحابية مثل (Google Drive – Dropbox – One Drive) وترسل على البريد الالكتروني لمكتب الجوائز prize@kfas.org.kw .
- تقبل الترشيحات لغاية 15 / 3 / 2016

للاستفسار بشأن الجائزة يرجى الاتصال بالرقم الآتي: 22270465 - فاكس: 22270462

أو البريد الإلكتروني لمكتب الجوائز: prize@kfas.org.kw

خطوط متوازية بين الذكاء البشري والذكاء الصنعي: السباق المحموم

رئيس التحرير

د. سلام أحمد العبلاني

لا يوجد جانب من جوانب حياتنا إلا ولامسته التكنولوجيا بطريقة ما، وساهمت فيه إما نحو الأفضل أو الأسوأ. ولكن من الواضح أن القدرة البشرية التكنولوجية متجهة بكل قوة نحو تطوير أمرين مؤكدين: الإنسالة (الروبوت، الإنسان الآلي) والذكاء الصنعي. والتحدي المقبل يكمن في صنع إنسالات تتمتع بالتفكير الذاتي ومستقلة تماما عن التحكم البشري، بحيث يمكنها الاستجابة للظروف المتغيرة باستمرار. فالذكاء الصنعي، كما في أفلام الخيال العلمي، سيعطي الآلات القدرة على التفكير التحليلي باستخدام المفاهيم والنمذجة والتقدم في علوم الحاسوب والرياضيات مما سيؤدي إلى تغيير أنماط حياة البشر إلى مستويات لا يمكن التنبؤ بها.

التنبؤ الدقيق بالطقس: ربما يكون صعباً في ضوء الكم الهائل من البيانات المرسلة من السواتل (الأقمار الصنعية). لكن بفضل التطورات المستقبلية فإن الذكاء الصنعي سيكون قادراً على تدقيق الملايين من البيانات المتاحة وتحليلها ذاتياً للتنبؤ بمنتهى الدقة بالظواهر الجوية والكوارث الطبيعية وحرائق الغابات وإصدار الإنذارات المبكرة ذاتياً لإنقاذ الأرواح.

إنسالات الأعمال المنزلية والشاقة والتطورات المذهلة: ستنفذ أعمالا أكثر تعقيداً مثل العناية بالأطفال والحيوانات الأليفة، وبعض الصناعات التي تقتضي وجود الإنسالات جنباً إلى جنب مع الإنسان، إذ إن وجود الإنسان قرب الآلات لم يكن آمناً في السابق. وستقوم الإنسالات الذكية بالتعدين في المناجم العميقة والتخلص من الألغام والتعامل مع المواد المشعة.

تنظيف البيئة والحد من التلوث: سيتم تنفيذ ذلك بآلات فائقة الذكاء ذات برامج متطورة للتمييز بين الكائنات المجهرية والملوثات النفطية أو النفايات الخطرة، ولديها قدرة على التعامل مع الملوثات الجوية في لحظة نشوئها مباشرة في المصانع، بحيث يمكن التعرف إليها وفصلها قبل خروجها من مداخن تلك المصانع.

سيارات ذكية من دون سائق: سترسم الإنسالات خريطة ثلاثية الأبعاد لبيئتها، ثم تدمجها مع خرائط عالية الدقة للعالم فتتيح هذه التكنولوجيا إنتاج أنواع مختلفة من نماذج البيانات تسمح للسيارة بقيادة نفسها. هذه التكنولوجيا قطعت شوطاً كبيراً من النجاح في القطارات.

السفر عبر الفضاء: سيؤدي الذكاء الصنعي والإنسالات دوراً رئيسيا فيه في المستقبل غير البعيد. فوكالة الفضاء الأمريكية تعتمد على المكوكات غير المأهولة والمسابير الفضائية لاستكشاف المجرات البعيدة التي ستستغرق من البشر سنوات للوصول إليها كالحصول على كنوز من المعلومات من على سطح كوكب المريخ.

حماية المنشآت: من أعمال السطو أوالتهديدات الإرهابية، وذلك من خلال برمجيات ذكية لنظم الرصد، وفحص المكالمات الهاتفية والاتصالات الأخرى، وغربلة كميات كبيرة من البيانات بسرعة هائلة.

تطورات نوعية في الطب: سيستطيع الذكاء الصنعي اكتشاف الأزمات القلبية قبل حدوثها، وسيكون قادرا على إجراء الجراحات المعقدة والتمييز بين الأدوية المنقذة للحياة والوهمية.

دمج الجسد البشري في الآلة: يمثل هذا الهدف الحلم النهائي لدى الكثير من العلماء. فباستطاعة الذكاء الصنعي توسيع حدود العقل والجسم، وإتاحة الفرصة للقضاء على الإعاقة وإبطاء الشيخوخة بل وحتى إيقاف الموت (كما يتوهمون). وعلى الرغم من أن هذا سينتج إنسانا "سوبر" بقدرات ذهنية، ورياضية وجسدية لا مثيل لها، فإن هناك أسئلة أخلاقية عديدة يجب طرحها للمحافظة على إنسانيتنا.

النقد العلمي
العدد (91) أكتوبر 2015

ملف العدد <<<

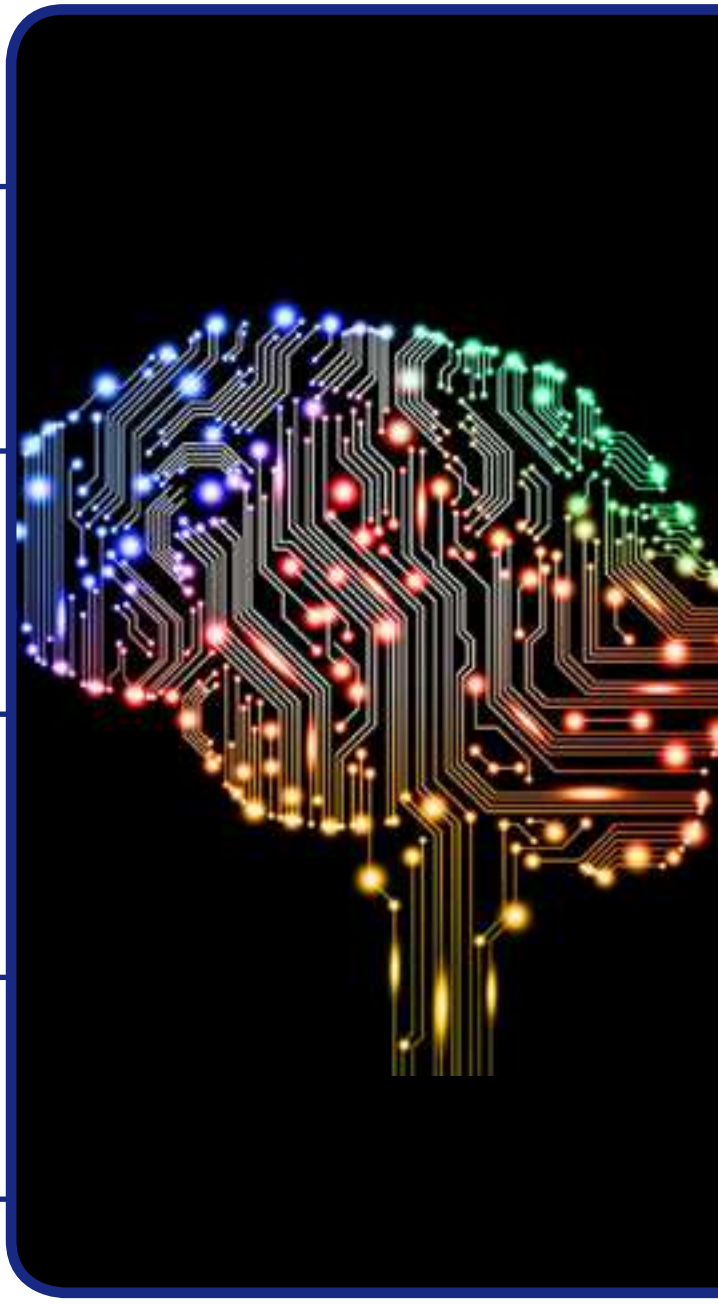
الذكاء الصنعي.. مسيرة تاريخية
د. عبداللاه إبراهيم الفقي
16

البرمجة الجينية الآلية
وتطورات الذكاء الصنعي
د. إبراهيم عبدالفتاح عبدالحميد
22

خوارزميات التحسين وأساليب الكائنات
الحية في البحث عن الغذاء
د. محمد العبد
28

الإنسالات الطبية.. تطبيقات باهرة
للذكاء الصنعي
د. أيمن الأحمد
32

منارات عربية في الذكاء الصنعي
د.علي حويلي
37



فعاليات <<<

القمة العالمية للتنمية المستدامة 2015.. أوان العمل العالمي للناس والكوكب

6

جربه معهد دسمان للسكري بنجاح
دواء فعال لإنقاذ الأقدام المهددة بالبتر

10

من مقالات العدد <<<

نظم العمارة البشرية وموقعها في البيئة — د. علي دحروج

56

قوة النمل — داوود سليمان الشراد

72

شجرة الخروب.. غذاء ودواء — د. عبدالحميد حسن شقير

78

مركبات الديوكسين والفيوران وأخطارها البيئية — د. مروان الدمشقي

87

القمة العالمية للتنمية المستدامة

2015 ... أوان العمل العالمي للناس والكوكب

في سبتمبر الماضي شهدت منظمة الأمم المتحدة قمة عالمية متميزة جمعت 193 دولة عضواً في الجمعية العامة للأمم المتحدة للاتفاق على أجندة التنمية المستدامة 2030، ومجموعة من الأهداف العالمية الجريئة الجديدة، وأشاد الأمين العام للمنظمة بان كي مون بها باعتبارها رؤية شاملة ومتكاملة وتحويلية من أجل عالم أفضل.

وشكلت تلك القمة العالمية التي شاركت فيها دولة الكويت ممثلة في حضرة صاحب السمو أمير البلاد الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح فرصة تاريخية وغير مسبوقة تتيح الجمع بين بلدان وشعوب العالم معاً كي يقرروا فتح آفاق جديدة وخوض غمار تلك الآفاق، تحقيقا للتقدم إلى الأمام وتحسين حياة الناس في كل مكان. وستحدد تلك القرارات المسار العالمي الذي ستسلكه الإجراءات اللازمة لإنهاء الفقر، والترويج للرخاء ورفاهية الجميع، وحماية البيئة ومعالجة تغير المناخ.

د. عبدالله بدران *

ومن المتوقع أن تنشأ عن الإجراءات التي اتخذت خلال تلك القمة أهداف جديدة من أهداف التنمية المستدامة تنبني على الأهداف الإنمائية الثمانية للألفية. وتعمل الأمم المتحدة مع الحكومات والمجتمع المدني وغير ذلك من الشركاء على الاستفادة من الزخم الذي أوجدته الأهداف الإنمائية للألفية والمضى قدماً في وضع خطة طموحة للتنمية فيما بعد عام 2015. وألقى سمو أمير البلاد بيان الكويت أمام القمة العالمية لاعتماد جدول أعمال التنمية لما بعد 2015.

* المحرر العلمي للمجلة (الكويت)

وهذا نص البيان:

«بسم الله الرحمن الرحيم

فخامة الرئيسين المشاركين، أصحاب الفخامة والسمو والمعالي والسعادة رؤساء الوفود المشاركة، السيدات والسادة، الحضور الكريم، السلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

يسرني بداية أن أتقدم لكم بالتهنئة الخالصة على رئاستكم لهذه القمة، متمنياً لكم كل التوفيق والنجاح في إدارة أعمالها وتحقيق ما نصبو إليه جميعا، كما لا يفوتني أن أشكر الأمين العام للأمم المتحدة السيد بان كي مون على جهوده المقدرة والمتميزة وعلى تقريره القيم.

يتزامن عقد هذه القمة التاريخية غير المسبوقة مع ذكرى مرور سبعين عاماً على إنشاء هذه المنظمة العريقة التي نفخر جميعا بما حققته من إنجازات طوال العقود الماضية، عززت خلالها أواصر التعاون الدولي في المجالات المختلفة في ظل مواجهتها لتحديات وأزمات.

ويمثل إعلان وأهداف التنمية المستدامة السبعة عشر بأبعادها الثلاثة الاقتصادية - الاجتماعية - البيئية التي تم اعتمادها في هذه القمة منطلقاً لدعم التطلعات الإنمائية العالمية.

أصحاب الجلالة والفخامة والسمو، إن التنمية المستدامة المستهدفة تواجه تحديات كبيرة بسبب الأنماط السلوكية للإنسان على مر العصور إضافة إلى أثر الكوارث الطبيعية وارتفاع درجة حرارة الأرض، الأمر الذي يضاعف من مسؤوليتنا.

إن أهداف التنمية المستدامة تحتم علينا العمل وفق أساليب مبتكرة يمكن التنبؤ بها لمواكبة المتطلبات والاحتياجات الإنمائية في تنفيذ جدول أعمال التنمية لما بعد 2015 بهدف اجتثاث الفقر بحلول عام 2030، وذلك من خلال العمل الجماعي الدولي والشراكة العالمية الفعالة وفق مبدأ المسؤولية المشتركة مع الأخذ بعين الاعتبار تباين الأعباء. وفي هذا الصدد، تشدد الكويت على ضرورة وفاء الدول المتقدمة بما التزمت به بتخصيص ما نسبته 0.7% من ناتجها القومي الإجمالي لتأمين حصول الدول النامية على تمويل مستدام تأكيدا على الالتزامات التي تعهد بها المجتمع الدولي.

ولقد حرصت الكويت على تحمل مسؤولياتها الإقليمية والدولية تجاه تحقيق الأهداف الإنمائية، والعمل على تعزيزها ومعالجة قضاياها بإيجابية وفعالية، حيث استضافت بلادي في السنوات القليلة الماضية عدداً

سمو الأمير: أهداف التنمية المستدامة تحتم علينا العمل وفق أساليب مبتكرة يمكن التنبؤ بها لمواكبة المتطلبات والاحتياجات الإنمائية في تنفيذ جدول أعمال التنمية لما بعد 2015 بهدف اجتثاث الفقر بحلول عام 2030

سمو الأمير: الكويت تبوأت المرتبة الأولى في تقديم المساعدات الإنسانية لعام 2014 بإجمالي مساعدات نسبته 0.24% من الناتج المحلي الإجمالي وهي النسبة الأعلى من بين الدول المانحة في العالم

من المؤتمرات الرفيعة المستوى الاقتصادية منها والإنمائية والإنسانية، وأطلقت العديد من المبادرات لتعزيز الشراكة والتعاون في المجالين التنموي والإنساني، والتي نتابع استمرار سيرها وآليات تنفيذها للتأكد من تحقيقها لأهدافها المعلنة.

إن الكويت لم تدخر جهداً في مساعيها الرامية إلى تقديم المساعدات التنموية للدول النامية والدول الأقل نمواً من خلال مؤسساتها المختلفة، وأبرزها الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية، عن طريق تقديم قروض ومنح ميسرة لإقامة مشاريع البنى التحتية لتلك الدول، حيث استمرت بلادي خلال السنوات الماضية في تقديم مساعدات تنموية بلغت ما معدله 2.1% من إجمالي الناتج المحلي، أي أكثر من ضعف النسبة المتفق عليها دولياً.

وما يبعث على الفخر بأن الكويت ورغم أنها دولة نامية، فقد تبوأت المرتبة الأولى في تقديم المساعدات الإنسانية لعام 2014 وفقاً لتقرير المساعدات الإنسانية العالمي الذي تصدره سنويا منظمة مبادرة التنمية، حيث بلغ إجمالي المساعدات ما نسبته 0.24% من الناتج المحلي الإجمالي، وهي النسبة الأعلى من بين الدول المانحة في العالم.

أصحاب الجلالة والفخامة والسمو، تبقى الأمم المتحدة الآلية المثلى لمناقشة ما يواجه العالم من تحديات ومخاطر، وإن نجاحنا في تحقيق التنمية المستدامة في إطارها يؤكد مسؤولياتنا حيال عالمنا المعاصر.

وفي الختام، لا يسعني إلا أن أشكركم على حسن استماعكم، متمنين لمؤتمرنا كل التوفيق والسداد.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته».

سمو الأمير: الكويت استمرت خلال السنوات الماضية في تقديم مساعدات تنموية بلغت ما معدله 2.1% من إجمالي الناتج المحلي أي أكثر من ضعف النسبة المتفق عليها دوليا

الأهداف الإنمائية الجديدة

أطلقت الأهداف الإنمائية للألفية سنة 2000، وحددت سنة 2015 كأجل محدد لبلوغها. وانطلاقا من اعترافها بنجاح هذه الأهداف – ووعيها بالحاجة إلى خطة جديدة للتنمية لما بعد عام 2015 – وافقت الدول الأعضاء سنة 2012 في مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة «قمة ريو + 20» على إنشاء فريق عمل مفتوح لوضع مجموعة من أهداف التنمية المستدامة.

وبعد أكثر من عام من المفاوضات، قدم فريق العمل توصياته بشأن 17 هدفاً للتنمية المستدامة. و في أوائل أغسطس 2015 توصلت الدول الأعضاء في الأمم المتحدة البالغ عددها 193 دولة إلى توافق في الآراء بشأن الوثيقة الختامية لجدول الأعمال الجديد «تحويل عالمنا: جدول أعمال للتنمية المستدامة 2030»..

وتتضمن الخطة الجديدة للتنمية المستدامة 17 هدفاً مع 169 غاية.

وتتميز أهداف التنمية المستدامة بتوسع نطاقها؛ فهي تعالج العناصر المترابطة للتنمية المستدامة: النمو الاقتصادي والإدماج الاجتماعي وحماية البيئة.

القمة العالمية للتنمية شكلت فرصة تاريخية وغير مسبوقة تتيح الجمع بين بلدان وشعوب العالم معا كي يقرروا فتح آفاق جديدة في العمل الجماعي لإنهاء الفقر والترويج للرخاء ورفاهية الجميع وحماية البيئة ومعالجة تغير المناخ

أهداف التنمية المستدامة

1- القضاء على الفقر بجميع أشكاله في كل مكان.

2- القضاء على الجوع وتوفير الأمن الغذائي والتغذية المحسّنة وتعزيز الزراعة المستدامة.

3-الصحة الجيدة والرفاهية.

4-ضمان التعليم الجيد المنصف والشامل للجميع وتعزيز فرص التعلّم مدى الحياة للجميع.

5- تحقيق المساواة بين الجنسين وتمكين كل النساء والفتيات.

6- ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة.

7- ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة.

8- تعزيز النمو الاقتصادي المطرد والشامل للجميع والمستدام، والعمالة الكاملة والمنتجة، وتوفير العمل اللائق للجميع.

9- إقامة بنى تحتية قادرة على الصمود، وتحفيز التصنيع الشامل للجميع والمستدام، وتشجيع الابتكار.

10- الحد من انعدام المساواة داخل البلدان وفيما بينها.

11-جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود ومستدامة.

12-الاستهلاك و الإنتاج المسؤولان.

13-اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدي لتغير المناخ وآثاره.

14-حفظ المحيطات والبحار والموارد البحرية واستخدامها على نحو مستدام لتحقيق التنمية المستدامة.

15-حماية النظم الإيكولوجية البرية وترميمها وتعزيز استخدامها على نحو مستدام، وإدارة الغابات على نحو مستدام، ومكافحة التصحر، ووقف تدهور الأراضي وعكس مساره، ووقف فقدان التنوع البيولوجي.

16-السلام والعدل والمؤسسات.

17-تعزيز وسائل التنفيذ وتنشيط الشراكة العالمية من أجل التنمية المستدامة. ■

جربه معهد دسمان للسكري بنجاح

دواء فعال لإنقاذ الأقدام المهددة بالبتر

صفاء كنج *

عندما راجع أحمد خالد جاسم العيادة المتخصصة في معهد دسمان للسكري (التابع لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي) في منتصف يناير الماضي لم يكن واثقاً من النتائج التي سيحصل عليها. كان يعاني تقرحاً متقدماً ومركباً في القدم بحيث إن جميع الأطباء الذين عاينوه في مستشفيات عدة أبلغوه أن الخيار الوحيد أمامه هو بتر ساقه اليمنى من فوق الركبة. أحمد البالغ من العمر 50 عاماً يعاني من السكري من النوع الثاني منذ 30 عاماً ويخضع لغسل الكلى منذ عدة سنوات، ومجرد التفكير بأنه سيفقد ساقه كان يسبب له ألماً لا يحتمل ويجعله غير قادر على النوم، وكان يتساءل: كيف سيتحرك، ويتابع أعماله ويواصل حياته بساق واحدة؟

المدير العام لمعهد السكري د. كاظم بهباني يتوسط الأطباء المعالجين والمريض جاسم

* كاتبة علمية ومدربة عالمية في مجال الإعلام العلمي (قبرص).

عندما كرر آخر طبيب عاينه القول إن البتر هو الخيار الوحيد الباقي أمامه، سأل أحمد الطبيب غير مصدق: «ألا يوجد حل آخر يا دكتور؟». فكر الطبيب قليلاً وقال له: «ربما هناك حل. هناك باحثون في معهد دسمان للسكري يجربون دواء جديداً ربما يكون مفيداً لك، لمَ لا تجرب ذلك؟».

وهكذا، على الرغم من فقدانه كل أمل، قصد أحمد قسم طب القدم في معهد دسمان «ليجرب حظه»، فليس هناك ما يخسره. وافق أحمد على المشاركة في التجربة السريرية، وبدأ العلاج في بداية 2015، وواظب على الحضور ثلاث مرات أسبوعياً، وبعد 11 أسبوعاً من المتابعة، أعيد بناء النسيج الميت في قدمه.

تقول الباحثة ليانيت رودريغيس المشاركة في الدراسة لمجلة النقد العلمي إنه «بعد 76 يوماً من العلاج بعامل النمو الظهاري عن طريق التشريب المباشر (direct infiltration)، اكتمل نمو النسيج الحبيبي الضام في مكان الجرح، وهي المرحلة المهمة قبل التئام الجرح وشفائه التام. بعدها تابع أحمد العلاج في قسم طب القدم بمعهد دسمان حتى شفي تماماً في بداية شهر أكتوبر».

وتضيف الباحثة المساعدة والاختصاصية في الكيمياء الحيوية: «في الزيارات الأولى كان المريض يبدو متعباً ومهموماً ومتألماً، لكن مع تقدم العلاج وبفضل الاهتمام الذي حظي به من الأطباء والممرضين بدأ مزاجه يتغير. بات حضوره مع زوجته يضفي جواً من المرح في العيادة. وكانت فرحتنا جميعا غامرة عندما رأيناه يمشي وحده للمرة الأولى».

دراسة سريرية

أحمد واحد من 50 مريضاً شاركوا في الدراسة البيانية السريرية في المرحلة 4 لدواء هبربروت-بي (Heberprot-P) في معهد دسمان للسكري التي بدأت في ديسمبر 2014، وكانت في مرحلتها النهائية في بداية أكتوبر 2015. ووفقاً للبيانات الإحصائية الأولية لهذه الدراسة مع أخذ المرضى الذين تخلفوا عن الحضور والمتابعة بعين الاعتبار، بلغت نسبة النجاح في إعادة بناء النسيج الحبيبي بصورة تامة نحو 95%، وفق قول الدكتور رافايل ايبارغويين، الاختصاصي في علم الوراثة والمسؤول عن (دراسة فعالية وسلامة دواء هبربروت-بي لدى المرضى المصابين بتقرح متقدم في القدم السكرية بمعهد دسمان للسكري في الكويت).

يوضح الدكتور ايبارغويين أن دواء هبربروت - بي مسجل في كوبا منذ 2006، وتم حتى الآن تسجيله في أكثر من 20 بلداً، حيث تم

دواء هبربروت-بي (Heberprot-P) الكوبي أثبت فعاليته في إعادة نمو النسيج الميت في القدم وإنقاذ عشرات الآلاف من بتر أقدامهم

50 مريضاً شاركوا في دراسة بيانية سريرية في المرحلة 4 لدواء هبربروت-بي (Heberprot-P) بمعهد دسمان للسكري وأثمرت نجاح 95% منهم في إنقاذ أقدامهم من البتر

استخدامه في علاج التقرح المتقدم للقدم السكرية لدى أكثر من 185 ألف مريض. وبناء على نجاح التجربة السريرية في معهد دسمان، يجري العمل حالياً على تسجيل الدواء في الكويت لاعتماده علاجاً للحالات المتقدمة لتقرح القدم السكرية.

وبالمقارنة، يعطي العلاج بالأكسجين العالي الضغط (HBOT) وغيره من وسائل العلاج - وهي متوافرة في معهد دسمان للسكري- نتائج لا تتجاوز 15 إلى 20% في بناء النسيج الضام خلال أقل من 20 أسبوعاً وفق نتائج الدراسات السريرية المنشورة، كما أنها غير ناجعة في علاج تقرحات القدم السكرية المتقدمة والمعقدة.

ويتبع العلاج بدواء هبربروت - بي بروتوكولاً مختلفاً لأنه منتج حيوي فعال يقوم على تشريب عامل النمو الظهاري مباشرة في النسيج المتضرر وبصورة متكررة. وجميع الدراسات السريرية البيانية أظهرت فعاليته في مختلف أنواع تقرح القدم السكرية سواء الناجمة عن الاعتلال العصبي السكري أو عن الاعتلال العصبي الإقفاري (الأسكيمي)، وفق ما تقول الباحثة ليانيت رودريغيس.

ويمكن إعطاء الدواء إلى جانب أي علاج آخر وخصوصاً العلاج بالأكسجين العالي الضغط، لأنهما يعملان على مسارين مختلفين دون وجود تعارض بينهما.

تـراوح نسبة المصابين بالسكري في العالم ما بين 6 و12% من السكان في أي بلد لكنها ترتفع إلـى نحو 30% فـي دول مجلس التعاون الخليجي

وعي المريض للأخطار

يوصى مرضى السكري بإيلاء عناية كبيرة بأقدامهم وفحصها باستمرار. ويرى الدكتور إيبارغويين «أننا نواجه مشكلة عدم إدراك المرضى مدى خطورة هذه المضاعفات على حياتهم». ويضيف: «على سبيل المثال، إذا اكتشف مريض أنه يعاني مرضاً في القلب فهو غالباً سيهتم بصحته ويغير سلوكه، وإذا أبلغ مريض أنه يعاني السرطان، فسيسارع إلى البحث عن أفضل وسائل العلاج، لكن، عندما نقول لمريض السكري: لديك تقرح متقدم وخطر في القدم، فربما لا يأخذ الأمر على محمل الجد ويعرض حياته للخطر، علماً أن الجروح المهملة يمكن أن تتحول بسرعة إلى حالة مستعصية تستوجب البتر. وعدم إدراك مدى خطورة تقرح القدم السكرية مسألة خطرة جداً؛ لأن 50% من المرضى يفقدون قدمهم الثانية بعد سنة من بتر الأولى، وأن 60% ممن يتعرضون للبتر يتوفون بعد خمس سنوات بسبب مشكلات في القلب والشرايين».

تطورات علاج قدم سكرية لأحد المرضى حتى تماثلها للشفاء في معد دسمان للسكري

من كوبا الى الكويت

قد تبدو الفترة الممتدة بين البدء بتسويق الدواء سنة 2007 ووصوله إلى المرضى في منطقة الشرق الأوسط والكويت تحديداً في نهاية 2014 طويلة نسبياً؛ نظراً للحاجة الملحة إلى مثل هذا الدواء مع زيادة انتشار مرض السكري والأمراض المصاحبة له ومنها تقرح القدم السكرية. وإذا كانت الأدوية الجديدة تحتاج إلى سنوات عدة لتصبح معروفة، ففي حالة كوبا كان الحظر الاقتصادي المفروض على ذلك البلد سبباً إضافياً في تأخر انتشار الدواء في الخارج.

لكن الأمور بدأت تتغير حالياً مع تحسن العلاقات بين كوبا والولايات المتحدة. ويقول الدكتور ريديل فيبلس الجراح والاختصاصي في الأوعية الدموية والتروية المشارك في الدراسة البيانية إن العمل جار لترخيص الدواء في أوروبا عبر هيئة الدواء الأوروبية (EMA)، ويؤمل تحقيق ذلك خلال سنة 2016. وفي الوقت نفسه تم الحصول على موافقة مكتب مراقبة الأصول الأجنبية (OFAC) التابع لوزارة الخزانة الأمريكية لإجراء تجربة سريرية بعد موافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) بهدف تسجيله في الولايات المتحدة الأمريكية.

ولكن قبل تطبيع العلاقات الأمريكية الكوبية بكثير، زار الدكتور كاظم بهبهاني المدير العام لمعهد دسمان للسكري كوبا عندما كان يشغل منصب نائب المدير العام لمنظمة الصحة العالمية في جنيف. وخلال زيارته، اطلع على الأبحاث الجارية هناك ومنها بحث واعد على دواء جديد لعلاج تقرحات القدم السكرية. وعندما عاد إلى الكويت وتولى منصبه مديراً عاماً للمعهد في 2009 قرر إنشاء وحدة لطب القدم لأغراض البحث والوقاية والعلاج في المعهد. وما إن باتت كل المستلزمات متوافرة، حتى وقع اتفاقية مع مركز الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية في هافانا، وجرى إرسال ثلاثة من الأطباء والباحثين من المركز إلى الكويت لإجراء التجربة السريرية بالتعاون مع أطباء القدم في المعهد. واليوم تدمع عينا الدكتور بهبهاني كلما تذكر وقوف المريض أحمد بعد شفائه ومصافحته ومعانقته وهو يبكي من شدة الفرح، مع تعابير الشكر والامتنان على لسانه. ويقول الدكتور بهبهاني: «لقد دمعت عيناي ولم أعرف ما أقول، كان موقفاً يفوق الوصف، بعد نجاح التجربة، نعمل على تسجيل الدواء في الكويت، ونأمل أن يتم توفيره لكل المرضى الذين يحتاجون إليه».

دراسة سريرية ناجحة لعلاج تقرح القدم السكرية المتقدم في تعاون رائد بين معهد دسمان للسكري في الكويت وباحثين كوبيين

يراوح متوسط كلفة علاج تقرح القدم السكرية الذي لا يتطلب البتر في العالم ما بين 1150 دولارا و35 ألف دولار فيما يراوح متوسط كلفة البتر ما بين 19 و66 ألف دولار لكل مريض

هبربروت - بي (Heberprot P) هو الاسم التجاري المسجل منذ 2006 في كوبا لمنتج حيوي فعال يعتمد على تشريب عامل النمو الظهاري مباشرة في النسيج المصاب لعلاج حالات التقرح المتقدم والمركّب للقدم السكرية

دواء هبربروت-بي

هبربروت - بي (Heberprot P) هو الاسم التجاري المسجل منذ 2006 في كوبا لمنتج حيوي فعال يعتمد على تشريب عامل النمو الظهاري مباشرة في النسيج المصاب لعلاج حالات التقرح المتقدم والمركّب للقدم السكرية. طور علماء مركز الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية (CGEB) في هافانا هذا الدواء بعد أن أثبتت التجارب السريرية نجاحه بنسبة تزيد على 80% في إعادة نمو النسيج الحبيبي الضام في القدم المصابة، سواء بالاعتلال العصبي السكري أو الإقفاري (الاسكيمي) مع ارتفاع خطر التعرض للبتر.

وإضافة إلى إعادة بناء النسيج المصاب بالنخر، حقق الدواء الالتئام التام للجروح لدى أكثر من 50% من المرضى الذين لم يتجاوبوا مع طرق العلاج الأخرى.

ويؤكد باحثو مركز الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية إجراء دراسات سريرية على الدواء في أكثر من 25 بلداً، حيث بات متوافراً للمرضى في عدد من دول الشرق الأوسط ومنها الجزائر وليبيا والأردن. ويجري العمل حالياً على تسجيله في الاتحاد الأوروبي والصين والولايات المتحدة الأمريكية.

وعن اكتشاف الدواء، قال الدكتور خورخي برلنغا الباحث الرئيسي المشارك في تطوير دواء هبربروت-بي: إن الأبحاث أظهرت أن تركيز عامل النمو يتراجع في أنسجة مرضى السكري وخصوصاً عامل النمو الظهاري، وهذا يؤدي إلى إعاقة شفاء الجروح ويقود إلى تحولها إلى جروح مزمنة مفتوحة وفي كثير من الحالات إلى البتر.

وأضاف في ملخص بحث نشر في نشرة مكتبة الطب الوطنية الأمريكية (USNLM) التابعة لمعاهد الصحة الأمريكية (NIH) في سنة 2013: إن تقرح القدم السكرية الاسكيمي كان أكثر الحالات المستعصية على الشفاء والتي تزيد أخطار تعرض المريض للبتر.

إن تشريب عامل النمو الظهاري في موقع التقرح أدى الى تسريع عملية شفاء التقرحات العميقة والمعقدة، وإن انخفاض معدلات البتر يعني تحسناً كبيرا على المستوى الشخصي وعلى مستوى الصحة العامة، بما في ذلك إعطاء المريض فرصة أطول للبقاء على قيد الحياة.

تقرح القدم السكرية ومدى خطورتها

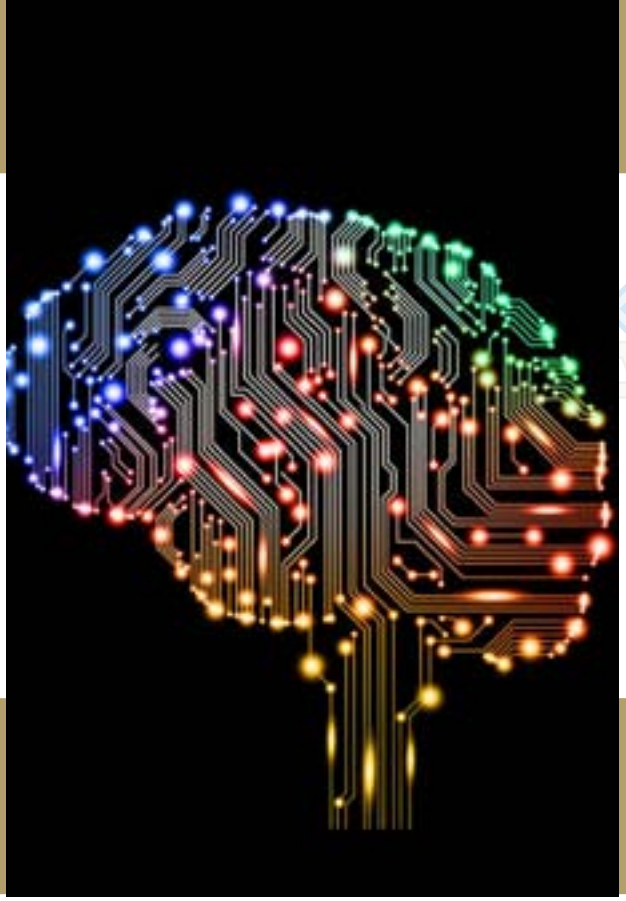
تقرح القدم السكرية (DFU) من المضاعفات الرئيسية المصاحبة لمرض السكري. وعدم التحكم أو السيطرة على مستوى السكر في الدم يؤدي على المدى الطويل إلى اعتلال أو تلف الأعصاب الحركية والحسية في القدمين واعتلال الأوعية الدموية الدقيقة الطرفية، وهو ما يؤدي إلى نقص التروية فيها.

يؤدي هذا بدوره إلى تأخر بناء النسيج الحبيبي الضام في الجروح فلا تلتئم بصورة طبيعية. وتقرحات القدم السكرية هي أكثر الأسباب التي تؤدي إلى دخول مرضى السكري إلى المستشفيات، وربما تستغرق أسابيع أو أشهراً حتى تشفى، وقد تعجز طرق العلاج عن شفائها فتتحول إلى جروح مزمنة.

ويصاب 15% من مرضى السكري بتقرحات القدم في مرحلة ما من حياتهم، وهي تعتبر السبب الرئيسي لنحو 84% من كل حالات بتر القدم لديهم.

وتراوح نسبة المصابين بالسكري في العالم ما بين 6 و 12% من السكان في أي بلد، لكن هذه النسبة ترتفع إلى نحو 30% في دول مجلس التعاون الخليجي، وفق بيانات الاتحاد الدولي للسكري.

وتصبح الأرقام مخيفة إذا أخذنا في الاعتبار أن مريضاً يفقد قدمه كل 20 ثانية بسبب التقرح المتقدم للقدم السكرية في العالم، مع كل ما يعنيه ذلك من أعباء على حياة الأفراد وعلى أنظمة الصحة العامة؛ إذ يراوح متوسط كلفة علاج تقرح القدم السكرية الذي لا يتطلب البتر في العالم ما بين 1150 دولاراً و35 ألف دولار، فيما يراوح متوسط كلفة البتر ما بين 19 و66 ألف دولار لكل مريض. ■



ملف العدد

الـذكـاء الـصنـعي
من الخيال إلى الواقع

تتناول مجلة النقد العلمي في هذا العدد موضوعاً من أبرز الموضوعات التي باتت محل اهتمام العلماء والباحثين والجمهور في الآونة الأخيرة، وبخاصة بعد تحول الكثير من أفكار الأفلام السينمائية الخيالية إلى مشاهد تتطرق إلى جزء من الواقع، مع انتشار الآلات الذكية، التي تؤدي أدوارا متعددة لم يكن يستطيع أداءها إلا البشر المحترفون، حيث صارت الآلات تؤدي أدوارا دقيقة جداً تفوق حتى ما يمكن أن يؤديه البشر.

وتبرز من جديد فكرة سيطرة الآلة وتحكمها في البشر في حال تحولها من مجرد آلة يبرمجها الإنسان إلى آلة تستطيع أن تتحكم في نفسها، فيمكنها أن تفكر وتبدع، وتبتكر، وتقترح الحلول للمعضلات وحدها دون تدخل من البشر.

ويتضمن ملف العدد بعض الجوانب التي تسلط الضوء على هذا الموضوع، انطلاقاً من تبيان ماهية الذكاء الصنعي، والبرمجة الجينية الآلية، وبنوك المخزون الجيني والحفاظ على التنوع الحيوي، إضافة إلى خوارزميات التحسين، والإنسالات الطبية، كما يقدم الملف عدداً من العلماء العرب الذين أصبحوا «منارات عربية» في الغرب في مجال الذكاء الصنعي.

الذكاء الصنعي
مسيرة تاريخية

الإنسالات الطبية.. تطبيقات باهرة للذكاء الصنعي

منارات عربية
في الذكاء الصنعي

الذكاء الصنعي

مسيرة تاريخية...

إذا كان الإنسان الذكي هو ذلك الإنسان الذي يستطيع التوصل إلى حلول للمشكلات التي يواجهها بسرعة ودقة ومنطقية، معتمداً على التمثيل الرمزي للأشياء وإدراك العلاقات بينها، فإن له أيضاً قدرات عقلية معينة يمكنه استخدامها بصور مختلفة في حياته اليومية في كل كبيرة وصغيرة.

د. عبداللاه إبراهيم الفقي *

* أستاذ تقنيات التعليم المساعد في جامعة كفر الشيخ، (مصر).

يعود علم الذكاء الصنعي إلى جذور تاريخية غير محددة المدة، حيث تناول عدد من الفلاسفة منذ القدم موضوعات ترتبط بالذكاء مثل العقلانية والذاكرة، وفكر الإنسان القديم في صنع الآلات العادية، ثم ما لبث أن تمرد على تلك الآلات بخياله ليفكر في آلات ذكية تستطيع القيام بما يقوم به هو مستخدمةً تفكيرها المستقل عنه.

وبدأ مجال الذكاء الصنعي يدخل مجالات عديدة في القرن الحادي والعشرين، حتى إنه يمكن القول إن الذكاء الصنعي لم يترك مجالاً من المجالات الحالية إلا ودخل فيه، وأصبح لبنة مهمة فيه، ودعامة لا يمكن الاستغناء عنها، سواء كان مجالا نافعاً للبشر؛ كالطب، أو كان مجالاً مدمراً للبشرية؛ كالمجالات العسكرية.

ومع أن الأمور الغيبية لا يمكن التنبؤ بها، فإن الواضح لنا من إسقاط الماضي على الحاضر لمحاولة إلقاء نظرة على المستقبل؛ أن دمج الذكاء البشري في الحاسوب سيكون له دور فاعل في صناعة الحضارة في المستقبل القريب.

ماهية الذكاء الصنعي

الذكاء الصنعي هو أحد علوم الحاسوب الحديثة التي تبحث عن أساليب متطورة لبرمجته للقيام بأعمال واستنتاجات تشبه - ولو في حدود ضيقة - تلك الأساليب التي تنسب إلى ذكاء الإنسان، فهو بذلك علم يبحث أولاً في تعريف الذكاء الإنساني وتحديد أبعاده، ومن ثمَّ محاكاة بعض خواصه، (وهنا يجب التوضيح أن هذا العلم لا يستهدف مقارنة أو تمثيل العقل البشري الذي خلقه الله جلت قدرته وعظمته بالآلة التي هي من صنع المخلوق، بل يستهدف فهم العمليات الذهنية المعقدة التي يقوم بها العقل البشري أثناء ممارسته «التفكير»، ثم ترجمة هذه العمليات الذهنية إلى ما

ولما كان تعريف الذكاء غير محدد بدقة حتى الآن، فقد سعى عدد كبير من الباحثين إلى التفكير في محاكاة ذكاء الإنسان ودراسة قدراته العقلية، أو بالأحرى ميكنة الذكاء الإنساني؛ وذلك لفهم الكيفية التي يعمل بها العقل البشري والكيفية التي يفكر بها، أي إننا نحاول الابتعاد قليلاً في فهم الذكاء البشري عن مجالي الفلسفة وعلم النفس.

تناول عدد من الفلاسفة في قرون مختلفة موضوعات عدة ترتبط بالذكاء الصنعي مثل العقلانية والذاكرة

فكر الإنسان القديم في صنع الآلات العادية ثم تمرد عليها بخياله ليفكر في آلات ذكية تستطيع القيام بما يقوم به هو مستخدمةً تفكيرها المستقل عنه

الذكاء الصنعي لم يترك مجالاً من المجالات النافعة أو المدمرة إلا وأصبح دعامة لا يمكن الاستغناء عنها فيه

حلت الإنسالات محل الإنسان في كثير من المصانع

العالم شانون

يعتمد الذكاء الصنعي على مبدأ مضاهاة التشكيلات التي يمكن بواسطتها وصف الأشياء والأحداث والعمليات باستخدام خواصها الكيفية وعلاقتها المنطقية والحسابية

يوازيها من عمليات حسابية تزيد من قدرة الحاسوب على حل المشكلات المعقدة)، كما أنه تكنولوجيا؛ لأنه يستهدف إنتاج نظم تعتمد على المعرفة في مجال معين.

والذكاء الصنعي يعتمد على مبدأ مضاهاة التشكيلات التي يمكن بواسطتها وصف الأشياء والأحداث والعمليات باستخدام خواصها الكيفية وعلاقتها المنطقية والحسابية، إذ إنه بالرغم من أن الحواسيب أكثر قدرة على تخزين المعلومات من البشر فإن لدى البشر قدرة أكبر على التعرف إلى العلاقات بين الأشياء، وباستخدام هذه القدرة لدى البشر يمكن فهم صورة المنظر الطبيعي، وصور الأشخاص، ومكونات العالم الخارجي وفهم معانيها، وعلاقات بعضها ببعض. ولو أمكن وضع هذه المقدرة في الحاسوب لأصبح ذكياً.

تطور عبر الزمن

منذ أكثر من 20 عقداً اهتم الفلاسفة بمفهوم الذكاء، إذ إن بعض الباحثين يرجع فكرة الذكاء الصنعي إلى عصور قديمة، حين حاول عدد من الفلاسفة دراسة عدد من الموضوعات التي تتعلق بهذا المفهوم مثل النظر، والذاكرة، والتعلم، والعقلانية. وتساءل بعضهم عن إمكانية خلق هذه الموضوعات. والمتأمل في تاريخ المصريين القدماء والإغريق يجد أن الإنسان اهتم منذ القدم بفكرة صنع آلات ذكية تقلد التصرفات البشرية.

ويمكن اعتبار أن المرحلة الأولى لتطور الذكاء الصنعي بمفهومه الحديث ترجع إلى فترة انتهاء الحرب العالمية الثانية التي بدأت بالبحث في لعبة الشطرنج عام 1950 على يد العالم شانون، وانتهت علم 1963 على يد العالم فيجن باووم وفيلد مان.

وتميزت المرحلة الأولى هذه بفك الألغاز، وإيجاد حلول للألعاب باستخدام الحاسوب، واعتمدت على الفكرة الأساسية بتطوير طرق البحث في التمثيل الفراغي الذي يمثل الحالة، وأدت إلى تطوير النمذجة الحسابية، واستحداث النماذج الحسابية المعتمدة على تمثيل الحالة البدائية للموضوع قيد البحث، واختيار شروط إدراك الوصول إلى النهاية، ومجموعة

إنسالة تنفذ أعمالاً دقيقة بمصنع للسيارات

القواعد التي تحكم حركة اللاعب بتحريك قطع الشطرنج على اللوحة.

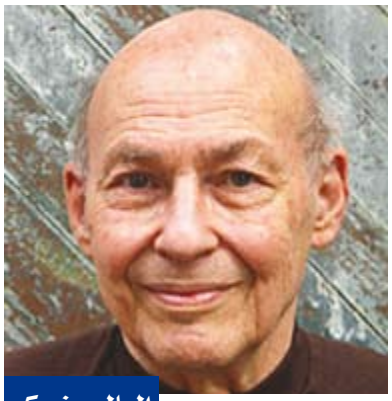
أما المرحلة الثانية لتطور الذكاء الصنعي فترجع إلى الفترة الواقعة ما بين منتصف الستينيات من القرن الماضي وحتى منتصف السبعينيات، عندما وضع العالم منسكي الإطارات لتمثيل المعلومات، ووضع العالم ونغراد نظاماً لفهم اللغة الإنكليزية، مثل القصص والمحادثات. وقام العالم ونستون بتلخيص كل ما تم تطويره في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، والتي تحتوي على بعض الأبحاث عن معالجة اللغات الطبيعية والرؤية بالحاسوب والإنسالات (الروبوتات)، والمعالجة الشكلية أو الرمزية لطرح تصورات جديدة حول تنظيم المعارف في الآلات.

وراكم الذكاء الصنعي طوال هذه المرحلة التي امتدت نحو عشر سنوات نجاحات مهمة، منها: تطوير نظام Mycin ليقوم بتشخيصات طبية في ميدان الأمراض المعدية بنسبة نجاح تفوق بكثير كفاءة الأطباء غير المتخصصين، وبلورة جهاز R1 الذي يحدد التشكيلة الإعلامية حسب الحاجات، ونظام HEARSAY-II لتشخيص أمراض الدم ووصف العلاج اللازم، وهو يضاهي كفاءة أحسن الخبراء إن لم يفقها.

الأجهزة الخبيرة

أما المرحلة الثالثة فيمكن تسميتها بمرحلة الأجهزة الخبيرة، التي بدأت في منتصف السبعينيات، وتميزت بظهور تقنيات مختلفة تعالج كثيراً من التطبيقات التي أدت فعلاً إلى انتقال جزء كبير من الذكاء الإنساني إلى برامج الحواسيب. وبغض النظر عن تعدد التطبيقات الصناعية، وتعدد التقنيات المستعملة، فقد أصبح للذكاء الصنعي شهرة دفعته إلى التفاعل مع حقول علمية جديدة كالسيكولوجيا (علم النفس) ، واللسانيات، والإبستمولوجيا (علم المعرفة)، والفلسفة، وعلوم الأعصاب، والرياضيات، والحاسوب، وهندسة البرمجيات، ولغات البرمجة، والمنطق الرياضي، ومنطق الاحتمالات.

منذ أكثر من 20 عقداً اهتم الفلاسفة بمفهوم الذكاء ويرجع بعض الباحثين فكرة الذكاء الصنعي إلى عصور قديمة حين حاول الفلاسفة دراسة موضوعات تتعلق بهذا المفهوم مثل النظر والذاكرة والتعلم والعقلانية


العالم منسكي

مرحلة الأجهزة الخبيرة التي بدأت في منتصف السبعينيات وتميزت بظهور تقنيات مختلفة تعالج كثيراً من التطبيقات التي أدت فعلاً إلى انتقال جزء كبير من الذكاء الإنساني إلى برامج الحواسيب

ترجع المرحلة الأولى لتطور الذكاء الصنعي إلى فترة انتهاء الحرب العالمية الثانية التي بدأت بالبحث في لعبة الشطرنج عام 1950

كاسباروف وتحدي الحاسوب في لعبة الشطرنج 1997

والمرحلة الرابعة يمكن اعتبارها مرحلة النضج والتعقيدات، حيث أصبح الذكاء الصنعي يؤسس نفسه على أسس علمية بعيداً عن الإثارة والأفكار الجاهزة، كما أصبح ينسج علاقات متفاعلة مع تخصصات أخرى، وأصبح يبحث عن توحيد مختلف المقاربات المعلوماتية لفتح آفاق جديدة، ودخل في صراعات مع تيارات أخرى جديدة مثل التيار الاقتراني.

وعلى الرغم من التطور والتقدم الذي شهده الذكاء الصنعي فإن بعض الباحثين يعتقد أن علم الذكاء الصنعي لا يزال في مرحلة الطفولة، ومن المنتظر أن تتطور أساليب الذكاء الصنعي وتقنياته مستقبلا تطوراً كبيراً، وأن تشمل تطبيقات عديدة في الحياة العامة لتصل إلى أكبر قدر من المستخدمين.

أهم المجالات والاستخدامات

تعددت استخدامات الذكاء الصنعي في العقدين الماضيين، وشملت كثيراً من مجالات الحياة وأصبح من الصعب حصرها. وأهم هذه المجالات:

الترفيه: قلما وجد محب للعبة الشطرنج على مستوى العالم لم يتابع الداهية الروسي كاسباروف، ففي عام 1989 واجه كاسباروف الحاسوب المعروف باسم (ديب بلو) من شركة IBM وتغلب عليه بسهولة، لكن بعد سبع سنوات من التطوير من قبل شركة IBM لجهاز (ديب بلو) الذي يستطيع حساب ما بين 180 إلى 200 مليون نقلة للشطرنج في الثانية الواحدة، واجه كاسباروف مرة أخرى، لكن المواجهة انتهت بفوز كاسباروف بنتيجة 4 مقابل 2.

وفي عام 1997 أصدرت شركة IBM نسخة مطورة من الجهاز سمتها (ديب بلو 2)، تمت فيه قراءة وتسجيل تحركات كاسباروف من المباريات السابقة، وحدث ما لم يكن يتوقعه أحد حين فاز الجهاز على كاسباروف.

البرمجة الآلية: إن استخدام لغات البرمجة خاصة لغات المستوى العالي في برمجة

قلما وجد محب للعبة الشطرنج على مستوى العالم لم يتابع الداهية الروسي كاسباروف ففي عام 1989 واجه كاسباروف الحاسوب المعروف باسم (ديب بلو) من شركة IBM وتغلب عليه بسهولة

إنسالات تنجز أعمالاً متتابعة في مصنع للسيارات

الحواسيب، كلغة فورتران Fortran ولغة فيجوال بيسك Visual Basic أحدث طفرة في مجال برمجة الحواسيب، بما في ذلك القدرة على الاستدلال، على الرغم من أن الحاسوب لا يفهم هذه اللغات مباشرة، حيث تتم عملية تحويل البرنامج المكتوب بلغة المستوى العالي Source Program إلى برنامج آخر يفهمه الحاسوب Object Program، وتتم عملية التحويل هذه بالاعتماد على برنامج المترجم Compiler أو المفسر Interpreter.

التطبيقات التجارية: أصبح للذكاء الصنعي دور مهم في تسهيل التعامل التجاري والمالي عبر الإنترنت من حيث تلقي طلبات العملاء وإعطاء المعلومات المطلوبة وتغيير خصائص بعض المعروضات لتتوافق مع ميول العملاء ورغباتهم.

إثبات النظريات آلياً: بدأ البحث عن طرق لإثبات النظريات الرياضية باستخدام الحاسوب في الخمسينيات من القرن الماضي، وحقق ذلك نجاحاً في بناء نظم قادرة على إثبات نظريات عدة في الهندسة والجبر، لكن هذه النظم لم تصل إلى مستوى الإثبات الآلي لنظريات لم يتم إثباتها من خلال الإنسان نفسه.

الإنسالة (الروبوت)

تم تقديم كلمة (روبوت Robot) للمرة الأولى في مسرحية الكاتب المسرحي التشيكي كارل تشابيك عام 1920، وكان عنوان المسرحية وقتها (رجال آليون عالميون)، وهي تعني في اللغة التشيكية العمل الشاق، والـ (Robot) عبارة عن جهز ميكانيكي يمكن برمجته أو التحكم فيه لينفذ المهام التي صنع من أجلها، والتطبيقات التي يستخدم فيها تشمل الأعمال الخطرة التي لا يستطيع الإنسان التعامل معها مباشرة (مثل المواد المشعة)، أو الأعمال المتكررة (مثل صناعة السيارات) التي يمكن أن يؤديها بصورة أكثر اقتصادية من العمال البشر. ■

استخدام لغات البرمجة خاصة لغات المستوى العالي في برمجة الحواسيب كلغة فورتران Fortran ولغة فيجوال بيسك Visual Basic أحدث طفرة في مجال برمجة الحواسيب

أصبح للذكاء الصنعي دور مهم في تسهيل التعامل التجاري والمالي عبر الإنترنت من حيث تلقي طلبات العملاء وإعطاء المعلومات المطلوبة وتغيير خصائص بعض المعروضات لتتوافق مع ميول العملاء ورغباتهم

البرمجة الجينية الآلية
وتطورات الذكاء الصنعي

د. إبراهيم عبدالفتاح عبدالحميد *

البرمجة الجينية والتعلم العميق جزء من ثورات علمية أخذت تنتشر بصورة هائلة في شتى أنحاء العالم، وبدأت تطبيقاتها تجد مجالات رحبة في معظم ميادين الحياة ، على الرغم من أن عدداً كبيراً من الأشخاص لايعرفون الكثير عنها و لم يسمعوا عن فوائدها.

يقول الدكتور ستيوارت آرمسترونغ الأستاذ في جامعة أكسفورد: «إن البشر يواجهون المستقبل ليس لأنهم الأقوى أو الأسرع، لكن لأنهم الأذكى، وعندما تصبح الآلات أذكى من البشر فإنها ستتسلم عجلة القيادة شئنا ذلك أم أبينا».

ظل الذكاء الصنعي ردحاً طويلاً من الزمن محصوراً في استغلال وتوظيف قدرة الحاسوب الهائلة وسرعته

* أستاذ مشارك في الجامعة النرويجية للعلوم والتكنولوجيا، (النرويج)، وجامعة المنوفية، (مصر).

كما ظلت محاولات العلماء محصورة في تطوير آليات وخوارزميات البحث، وأصبح بالإمكان إنتاج آلات يديرها الذكاء الصنعي قادرة على العمل على مدار الساعة لتنفيذ مهام محددة وبدقة شديدة.

وأصبح لدى تلك الآلات من القدرة والاعتمادية ما مكنها من أن تحل رويداً رويداً محل العامل البشري للقيام بالمهام الرتيبة بداية؛ مثل قص الحشائش وحلب الأبقار في المزارع، وتنظيف الأرضيات في مراكز التسوق وحمامات السباحة، ثم القيام بمهامات أكبر في مصانع السيارات والإلكترونيات لتحل محل العمال المهرة. فتكلفة إنسالة واحدة تعمل على مدار الساعة في أحد مصانع السيارات لن تتجاوز أجر عامل بشري واحد في العام، دون احتساب تكلفة التأمين الصحي والمعاش التقاعدي والإجازات السنوية.

فالإنسالات يمكن تحميلها بالبرامج اللازمة لتقوم بالعمل مباشرة على أي خط إنتاج، كما يمكن برمجتها للقيام بأي وظيفة دون الحاجة إلى تدريب أو قضاء سنوات طويلة في تعلم مبادئ الإلكترونيات أو اللحام وخرط المعادن.

الصحة والتعليم

واتجه الأمر أيضاً إلى اقتحام الإنسالات عالم الرعاية الصحية والتعليم من خلال إنتاج إنسالات اجتماعية ذكية قادرة على التحاور مع البشر مباشرةً، عبر الصوت، دون حاجة إلى لوحة مفاتيح لإدخال الأوامر.

الخارقة في مسألة البحث عن حلول نموذجية لمشكلات قد تستغرق سنوات طويلة من الحسابات المجهدة إذا حاول الإنسان حلها بقدراته المحدودة.

وصممت تلك الإنسالات من أجل رعاية كبار السن والذين يعانون الوحدة في المجتمعات الأوروبية لسنوات طويلة، لدرجة فقدهم لمهارات التواصل، لتقوم الإنسالة بدور الرفيق والمحاور، إضافة إلى مراقبة الحالة الصحية والاتصال بالمستشفيات في حالات الطوارئ إذا لم يتواصل كبير السن معها كما هو الأمر في الحالات المعتادة.

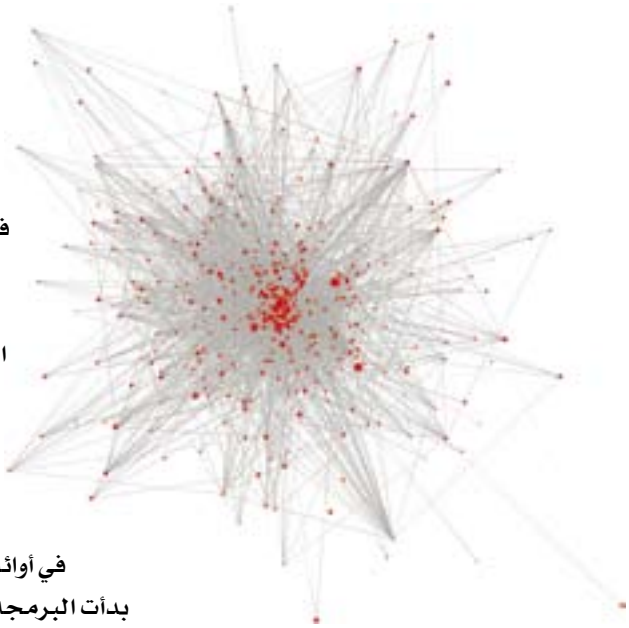
بدأ استخدام ذلك النوع من الإنسالات الاجتماعية في تعليم الأطفال في البيوت والمدارس والعناية بهم، وصار ممكناً تحميل تلك الإنسالات ببرامج قادرة على التحاور وتحليل شخصية الطفل وتفقد نقاط الضعف في مستواه التحصيلي، وتقديم المحتوى العلمي المناسب لكل طفل على حدة، وهو ما يضمن التركيز على الفروق الفردية بين التلاميذ، وهذا ما يستحيل تنفيذه من خلال المدرس ذي الوقت والقدرات المحدودة، وبخاصة في ضوء وجود عدد كبير من التلاميذ في الفصل الواحد.

لكن على الرغم من التطور المذهل الجاري والبصمة الواضحة للذكاء الصنعي الذي نلمسه في معظم المنتجات - بدءاً من غسالة الأطباق المنزلية وحتى السيارات الذاتية القيادة التي تتعلم عادات راكبها اليومية ولا تحتاج لإعادة ضبط، ولكن بمجرد إحساسها بوجوده تقوم بضبط أجهزتها بشكل تلقائي - فإن طرق الذكاء الصنعي التي تطورت خلال العقود الماضية والمستخدمة حتى الآن باتت تقليدية إلى حد ما، واتجه العلماء إلى إنتاج آلات تستطيع إنجاز مهمات معينة، وفي الوقت نفسه تستطيع التفكير والابتكار والتعلم من خلال ما بات يعرف بالبرمجة الجينية والتعلم العميق في الشبكات العصبية الصنعية.

البرمجة الجينية أحد فروع شجرة عائلة الخوارزميات التطورية وهي تلك التي تستخدم آليات مستوحاة من التطور البيولوجي مثل الاستنساخ والتزاوج والطفرة والانتخاب الطبيعي

الإنسالات اقتحمت عالم الرعاية الصحية والتعليم من خلال إنتاج إنسالات اجتماعية ذكية قادرة على التحاور مع البشر صوتياً وتلبية الكثير من رغباتهم

هناك 36 حالة موثقة تمكنت من خلالها البرمجة الجينية منافسة البشر والتفوق عليهم



بدأت البرمجة الجينية في أوائل النصف الثاني من القرن العشرين لكنها عانت بسبب تواضع قدرات الحواسيب وظلت حبيسة التطبيقات الهزيلة

البرمجة الجينية

البرمجة الجينية هي إحدى فروع شجرة عائلة الخوارزميات التطورية، وهي تلك التي تستخدم آليات مستوحاة من التطور البيولوجي مثل الاستنساخ والتزاوج والطفرة والانتخاب الطبيعي. وهي الآليات نفسها المستخدمة في الخوارزميات الجينية، مع وجود فارق وحيد هو الاستعاضة عن الأفراد أو الحلول في الخوارزميات الجينية بالبرامج في البرمجة الجينية.

والبرمجة الجينية بدأت في وقت مبكر جداً، وبالتحديد في أوائل النصف الثاني من القرن العشرين على يد نيلس باريسيلي، ولكن نظراً إلى حاجتها إلى حسابات مكثفة فقد عانت كغيرها من طرق الذكاء الصنعي في ذلك الوقت بسبب تواضع قدرات الحواسيب، ولذلك ظلت حبيسة التطبيقات الهزيلة.

وبعد التحسينات التقانية والنمو الهائل في قدرات وحدات المعالجة المركزية في الحواسيب الحديثة في أوائل تسعينيات القرن العشرين بدأت البرمجة الجينية في تحقيق نتائج باهرة في مجالات معقدة مثل: الحوسبة الكمية، وتصميم الدارات الإلكترونية، وبرامج الحاسوب.

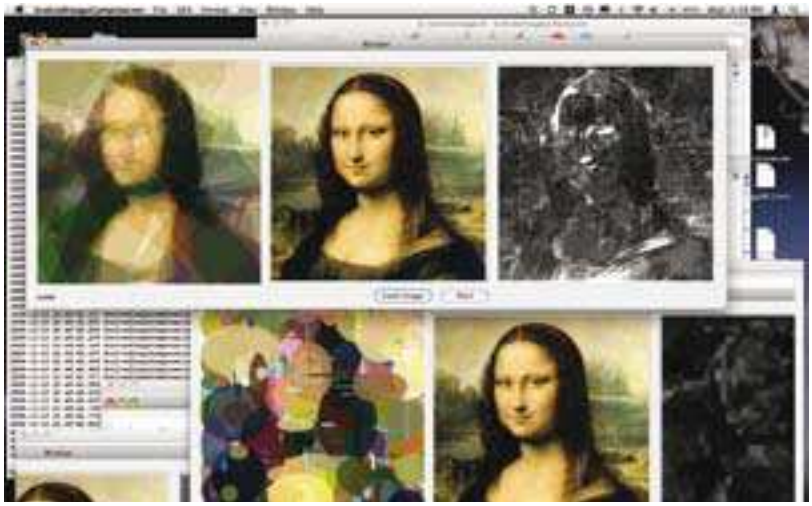
وتشمل تلك النتائج إمكانية استنتاج خوارزميات، وإن لم تكن أفضل من تلك التي اكتشفت وسجلت في مراكز براءات الاختراع في القرن العشرين وأوائل القرن الحادي والعشرين. بل وصل الأمر بالبرمجة الجينية إلى اكتشاف خوارزميات جديدة، وتسجيل براءات اختراع جديدة باسمها، لتحجز لها مكاناً بين عظماء العلماء والمبتكرين.

وهناك الآن على أقل تقدير 36 حالة موثقة تمكنت خلالها البرمجة الجينية من منافسة البشر والتفوق عليهم، حيث تمكنت من إعادة استنتاج 15 من أشهر الخوارزميات المكتشفة في القرن العشرين، وستة من أشهر اكتشافات القرن الحادي والعشرين، إضافة إلى براءتي اختراع سجلتا حديثاً باسم البرمجة الجينية - تلك الآلة العجيبة - آلة الاختراع الآلية.

وبذلك يمكن القول إننا أصبحنا أقرب ما يكون لتحقيق تعريف تورينغ للآلة الذكية؛ وهي تلك الآلة القادرة على القيام بما يجب عليها فعله دون الحاجة إلى إخبارها بكيفية القيام بذلك (انظر الإطار الخاص بآلة تورينغ ومصممها في آخر المقال)، وكذلك معيار رائد التعلم الآلي آرثر صموئيل في محاضرته في عام 1983 تحت عنوان: (الذكاء الصنعي: أين كان وإلى أين هو ذاهب؟) حينما قال: "إن الذكاء الصنعي يستهدف الحصول على آلات قادرة على إظهار سلوك معين يفسره البشر بأنه ينطوي على استخدام الذكاء ".

لقد تمكنت البرمجة الجينية من تناول تلك التحديات من خلال توفير وسيلة قادرة تلقائياً على تخليق أو ابتكار برامج على مستوى عال لحل أو وصف المشكلات والعلاقات الرياضية، وتراوح تطبيقات البرمجة الجينية اليوم من البسيطة إلى الأكثر تعقيداً.

فعلى سبيل المثال؛ يمكن استخدام البرمجة الجينية في إيجاد تعبير من الرياضيات لتمثيل علاقة معقدة



بين عدد من المتغيرات قد تعجز طرق الرياضيات العادية عن استنتاجها، أو تحتاج إلى وقت طويل للتوصل إليها.

كذلك يمكن استخدامها في تبسيط علاقات قائمة أو تقديمها بصورة مختلفة، واستخدامها في تبسيط الدارات المنطقية وتصميمها بشكل أكثر كفاءة، وذلك يفتح الباب لاستخدام البرمجة الجينية في إعادة تصميم وحدات المعالجة المركزية والوصول بها إلى قدرات هائلة.

نموذج طائرة

وأمكن استخدام البرمجة الجينية في تخليق تصاميم جديدة لمنتجات موجودة فعلياً بشكل لا يتخيله أمهر المصممين البشريين. فتصميم نموذج جديد لطائرة ركاب على سبيل المثال قد يستغرق سنوات طويلة من التصميم والتجارب داخل مختبرات المواد وأنفاق الرياح من أجل اختيار التصميم الأنسب والمواد الأكثر تحملاً وكفاءة. أما من خلال النمذجة الحاسوبية القائمة على البرمجة الجينية، فيمكن الحصول على تصاميم أكثر وبشكل أسرع وبكفاءة عالية من حيث استهلاك الوقود وتوفير عدد أكبر من المقاعد والمساحات الداخلية والوضعية الأنسب لمحركات الطائرة.

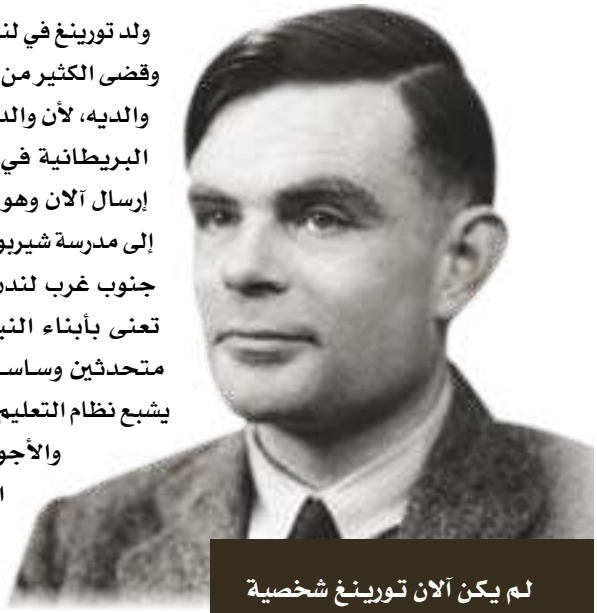
وتمكّن البرمجة الجينية من الاستنتاج والابتكار وإنتاج برامج حاسوب ومنتجات أكثر فاعلية من نظيراتها البشرية، قد يفتح الباب واسعاً أمام تلك الآلات، ليس فقط لتنفيذ مهمات محددة بسرعة وبكفاءة ومنافسة الإنسان، لكن قد تصل أيضاً إلى مستوى آخر ربما يتمثل في تمكنها من إعادة كتابة أكوادها بنفسها، أو إعادة استنباط خوارزميات تمكنها من مستويات من الكفاءة لا يمكن تصورها.

وقد يأتي اليوم الذي تقوم فيه تلك الآلات الجبارة بإعادة كتابة الدساتير ونظم التعليم وتنظيم العلاقات بين البشر، بل وحتى كتابة الروايات والشعر، لتسحب البساط من تحت أقدام البشر، وتتسلم عجلة قيادة العالم.

من خلال النمذجة الحاسوبية القائمة على البرمجة الجينية يمكن الحصول على تصاميم أكثر وأسرع وبكفاءة عالية مع توفير مساحات داخلية ووضعية أنسب لمحركات الطائرة

أستاذ بجامعة أكسفورد: «البشر يواجهون المستقبل لأنهم الأذكى لكن عندما تصبح الآلات أذكى منهم فإنها ستتسلم عجلة القيادة شئنا ذلك أم أبينا»

آلان تورينغ.. مؤسس علم الحوسبة الحديث



لم يكن آلان تورينغ شخصية معروفة في حياته، على الرغم من إنجازاته الكبرى، وقد يكون السبب في ذلك طبيعة عمله إبان الحرب العالمية الثانية في فك رموز وشفرات الغواصات الألمانية، مما أضفى على أعماله وإنجازاته نوعاً من السرية لم تكشف إلا بعد موته بسنوات طوال، وحرمه من متعه الزهو بها أو تلقي التقدير المناسب من مجتمعه.

كان تورينغ عالم رياضيات بريطانيا غريب الأطوار، لم يضع فقط أساسيات علم الحوسبة الحديث؛ بل وضع تصوراً لأول حاسوب إلكتروني قبل صنعه بأكثر من عشر سنوات. والأهم من ذلك هو أنه وضع تصورا لعصرنا الحالي المتلئ بالآلات الذكية القادرة على الحديث والثرثرة مع بعضها بعضا والتعاون والتشارك في إنهاء الأعمال.

ولد تورينغ في لندن في 23 يوليو 1912، وقضى الكثير من حياته المبكرة بعيداً عن والديه، لأن والده كان يعمل في الإدارة البريطانية في مدراس بالهند. وتم إرسال آلان وهو في سن الثالثة عشرة إلى مدرسة شيربورن الداخلية في دورست جنوب غرب لندن، وهي مدرسة عريقة تعنى بأبناء النبلاء وتؤهلهم ليكونوا متحدثين وساسة ورجال أعمال. لم يشبع نظام التعليم الجامد في ذلك الوقت والأجواء التقليدية في تلك المدرسة رغبات تورينغ ذي العقلية المتحررة الجامحة لدراسة الأفكار العلمية الحديثة، ما دفعه لدراسة أشياء أخرى خارج المنهج المدرسي كنظرية النسبية لآينشتاين. وكانت تقارير تورينغ المدرسية تعكس تململ وتذمر مدرسيه من أدائه لدرجة وصفه بـ«المبتذل والقذر وعديم الدقة والسوء»، وهو ما أدى إلى التشكيك في قدرته على التخرج. وكان ينظر إليه على أنه صبي عنيد متمرد، يمثل مشكلة لأي مدرسة أو مجتمع يوجد فيه أكثر من كونه عضواً نافعاً فيه.

تلخيص نظرية النسبية

في عمر الخامسة عشرة وبمناسبة أعياد الميلاد قدم له جده هدية تمثلت في كتاب عن نظرية النسبية، فالتهمه تورينغ وقام بكتابة ملخص لشرح النظرية، يوضح فيه فهمه التام لها. وحينما كان في السادسة عشرة من عمره سمح له بدخول الصف السادس في فصل المتخصصين بالرياضيات والعلوم في المدرسة ليقابل زميله النابه كريستوفر موركوم الذي ألهمه وشجعه على ترك شرنقة التقوقع على الذات والتواصل والرغبة في تحقيق إنجاز علمي وأكاديمي.

لكن كريستوفر مات فجأة، فحدثت لصديقه صدمه قاسية، ودفعته طبيعته العاطفية للاعتقاد أنه على الرغم من موت كريستوفر وفنائه المادي فلا بد أن عقله مازال يعيش بطريقه ما، ما دفعه مبكراً لدراسة معضلة العقل والدماغ والمادة، والتي أصبحت أساساً لأعماله اللاحقة.

جامعة كامبريدج

تقدم تورينغ للالتحاق بجامعة كامبريدج لكنه فشل في اجتياز امتحان القبول في المرة الأولى، واضطر لإعادة امتحان الدخول في العام التالي فنجح في اجتيازه، وتم قبوله لدراسة الرياضيات في كلية كنغز العريقة.

وجد تورينغ الحماية والتشجيع في الأجواء التي توفرها الكلية، والتي تعد مميزة لها يرعاها ويتولاها عدد من كبار المفكرين الليبراليين من أمثال جون ماينرد كينز. وحينما كان في سن الثانية والعشرين استطاع الحصول على الدرجة العلمية في الرياضيات البحتة، ورشح في العام نفسه للحصول على زمالة الكلية ليسير على الطريق الصحيح للحصول على مهنة متميزة. وعلى الرغم من ذلك دفعته اهتماماته غير العادية إلى البحث عن استخدامات عملية وغير تقليدية للرياضيات البحتة، فأخذته في اتجاه مختلف تماماً.

لغة البرمجة

وتأثر تورينغ بقراءته عن المنطق الرياضي في أعمال برتراند راسل ما دفعه إلى محاولة استخدام المنطق الرياضي في معالجة مشكلة العقل والمادة التي تؤرقه، والتي كانت السبب في أكبر إلهام له: فكرة آلة تورينغ والآلات الحاسوبية والبرمجة فيما بعد.

آلة تورينغ

ووصف تورينغ الأرقام الحسابية بأنها أرقام حقيقية يمكن التعبير عنها بشكل عشري بواسطة آلة، وكان ذلك الوصف اللبنة الأولى على هذا الطريق الشاق. وقد وصف تورينغ تلك الآلة بأنها تحوي عدداً محدداً من العمليات الحسابية والمنطقية القادرة على وصف أي تعبير معقد من الرياضيات، وهو ما كان الأساس لكل لغات البرمجة فيما بعد.

الأساس العلمي والتصوري للحاسوب

في عام 1945 وضع تورينغ الأساس العلمي والتصوري للحاسوب قبل اختراعه بعشر سنوات، وأوضح أنه من الممكن صنع آلة قادرة على حساب أي عملية حسابية إن اتبعت تسلسلاً ما من التعليمات لتنفيذ هذا الغرض، وهو ما عرف بآلة تورينغ، أو كما هو معروف ببرامج الحاسوب حالياً.

أوضح تورينغ أن هذه الآلة الكونية ستكون قادرة على قراءة ومعالجة مدخلات أي آلة أخرى من ذات النوع والقيام بما تفعله، مع إدراكه لحاجة تلك الآلة إلى تخزين المعلومات واتباع تسلسل ما لإجراء العمليات الحسابية والمنطقية، واضعاً بذلك الأساس لعلم الحاسوب والبرمجة، ليبدأ عصر جديد يعتمد البرمجة الرقمية بديلاً عن الدارات الجامدة المحددة المهام.

الذكاء الصنعي

وكان لتعريف تورينغ للحوسبة ومفهوم الآلة الفضل في نشأة الحاسوب وعلومه، وكذلك كان له انعكاسات مهمة على فلسفة العقل ونشأة علم الذكاء الصنعي فيما بعد. ولعل أحد أهم مساهمات تورينغ في مجال الذكاء الصنعي اختباره الشهير والمعروف باختبار تورينغ، وهو اختبار قدرة الآلة أو الإنسالة على إظهار سلوك يحاكي سلوك البشر ويماثله.

وفي ذلك الاختبار يتم وضع رجل وامرأة في حجرتين منفصلتين، ويقومان بالحديث مع شخص ثالث في غرفة أخرى عن طريق الكتابة، فيما يحاول الرجل إيهام الطرف الثالث بأنه امرأة، وتحاول المرأة إثبات العكس، فإن أمكن الاستعاضة عن الرجل بآلة قادرة على خداع الطرف الثالث فيقال حينئذ إنها آلة ذكية. ولابد من الإشارة إلى نبوءة تورينغ في عام 1951 بأنه في مرحلة ما يجب علينا أن نتوقع من الآلات الذكية أخذ زمام الأمور والمبادرة بالسيطرة على العالم والتحكم فيه، وهي وإن لم تتحول إلى واقع، لكنها تمثل هاجساً لكثير من العلماء المعاصرين، مثل عالم الفيزياء النظرية ستيفن هوكينغ الذي يعتمد على الذكاء الصنعي في التواصل مع الناس. وبمرور الوقت تحولت نبوءة تورينغ إلى عشرات من أفلام الخيال العلمي التي ربما تتحول يوماً ما إلى حقيقة على مسرح الحياة. ■

كان لتعريف تورينغ للحوسبة ومفهوم الآلة الفضل في نشأة الحاسوب كما كان له انعكاسات مهمة على فلسفة العقل ونشأة الذكاء الصنعي

تنبأ تورينغ في عام 1951 بأنه في مرحلة ما يجب علينا أن نتوقع من الآلات الذكية أخذ زمام الأمور والسيطرة على العالم والتحكم فيه

خوارزميات التحسين
وأساليب الكائنات الحية في البحث عن الغذاء

د. محمد العبد *

مشكلة التحسين في علم الرياضيات هي مشكلة العثور على القيم الصحيحة لمجموعة من المتغيرات من أجل التوصل إلى أكبر (أو أصغر) قيمة ممكنة لمؤشر أداء أو أكثر. وتنطوي العديد من التطبيقات الهندسية على هذا النوع من المشكلات. فعلى سبيل المثال؛ ما هي أفضل المواقع الممكنة (المتغيرات) لمجموعة من أبراج الإرسال من أجل تحقيق أكبر تغطية للشبكة (مؤشر الأداء)؟ أو ما هي أفضل جدولة زمنية (المتغيرات) لخط الإنتاج في أحد المصانع من أجل تحقيق أقل تكلفة للمنتج (مؤشر الأداء)؟

* أستاذ مساعد في الجامعة الأمريكية، (الكويت).

يوجد عدد كبير من الطرق التقليدية في الرياضيات لحل هذا النوع من المشكلات، لكن الكثير من هذه المشكلات لها خواص شديدة التعقيد؛ فقد تعجز هذه الطرق عن حل المشكلة أو قد تستهلك كثيراً من الوقت للتوصل إلى الحل الأمثل، أو على الأقل التوصل إلى حل مقبول.

الخوارزميات الإرشادية تمثل طريقة أخرى لحل مشكلات التحسين؛ لأنها تستطيع العثور على حل مقبول في وقت قصير. ومن هذه الخوارزميات ما يبدأ بحل عشوائي وحيد للمشكلة، ثم يعمل على تحسينه باتباع خطوات مكررة، ومثال ذلك (خوارزمية محاكاة التلدين).

ويندرج تحت إطار هذه الخوارزميات أيضاً ما يُسمى بالخوارزميات السكانية التي تبدأ بمجموعة من الحلول العشوائية (بدلاً من حل وحيد) ثم تعمل على تحسينها تدريجياً باتباع خطوات مكررة. ويُسمى هذا النوع بـ(الخوارزميات السكانية)؛ لأن الحلول العشوائية التي تبدأ بها تُمثل الجيل الأول من السكان.

أما الخطوات المتبعة لتحسين هذه الحلول فتكون مستوحاة في كثير من الأحيان من الطبيعة. وتنقسم الخوارزميات المستوحاة من الطبيعة إلى نوعين: النوع الأول هو الخوارزميات الوراثية المستوحاة من نظريات الانتقاء الطبيعي والاختلاط الجيني والتحول الوراثي. أما النوع الثاني فهو خوارزميات الأسراب المستوحاة من سلوك الكائنات الحية.

وتعد أساليب البحث عن الطعام المتبعة من عدد من الكائنات الحية من أنماط السلوك التي ألهمت العلماء من أجل تطوير العديد من هذه الخوارزميات المستوحاة من الطبيعة والمستخدمة حالياً في كثير من التطبيقات الهندسية.

وتعتمد الفكرة الرئيسية على الاستعاضة عن الكائن الحي بأداة البحث، والبيئة المحيطة بفضاء البحث (أو ما يُسمى بفضاء الحلول)، وأخيراً مصادر الغذاء بحلول المشكلة.

ويتم تحسين كل حل على حدة بأداة بحث مختلفة. وتقوم أدوات البحث بتحسين هذه الحلول باتباع طرق في الرياضيات تحاكي طريقة البحث عن الطعام لهذا الكائن الحي، وتتبادل أدوات البحث المعلومات فيما بينها كما تفعل هذه الكائنات الحية. وعن طريق تكرار هذه المعادلات يزداد احتمال العثور على الحل الأمثل للمشكلة.

خوارزمية مستعمرة النمل

تستلهم هذه الخوارزمية خطواتها من أسلوب بحث مستعمرة من النمل عن

الخوارزميات الإرشادية تمثل طريقة لحل مشكلات التحسين لأنها تستطيع العثور على حل مقبول في وقت قصير ومن هذه الخوارزميات ما يبدأ بحل عشوائي وحيد للمشكلة ثم يعمل على تحسينه

أساليب البحث عن الطعام لدى عدد من الكائنات الحية ألهمت العلماء تطوير العديد من الخوارزميات المستخدمة حالياً في كثير من التطبيقات الهندسية

الطعام. في البداية، لا توجد أي معلومة عن مصادر الغذاء المتوافرة حول المستعمرة لذا يبحث النمل عنها بطريقة عشوائية. وعندما يعثر بعض النمل على مصدر للغذاء يعود إلى المستعمرة في الوقت الذي يقوم فيه بوضع مادة كيميائية على طريق العودة حتى يتمكن بقية النمل من الوصول إلى هذا الموقع.

ويعتمد تركيز المادة الكيميائية الموضوعة على كميات الغذاء المتوافرة في هذا المكان؛ أي إن هذه المادة الكيميائية تحوي معلومات عن جودة موقع الغذاء وكيفية الوصول إليه. وفي حالة الوصول لهذا الموقع بأكثر من طريق فإن للنمل قدرة على تمييز أقصر هذه الطرق وتتبعها. وتمثل هذه المادة الكيميائية نوعاً غير مباشر من تبادل المعلومات بين النمل.

خوارزمية مستعمرة النحل الصنعية

تستلهم هذه الخوارزمية خطواتها من أسلوب بحث سرب من نحل العسل عن الطعام. وهناك فئتان من عسل النحل تتبادلان المعلومات فيما بينهما من أجل العثور على مصادر الغذاء. الفئة الأولى هي فئة النحل العاملة التي تقوم باستغلال مصادر الغذاء الحالية، وفئة النحل غير العاملة المكلفة بمواصلة البحث عن مصادر جديدة.

وتنقسم فئة النحل غير العاملة إلى النحل المشاهد الذي يذهب إلى مصادر الغذاء الغنية والنحل الكشاف الذي يبحث عن مصادر غذاء جديدة بطريقة عشوائية. ويُجدر الإشارة هنا إلى أن هناك خوارزمية أخرى تُسمى بخوارزمية النحل تستلهم خطواتها من الظاهرة نفسها لكن باستخدام معادلات في علم الرياضيات مختلفة.

خوارزمية البكتيريا

تستلهم هذه الخوارزمية خطواتها من أسلوب بحث سرب من بكتيريا القولون عن الطعام. تمر هذه البكتيريا عبر أربع مراحل في عملية البحث هي: الانجذاب الكيميائي، الحشد، الاستنساخ، ثم الإزالة والتشتيت. وأثناء مرحلة الانجذاب الكيميائي تتحرك البكتيريا في اتجاه ازدياد التركيز الغذائي. وأثناء مرحلة الحشد تتجمع البكتيريا في سرب واحد عند الشعور بالخطر. وأثناء مرحلة الاستنساخ تقوم البكتيريا القوية باستنساخ نفسها. وتحدث المرحلة الأخيرة عند حدوث تغير في البيئة المحيطة مما يؤدي إلى موت بعض البكتيريا (الإزالة) أو النزوح من منطقة إلى إخرى (التشتت).

ويتم تبني هذه الخطوات في الخوارزمية كالآتي: في مرحلة

خوارزميات متنوعة

تقدم هذه المقالة معلومات مبسطة عن أشهر خوارزميات التحسين المستوحاة من أساليب الكائنات الحية في البحث عن الطعام. علماً أن هناك العديد من الخوارزميات الأخرى المستوحاة من أنماط سلوك مختلفة للكائنات الحية؛ مثل خوارزمية تزاوج نحل العسل التي تستلهم خطواتها من ظاهرة التزاوج بين النحل، وخوارزمية الخفاش التي تستلهم خطواتها من كيفية طيران الخفافيش وتبادلها للمعلومات، وخوارزمية تلقيح الأزهار، وخوارزمية اليراعة التي تستلهم خطواتها من ومضات اليراعات، وخوارزمية الكوكو التي تستلهم خطواتها من ظاهرة وضع بعض أنواع طائر الكوكو بيضها في أعشاش الطيور الأخرى.

الانجذاب الكيميائي تتحرك أدوات البحث في فضاء البحث في اتجاه تناقص الميل، وفي مرحلة الحشد تتجمع أدوات البحث بعضها مع بعض، وفي مرحلة الاستنساخ يتم استنساخ أدوات البحث التي تتبع أفضل الحلول، وأخيراً تحدث الإزالة بإهمال أدوات البحث التي تتبع حلولاً سيئة، ويتم التشتيت بإضافة أدوات بحث جديدة تتيح حلولاً تم اختيارها بعشوائية. ويتم تكرار هذه المراحل الأربع حتى التوصل إلى حل مقبول للمشكلة.

تحسين سرب الجزيئات

تستلهم هذه الخوارزمية خطواتها من أسلوب بحث سرب من الطيور أو مجموعة من الأسماك عن الطعام، حيث يُلاحظ دائماً أن الطيور تطير في سرب واحد بطريقة متجانسة. وتم استلهام أسلوب الطيران في هذه الخوارزمية عن طريق جعل أدوات البحث تطير في فضاء البحث بالطريقة نفسها. وتحاكي الخوارزمية طريقة الطيران هذه بأن يكون لكل أداة بحث سرعة في اتجاه مختلف عن أدوات البحث الأخرى، ويتم تحديث السرعة بناءً على معلومات خاصة بأداة البحث هذه، وأيضاً معلومات خاصة بأفضل أداة بحث في السرب (التي تتبع أفضل الحلول). ويلاحظ أن هذا يحاكي اتباع الطيور لأقرب طائر للطعام. وتتميز هذه الخوارزمية عن باقي الخوارزميات بسهولة التطبيق وقلة عدد المعاملات المطلوب تحديدها.

خوارزمية الذئاب الرمادية

تستلهم هذه الخوارزمية خطواتها من تسلسل القيادة وأسلوب البحث عن الطعام المتّبع من مجموعة من الذئاب الرمادية. وتعتبر الذئاب الرمادية من الحيوانات المفترسة التي تقبع على قمة الهرم الغذائي. والتسلسل القيادي في المجموعة يتضح في وجود أربعة أنواع من الأفراد داخل الجماعة.

سرب من النمل يسير بطريقة محددة المعالم

أولاً: يوجد ما يُسمى بالألفا وهما ذكر وأنثى مسؤولان عن اتخاذ القرارات المتعلقة بالصيد.

ثانياً: يوجد ما يُسمى بالبيتا الذي يساعد الألفا على اتخاذ القرارات، وينقل هذه القرارات إلى بقية أفراد المجموعة، ثم يبلغ الألفا بالنتائج.

ثالثاً: يوجد ما يُسمى بالدلتا، وهي الذئاب المسؤولة عن الحراسة والصيد ومراعاة الجرحى والمرضى في المجموعة.

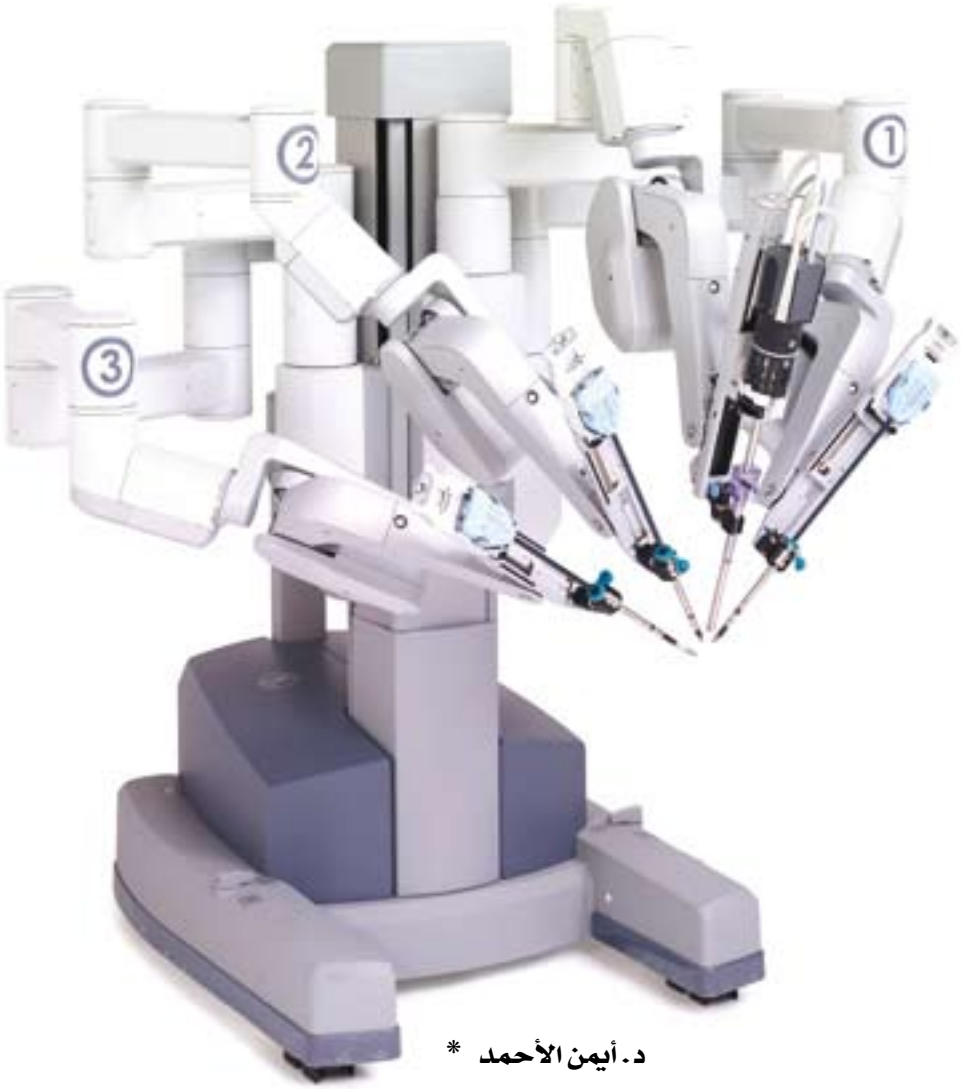
رابعاً: يوجد ما يُسمى بالأوميغا، وهي خاضعة لكل الذئاب الأخرى.

و تنقسم عملية الصيد إلى ثلاث خطوات هي تتبع مطاردة ومحاصرة الفريسة، ثم تطويق الفريسة حتى تتوقف عن الحركة. وأخيراً الهجوم على الفريسة.

ويتم تبني هذه الخطوات في الخوارزمية باعتبار أفضل أداة بحث في المجموعة (التي تتبع أفضل الحلول) هي الألفا وتكون ثاني وثالث أفضل أدوات بحث هما البيتا والدلتا، وبقية أدوات البحث هي الأوميغا. ثم يتم اتباع مجموعة من المعادلات في الرياضيات المُطورة خصيصاً لمحاكاة عملية الصيد. ■

تنقسم الخوارزميات المستوحاة من الطبيعة إلى خوارزميات وراثية مستوحاة من نظريات الانتقاء الطبيعي والاختلاط الجيني والتحول الوراثي وخوارزميات الأسراب المستوحاة من سلوك الكائنات الحية

الإنسالات الطبية..
تطبيقات باهرة للذكاء الصنعي



د. أيمن الأحمد *

نحو 30 عاما مضت منذ أن استخدم الأطباء أول إنسالة (روبوت) في العالم لإجراء إحدى العمليات الجراحية، محققين بذلك فتحاً طبياً جديداً ساهم في تطور العمليات الجراحية وتحسينها، وخفف من عدد الوفيات والأخطاء الطبية، وحدّ من المضاعفات الخطرة والإصابات المزمنة. ففي الثاني عشر من مارس عام 1984 أجرى عدد من أطباء العظام في مستشفى جامعة كولومبيا البريطانية بفانكوفر الكندية عملية جراحية لأحد المرضى باستخدام إنسالة صممها عدد من المهندسين، وأطلقوا عليها اسم (Heartthrob).

* طبيب وكاتب علمي، (الكويت).

وتوالت بعدها الإنجازات في مجال استخدام الإنسالات في العمليات الطبية، لاسيما مع التطورات الحاصلة في مجال الهندسة الإلكترونية وعلم الحاسوب وعلم المواد.

ويوماً بعد يوم أخذت الإنسالات الطبية تدخل مجالات معقدة جدا، وتحل محل الجراحين في عدد كبير من المهمات الصعبة، كما أخذ حجمها يصغر عاماً بعد آخر ليتمكن الأطباء من استخدامها في عمليات خاصة تحتاج إلى أدوات دقيقة جداً وصغيرة الحجم في الوقت نفسه.

البداية من المناظير

مع انتشار الجراحة بالمنظار في التسعينيات من القرن العشرين، فإن تغيير الصيغة التي كانت متبعة في عمليات الجراحة العامة طور الاتجاه إلى التدخل بأصغر جرح وأقل عدد من الجروح المحتملة في جسم الإنسان في كل العمليات الجراحية. وأجريت أول عملية لاستئصال المرارة باستخدام إنسالة عام 1997، ثم تطور هذا الاتجاه بصورة كبيرة.

ومع أن التدخل الجراحي بالمنظار في عمليات عديدة هوالأمر الذي كان مستخدماً مدة طويلة، وما زال حتى الآن في عدد كبير من الدول، فإن هنالك تقييدات معينة تتضمنها تقنيات المنظار، وهو الأمر الذي ركزت عليه العمليات التي تستخدم الإنسالات، ولاسيما مع استخدام تقنية الأبعاد الثلاثية، حيث يمكن رؤية الأمور بوضوح شديد، ودقة عالية جداً.

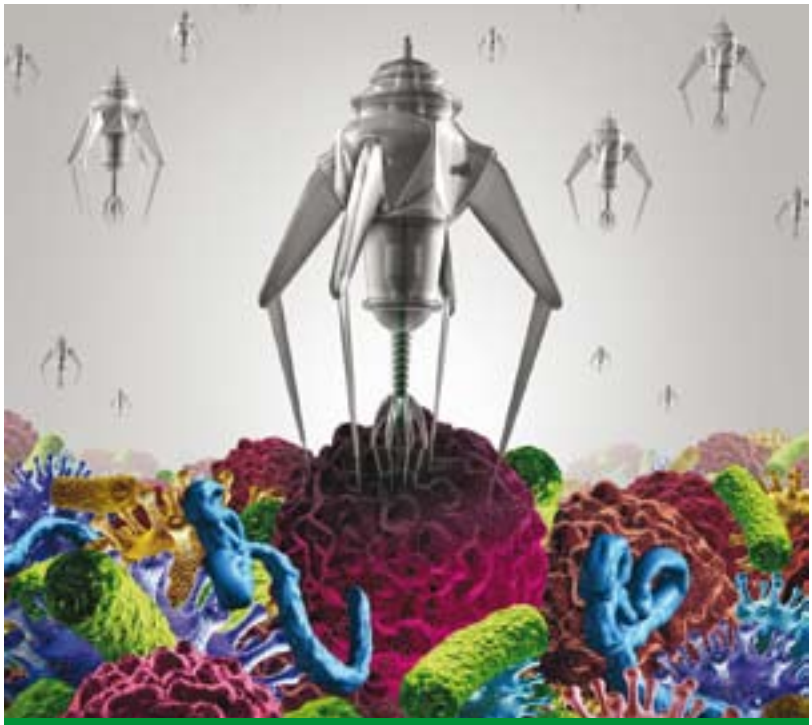
ومع تطور العلوم تطورت استخدامات الإنسالات الطبية، فأصبح الجراحون يرون المنطقة التي يجرون لها الجراحة بأبعادها الثلاثة ويدققون في أدق التفاصيل، ويستطيعون التمييز بين الأعصاب والأوعية الدموية الدقيقة، مع إمكانية تنفيذ عدد من العمليات الطبية في الوقت نفسه.

وهذه الاستخدامات العديدة والمتطورة للإنسالات الطبية أدت إلى نتائج عديدة، انعكست على الطبيب والمريض من جهة، والنواحي الاقتصادية والاجتماعية والنفسية.

من جهة أخرى؛ فقد أدت إلى تقليل فترة النقاهة، وتخفيف درجات الألم واستخدام الأدوية المختلفة، وزيادة نجاح العمليات الدقيقة، وسرعة خروج المرضى من المستشفيات، والحد من الإنفاق الحكومي على الرعاية الطبية، وتحسين الحالة النفسية والمزاجية للمرضى، والحد من الأخطاء الطبية، وسرعة إنجاز العمليات الجراحية وعددها.

مع تطور العلوم تطورت استخدامات الإنسالات الطبية فأصبح الجراحون يرون المنطقة التي يجرون لها الجراحة بأبعادها الثلاثة ويستطيعون التمييز بين الأعصاب والأوعية الدموية الدقيقة مع إمكانية تنفيذ عدد من العمليات الطبية في الوقت نفسه

تتضمن أحدث التطورات العلمية في مجال الإنسالات الطبية استخدام إنسالات نانوية تدخل أجسام المرضى وتؤدي عملها في الداخل



إنسالات نانوية تصور الأجزاء الدقيقة من جسم الإنسان وتقدم بيانات عنها

إنسالات طبية نانوية

تتضمن أحدث التطورات العلمية في مجال الإنسالات الطبية استخدام ما يمكن تسميته بالإنسالات الطبية النانوية، وبمعنى آخر سيتضمن جراحو المستقبل إنسالات نانوية (متناهية في الصغر) تدخل أجسام المرضى وتؤدي عملها من الداخل من دون حاجة إلى إجراء عمليات شق للمرضى أوإفقادهم للوعي. وهذا الجيل من الإنسالات الطبية سيدخل إلى أجسام المرضى من خلال الآذان أوالعيون أو الأجهزة التنفسية، لتطرح الدواء المناسب، وتأخذ عينات من النسج المختلفة.

ومن تلك الإنسالات الطبية الحديثة إنسالة طولها 5 مم فقط ولها 16 رجلاً اهتزازية للتحكم فيها والسيطرة على حركاتها. وستتولى هذه الإنسالة أخذ عينات وإعطاء عقاقير السرطان، وتزويد الأطباء بصور لمناطق يصعب الوصول إليها، مثل أعماق داخل الرئتين. وستعمل داخل الأوعية الدموية الكبيرة لاستكشاف العلل الموجودة فيها.

ومن أهم استخدامات تلك الإنسالة استعمالها لدى الأشخاص في إدخال أدوات السمع وزرعها. وهذه الأدوات يستخدمها الأشخاص الصم، حيث توضع أقطاب كهربائية صغيرة ضمن سماعة رقيقة على هيئة لولب حساس لتحفيز العصب السمعي. وهذه الإنسالة ستكون قادرة على زرع الأداة المناسبة داخل قوقعة الأذن بصورة أعمق مما يمكن فعله حالياً، أو تمنح المريض سمعاً أفضل.

ومع التقدم أكثر في التصميم النانوي، تكثر الفرص للحصول على أدوات طبية داخل الجسم بطرائق مبتكرة. وثمة أداة منمنمة مختبرة ومجربة وهي آلة تصوير في كبسولة صغيرة بما يكفي بحيث يمكن ابتلاعها والتعرف من خلالها إلى ما يحتاج إليه الطبيب.

ويركز بعض الأطباء على استخدام الإنسالات النانوية في جراحة العين لأنها تتطلب دقة عالية. وهنالك إنسالة تدعى (الإنسالة العينية) تستخدم لقياس مستويات الأكسجين عند سطح شبكية

الاستخدامات العديدة والمتطورة للإنسالات الطبية أدت إلى نتائج عديدة انعكست على الطبيب والمريض من جهة والنواحي الاقتصادية والاجتماعية والنفسية من جهة أخرى

العين، ومؤشر إمداد الدم. من أجل هذا، فإن الإنسالة مكسوة بمادة كهرضوئية كيميائية، ويظهر قياس السطوع فيها تركيز الأكسجين.

ويمكن استخدامها أيضاً لمعالجة انسداد الوريد الشبكي الذي يحدث عندما تحجز قطرة دم العرق الرئيسي خلف العين. كما تستخدم في سحب السوائل من تجويف الجسم، حيث يتم وضعها داخل سطح العين، ويتم إدخال إبرة فيها لحقن الدواء داخل العرق المستهدف، لكن وصول الإبرة إلى الشعيرة الدموية يتطلب مهارة جراحية كبيرة، وهو ما استدعى تصميم أداة نانوية جديدة تؤدي هذه المهمة.

الإنسالات الطبية والأخلاقيات

يستطيع المصمِّمون برمجةَ الإنسالات بمبدأ أخلاقي يُستنبَط بتطبيق تقنية في الذكاء الصُنعي تُدعى «التعلُّم الآلي» machinelearning.

يلقِّم المصمِّمون خوارزميةَ التعلُّم الآلي بمعلومات عن الخيارات التي ينبغي اعتبارها سليمة أخلاقياً في عدد من الحالات المختارة، اعتماداً على معايير مثل: مدى الفائدة المرجوَّة من فعلٍ ما، ومدى الضرر إذا لم ينفذ، ومدى الحيادية في اتخاذ القرار. ومن ثم، تَستخلص الخوارزميةُ مبدأ عاماً يمكن تطبيقُه على حالات جديدة.

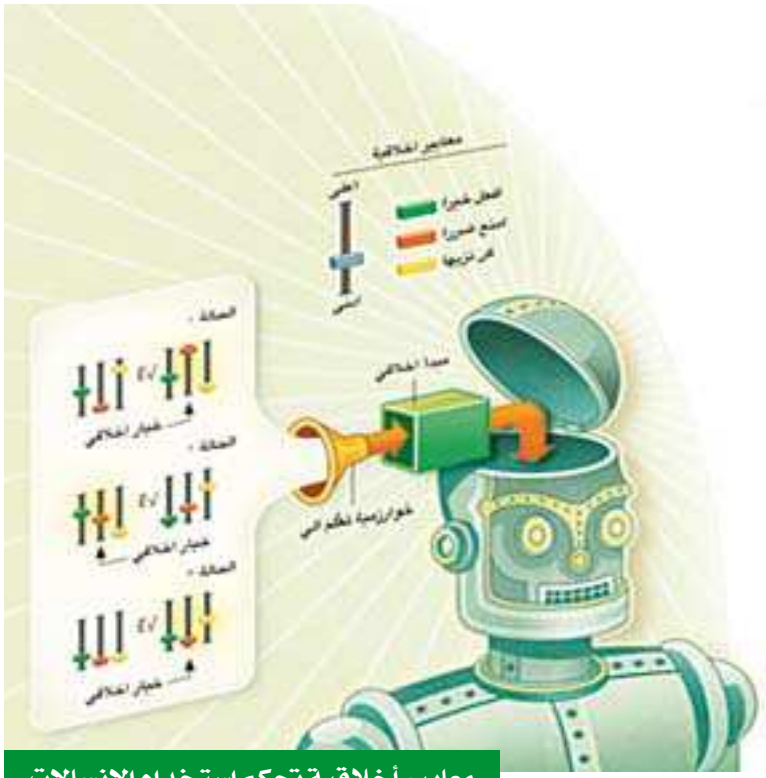
وكثيرا ما يتعيَّن على الإنسالات التي تتأثر مع البشر أن تتَّخذ قرارات لها تداعيات أخلاقية. وليس في وسع المبرمجين التنبُّؤ بكل إشكال أخلاقي قد يعترض الآلة، غير أن بإمكانهم توفير مبدأ شامل قادر على توجيه اتخاذ القرار عن كل واقعة على حدة.

قدَّم بعض الباحثين أولَ عرض لإنسالة (سموها ناو) قادرة على اتخاذ قرارات أخلاقية؛ فزوَّدوها على سبيل المثال بمبدأ أخلاقي تستعمله لتحديد عدد المرات التي يتعيَّن عليها تذكير مريض بتناول دوائه. وقد أثبتت برمجة الإنسالة قدرتها على الاختيار من بين بضعة خيارات ممكنة، كالمداومة على تذكير المريض مرة بعد مرة بتعاطي الدواء، وتحديد موعد تناوله، أومجاراة قرار المريض عدمَ تناوله. وتستطيع إنسالةٌ تساعد المسنِّين أن ترتِّب أولويات خدماتها المحتملة وفقا لدرجة تلبية هذه الخدمات للمعايير الأخلاقية. واعتماداً على تلك التقديرات تَستعمِل مبدأها المدمَج فيها لتحديد أولويات أعمالها في وقت معيَّن. فعلى سبيل المثال، إذا طلبَ أحدُ الأشخاص طعاماً وطلبَ آخرُ جهازَ التحكُّم في التلفاز، فلربما تجد الإنسالةُ أن من المصلحة أداءَ عمل آخر أولا، كتذكير مريض بتناوُل دوائه.

اليابان تسجل معدل شيخوخة كبيراً وأطول متوسط عمر في العالم ماتسبب في إحداث مشكلة كبيرة في نظام الرعاية الصحية مما دعاها لابتكار إنسالات تساعد الممرضات في جميع أعباء العمل الأساسية

بعض الأطباء يركزون على استخدام الإنسالات النانوية في جراحة العين لأنها تتطلب دقة عالية وهنالك إنسالة تستخدم لقياس مستويات الأكسجين عند سطح شبكية العين ومؤشر إمداد الدم

إنسالة يابانية تدعى (Riba) مصممة لرفع المرضى بعناية فائقة من الأسرة أو وضعهم عليها ومساعدتهم على التحول من وضع الجلوس إلى وضعية القيام وغير ذلك من مهمات شخصية



معايير أخلاقية تحكم استخدام الإنسالات

المصمّمون يستطيعون برمجةَ الإنسالات بمبدأ أخلاقي يُستنبَط بتطبيق تقنية في الذكاء الصُنعي تُدعى التعلم الآلي لترتيب الأولويات

إنسالة طبية باهرة

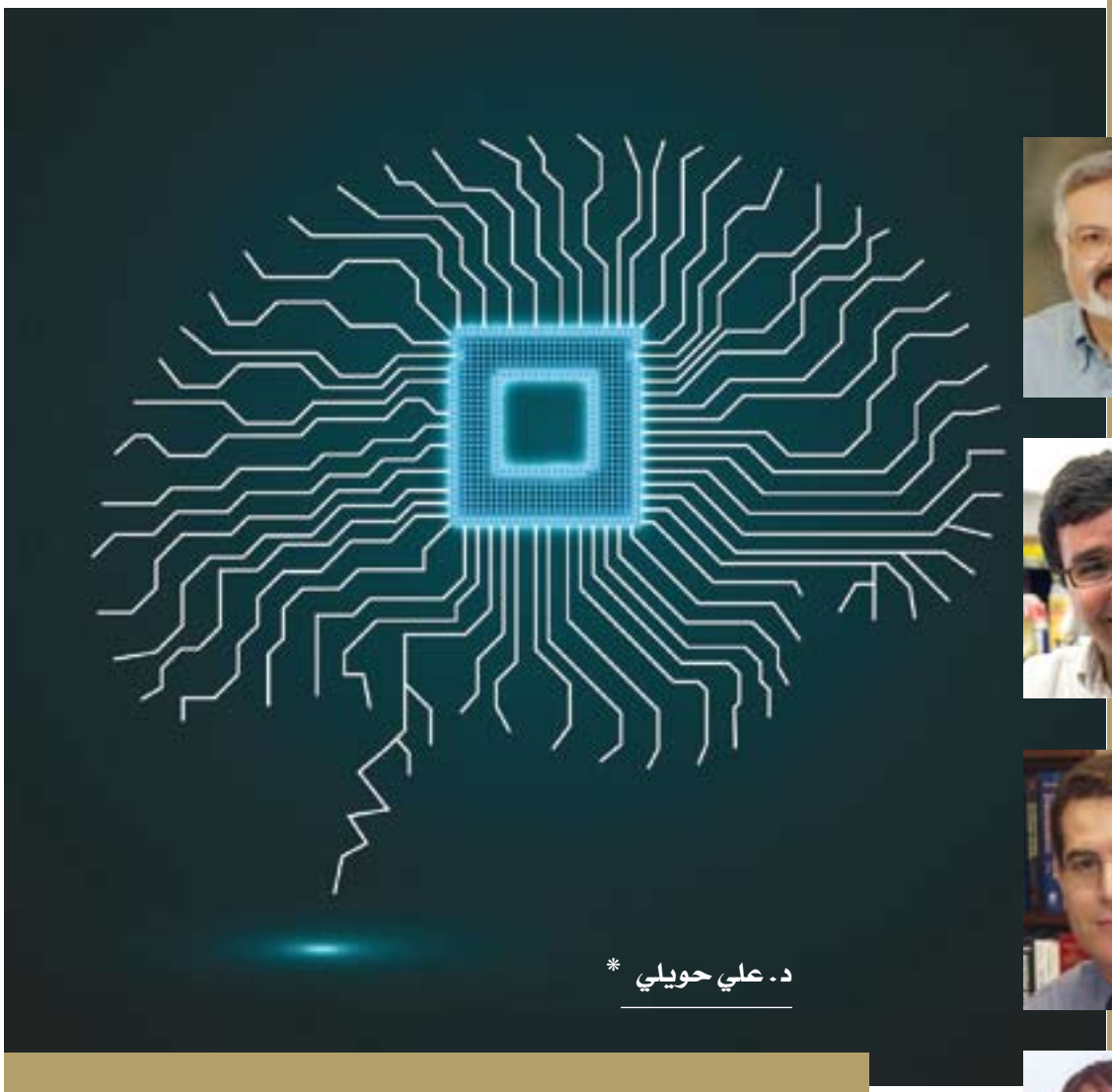
تملك اليابان معدل شيخوخة كبيراً، إضافة إلى أطول متوسط عمر في العالم. وهذان العاملان تسبباً في إحداث مشكلة كبيرة في نظام الرعاية الصحية هناك؛ ففي السنوات المقبلة، سيصبح من الصعب تقديم رعاية صحية عالية المستوى، في ضوء تزايد عدد كبار السن. ومع وجود نقص في عدد الممرضات على مستوى العالم، يبدو أن اليابان ليست وحدها التي تعاني تلك المشكلة، ولكن اليابان تتصدر المشهد الخاص بتطوير الإنسالات التي تساعد الممرضات على جميع أعباء العمل الأساسية.

فقد طور العلماء الإنسالة (Terapio) التي ستريح الممرضات من بعض الأعمال، مثل جمع البيانات الخاصة بالمرضى ومتابعة المؤشرات الحيوية، مما يسمح لهن بالاهتمام بالمرضى بصورة أكبر.

تتضمن تلك الآلة سجلاً كاملاً للمريض، والتاريخ الطبي لها للاستعانة بتلك البيانات بسهولة. ويمكن لتلك الإنسالة التعرف إلى تفاعلات الأدوية التي ربما تشكل خطراً على صحة المريض. وكما هي مُبرمجة، فعندما لا تظهر بيانات على الشاشة، يظهر وجه الإنسالة وهو في ابتسامة ودية، ويمكن تغيير شكل العينين للتعبير عن المشاعر.

ولهذه الإنسالة ثلاثة أنظمة تشغيل، النظام الأول يُدعى مساعد الطاقة، ويسمح لها بالمناورة والحركة الدائمتين، أما النظام الثاني فيُدعى التعقب، حيثُ يتيح لها تعقب المرضة متجنباً أي عائق في طريقه، في حين يدعى النظام الثالث بالدوريات، وهو يتيح للإنسالة الذهاب في دوريات إلى المرضى لجمع البيانات الخاصة بوضعهم الصحي، أوفحصهم. وثمة إنسالة يابانية أخرى تدعى (RIBA) مصممة لرفع المرضى بعناية فائقة من الأسرة أو وضعهم عليها، ومساعدتهم على التحول من وضع الجلوس إلى وضعية القيام، وغير ذلك من مهمات شخصية. ■

منارات عربية في الذكاء الصنعي



د. علي حويلي *

كثير من العلماء العرب برزوا في مجال الذكاء الصنعي والابتكارات المختلفة في هذا المجال، وقد اخترنا منهم أربعة من العلماء الكبار الذين التقتهم مجلة النقد العلمي وتفوقوا شرقاً وغرباً، لنقدم بعض إنجازاتهم، وما تميزوا به في الدول التي انتقلوا للدراسة أو العيش فيها، لتكون أعمالهم منارات للباحثين والشباب العربي الطموح، وهم العالم المصري الكندي الدكتور محمد كامل، والعالِم الأمريكي الجزائري الدكتور كمال تومي، والعالم التونسي الكندي الدكتور فخر الدين الالكراي، وأخيراً العالم التونسي الأمريكي الدكتور فتحي غربال.

* أكاديمي وباحث عربي، (كندا).

العالم المصري الكندي

د. محمد كامل

تفوق بالأنظمة الذكية وحاز مناصب مرموقة

من التقاليد الراسخة في الجامعات والمؤسّسات العلمية الكنديّة أنها تحتفظ في وثائقها الرسميّة بنبذات عن سير علمائها المتميزين، تتضمّن بحوثهم وإنجازاتهم ومناصبهم الأكاديميّة والمهنيّة. ينطبق ذلك على العالم الكندي المصري محمد كامل الذي وصفه معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيّات أثناء الاحتفال بانتخابه زميلاً بأنه «أستاذ وباحث متميّز ومدرب ومهندس وإداري بارع».

ولد الدكتور محمد في الإسكندرية عام 1948، وحصل عام 1970 على بكالوريوس في هندسة الكهرباء والحواسيب والتحكّم الآلي من جامعة الإسكندرية، وعمل معيداً في تلك الجامعة مدة سنتين. ثم سافر إلى كندا بمنحة دراسيّة من جامعة ماكماستر حيث أنجز رسالة ماجستير في الحواسيب، ثم حصل على شهادة الدكتوراه في علوم الحاسوب وبرمجة الأجهزة الذكيّة من جامعة تورونتو.

عمل في التدريس نحو ثلاثة عقود، وكان أستاذاً في جامعات غلف وتورنتو وواترلو في كندا، وأستاذاً زائراً في جامعات بوردو ونيومكسيكو الأمريكيتين وبورتو البرتغالية، وحالياً؛ يشغل منصب أستاذ دائم في جامعة واترلو، قسم تصميم النُظُم الهندسيّة والهندسة الكهربائيّة وهندسة الحاسوب، إضافة إلى كونه مديراً لبحوث تتعلق بالآلات الذكيّة.

ومهنيّاً؛ يتمتّع الدكتور كامل بنشاط بارز في لجان ومجالس مختصّة كالمجلس الاستشاري للعلوم والمعرفة، ولجنة التخطيط للبحوث والتعيينات الجامعية، ولجنة هندسة البرمجيات، ولجنة تنسيق البحوث الجامعية في كندا، كما شغل منصب مستشار في

تمحورت بحوثه حول نُظُم الذكاء الصنعي وتقنياتها وآلياتها المتقدّمة وجاءت باكورة إنجازاته عقب حصوله على شهادة الدكتوراه

عدد من مجالس إدارة شركات مختبرات بيل وجنرال موتورز (GM) وآي بي إم (IBM) واتصالات كندا المحدودة.

وأسّس كامل شركة Vision Inte-natinal Virtek ، وساهم في تحرير عدد من المجلات العلميّة المختصّة كالمجلة الدوليّة للإنسالات والتشغيل الآلي، ومجلة محاكاة الحاسوب، وعلم الحاسوب، وعالم العلم، وبلاكويل المختصّة في الذكاء الصنعي، وإلسفيير Elsevier.

انتُخب عضواً في المعهد الكندي للمهندسين الكهربائيين والإلكترونيين، ونقابة المهندسين الكنديّة، وجمعية النهوض للذكاء الصنعي، وأكاديمية نيويورك للعلوم، والجمعية الدولية للمحاكاة بالحاسوب، إضافة إلى تأسيسه جمعية الصورة وذكاء الآلة Image and Machine intelligence.

ذكاء الآلات يحاكي النمل والطيور

تمحورت بحوث الدكتور كامل حول نُظُم الذكاء الصنعي وتقنياتها وآلياتها المتقدّمة، وجاءت باكورة إنجازاته عقب حصوله على شهادة الدكتوراه، عبر مشروع حول التعرّف إلى الأنماط، تقدّم به إلى شركة (إن سي آر) الكندية المختصّة في الإلكترونيّات وبرمجيات الحاسوب، في مطلع الثمانينيات من القرن الماضي.

أوضح كامل أن مصطلح التعرّف إلى الأنماط Pattern Recognition يمثّل فرعاً من علوم الذكاء الصنعي، يتّصل بصنع تقنيّات للتعرّف إلى أنماط محددة في إشارات رقميّة معيّنة، على غرار التعرّف إلى (سمفونية) انطلاقاً من مقطوعة صغيرة منها، عبر التعرّف إلى نمطها الموسيقي.

في مثال آخر، من المستطاع التعرّف إلى نمط الاستهلاك لشريحة اجتماعية معيّنة عبر تحليل المعلومات عن مشترياتها والمخازن التي تتعامل معها والسلع التي تميل إليها. ويرى الدكتور كامل أن تلك الآليات تساعد على اكتساب المعلومات للحصول على النمط الذي ينبغي التعرف إليه، ثم تصنيف المعلومات وتخزينها وتحويلها إلى نص رقمي يتعامل معه الحاسوب. وتوصّل إلى تقنيات تمكّن من التعرّف إلى أنماط الكتابة والأرقام المكتوبة يدويّاً على الشيكات المالية.

وبرع الدكتور كامل أيضاً في تقنيّات معالجة الصور الرقمية، وهي من أساسيّات علوم الحاسوب، وتتطلب تلك التقنية إجراء عمليات متعاقبة تبدأ بالحصول على صورة رقمية وتصفيتها من التشويش، يلي ذلك تقطيع الصورة، بمعنى استخلاص مواصفات معيّنة منها، وتصنيفها. وبعد ذلك، يجري ربط المواصفات بالأنماط المتّصلة بها، ما يؤدي إلى فهم الصورة بصورة دقيقة ومتكاملة. وأوضح أن نُظُم مُعالجة الصور تستخدم في مجالات متنوّعة تشمل التحكّم الذاتي في الآلات الذكيّة والإنسالات، والرؤية الرقمية وغيرها. ويرى أن معالجة الصور تأخذ أهمية كبيرة على مستوى إدراك الصور، بمعنى أن تفهم الآلات الذكيّة معنى الصورة أو تتعرف إلى أنماط معيّنة أو أشكال محدّدة كـ(اللوغو)، كما تصنع تقنيات

د. محمد كامل أستاذ وباحث متميّز ومدرب ومهندس وإداري بارع يقتحم نُظُم الذكاء الصنعي بجدارة

توصل إلى تقنيات تمكن من التعرف إلى أنماط الكتابة والأرقام المكتوبة يدوياً على الشيكات المالية

لتمكين الإنسالات من التعرّف إلى شكل إنسان ما، أو تحديد ملامح وجهه وهيئة بصماته، وكذلك التعرّف إلى سيّارة معيّنة على الطريق، وتستعمل تلك التقنيّات أيضاً في الملاحة الفضائية عند تحليل الصور التي تلتقط للأرض من الفضاء.

وفي سياق متّصل؛ أظهر كامل براعة في صنع برامج للحاسوب تستطيع أن تحاكي ما يعرف باسم الأنظمة الذكيّة التعاونية Cooperative Intelligent Systems وتطبيقها في مجالات متعددة. وبّين أن مفهوم الأنظمة الذكيّة التعاونية يعني من حيث المبدأ التعاون بين أنظمة ذكية عدة مع بعضها بعضاً بدلاً من الاعتماد على نظام واحد، قائلاً: «ربما يكون التعاون بين مجموعة إنسالات أو آلات ذكية تعمل على مستوى متقارب، وتتوزّع المهمات والمسؤوليات فيما بينها كي تشكّل فريقاً ذكيّاً واحداً».

وأشار إلى أن الأنظمة الذكيّة التعاونية تستخدم في مجالات أمنية واسعة، كتركيب كاميرات ذكيّة في المطارات والمرافق الحيويّة الأخرى، أو تعقّب أشخاص مشتبه فيهم. كما يمكن للأنظمة الذكيّة التعاونية أن تتشكّل عبر تعاون بين برامج حاسوبية متنوّعة تتوزّع المهمات فيما بينها بهدف حل مشكلات فنيّة أو تقنية معقّدة.

ولفت الدكتور كامل إلى أن الأساس النظري والعملي لمفهوم الأنظمة الذكيّة التعاونية، موجود في الطبيعة التي تقدم أمثلة كثيرة عن ذلك النمط من التعاون، إذ تتعاون كائنات كالنحل والنمل مع بعضها بعضاً بطريقة فعّالة، ما يعني أن من الممكن الاستفادة من تلك المخلوقات عبر صنع برامج حاسوبية تحاكي التعاون الحاصل في ممالك النمل والنحل والطيور.

برع د. كامل في تقنيّات معالجة الصور الرقمية التي هي من أساسيّات علوم الحاسوب وتتطلب إجراء عمليات معقدة و متعاقبة

لفت إلى إمكانية الاستفادة من المخلوقات المتنوعة عبر صنع برامج حاسوبية تحاكي التعاون في ممالك النمل والنحل والطيور

جوائز التفوّق العلمي

شملت بحوث الدكتور كامل تقنيّات التنقيب في البيانات Data Mining، وهي باتت علماً قائماً بذاته. وتتعلق تلك التقنية بعمليات تحليل البيانات وربطها بالذكاء الصنعي والعمليات الإحصائيّة. بمعنى آخر أنها عملية تفتيش عن معلومات معينة ومفيدة، تكون موجودة ضمن كميات كبيرة من البيانات. وتبدأ عملية التنقيب عن البيانات بتحديد ما هو متوافر منها، ثم تصنيفه وإعادة تدقيقه، وتخليصه من الشوائب والأخطاء والعيوب. وبعدها يصار إلى تجميع البيانات التي يظهر أن لديها خصائص متشابهة، مع فصل الجيد عن الرديء، بهدف الاستفادة منها مستقبلاً. ويقول الدكتور كامل في شرح تقنية تنقيب البيانات إنها عملية بحث وتحليل داخل مستودع تتراكم فيه بيانات تأتي من مصادر مختلفة، كشبكة الإنترنت والوثائق المتنوّعة، وتتيح تلك التقنيّة للمؤسسات التعرف إلى ما تحتاج إليه من طريق توثيق المعلومات المتنوّعة، وتلخيصها وتصنيفها، ثم الربط بين المعلومات والنصوص. وتتمثّل الغاية النهائية منها في اتخاذ قرارات حاسمة تستند إلى بيانات دقيقة ومؤكدة.

ويحظى الدكتور كامل برصيد وافر من الجوائز العلمية أهمها المخترع المتميّز، وجائزة المؤتمر الدولي لبحوث النظم الهندسيّة، والأداء المتميّز في كلية الهندسة لجامعة واترلو، وميدالية معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيّات عن مساهمته المتميزة في التعرّف إلى الأنماط Pattern Recognition والأنظمة الذكية وغيرها.

وحاز درجة الزمالة من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيّات، ومعهد الهندسة الكندي، والأكاديميّة الكنديّة للهندسة، والرابطة الدولية للتعرّف إلى الأنماط.

العالِم الجزائري الأمريكي

د. كمال تومي

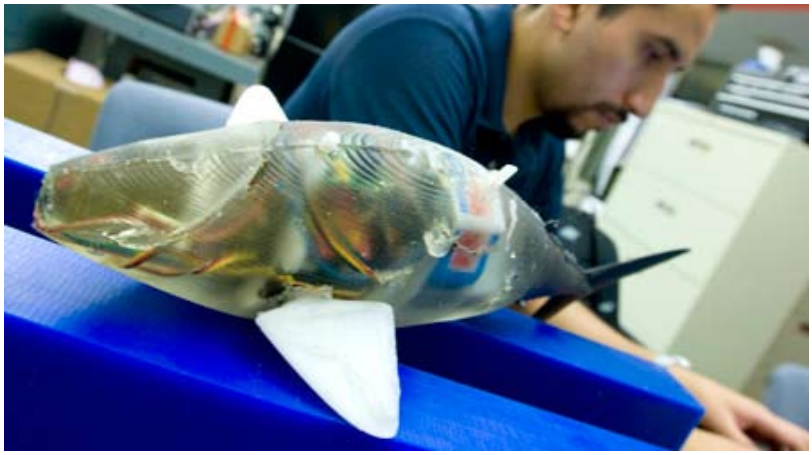
صنع إنسالة تحاكي الأسماك

بعد أن أنهى علومه في جامعات الولايات المتّحدة، عاد كمال يوسف تومي، ككثر من أمثاله، إلى وطنه الأم الجزائر أملاً بالاستقرار والمساهمة في نهوض الجزائر علمياً وأكاديمياً وتكنولوجياً. إلا أنه سرعان ما غادر بلاده منخرطاً في الأكاديمية الأمريكية بمعطياتها المتشابكة كافة.

وُلد هذا العالِم الأمريكي الجزائري في عام 1954 في مدينة قصر البخاري بولاية مدية الجزائرية، وحصل على بكالوريوس في الهندسة الميكانيكية من جامعة سينسيناتي الأمريكية عام 1979. ثم نال شهادتي الماجستير والدكتوراه من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT في عام 1986. واستقر في ذلك المعهد الذي يعتبر من أبرز مراكز التميّز علمياً. وما زال يعمل فيه أستاذاً وباحثاً في الهندسة الميكانيكية، بل ويعتبر من أبرز علماء المعهد في تصميم النُظُم الديناميكية والتحكم في آلياتها وتطبيقاتها العملية.

شملت بحوث تومي طيفاً واسعاً من نُظُم الإنسالات والأتمتة والتقانة النانوية، خصوصاً ما تعلّق منها بأجهزة القياس السريعة، وحقّق إنجازات كبيرة في هذه الحقول. ويتحدّث تومي عن الآلات الأوتوماتيكية مُبيّناً أنه ابتكر جهازاً للنسخ ضوئياً Optical Scanner، على مقياس يقلّ عن النانومتر - جزء من المليار من المتر - بمقدار 10 أضعاف، إضافة إلى أنه أسرع من الأجهزة الرائجة في هذا المجال، بمقدار 1300 ضعف. ويتميّز الماسح الذي صنعه تومي بالدقة في الصنع، وجودة المواد المستخدمة فيه، خصوصاً أشباه الموصلات، وذاكرته الإلكترونيّة القويّة، وإمكان استعماله كهاتف محمول (نقال) أيضاً.

شملت بحوث الدكتور تومي طيفا واسعاً من نُظُم الإنسالات والأتمتة والتقانة النانوية خصوصاً ما تعلّق منها بأجهزة القياس السريعة وحقّق إنجازات كبيرة في هذه الحقول



يتميز د. نـومـي برصيد مهني كبير تدعمه خبرة أكاديمية عريقة مع غزارة في النتاج وحصل على جوائز تكريم مرموقة تقديراً لإنجازاته العلمية

ويوضح الدكتور تومي أن هذا الماسح الضوئي بأثر من سرعته الهائلة يستخدم أيضاً في مجال التقنيّات البيولوجية للكشف عن البكتيريا والفيروسات وكذلك في صنع الأدوية المُضادة للبكتيريا والفيروسات، مع ملاحظة أن الماسح النانوي يظهر الأشياء التي يتعامل معها على شريط فيديو، ولا يكتفي بالتقاط صور ثابتة لها. ووفق تومي فقد أدت هذه المزايا إلى الإقبال على استعمال هذا الماسح في مجالات شملت الهندسة والطب وتركيب الأدوية وغيرها.

وتضمّنت إنجازات الدكتور تومي صنع مجموعة من الإنسالات (الروبوتات) التي تعمل بصورة مستقلّة، بمعنى أنها تتحرك، بل تتحكّم في أنماط حركتها بصورة ذاتية كليّاً. والآن، تستخدم هذه الإنسالات في قطاعات البترول والغاز، في عمليات التنقيب خصوصاً في الخزانات العميقة للبترول، وفي خزانات الغاز المُبرّد التي تنخفض الحرارة فيها إلى ما دون 162 درجة تحت الصفر. وهذه الإنسالات تتمركز على سطوح الخزانات كي تراقب ما يجري في داخلها من خلل أو عيوب فنية أو تسرب للغاز، فيما الغاز يتقلّص في ظل البرودة الشديدة، ما يُسهّل تخزينه ونقله من بلد إلى آخر.

وتستخدم هذه الإنسالات حالياً في مشروعات واعدة في المملكة العربية السعودية التي تعتمد على تحلية مياه البحر بنسبة 80%. وتكمن أهمية هذه الأجهزة الأوتوماتيكية في الكشف عن تسرّب المياه في الأنابيب الكبيرة التي تربط المركز بالمدن. ويقول إنه في مدينة الرياض هناك شبكة تحت الأرض تحمل مياه الشرب، يصل طولها إلى نحو 400 كيلومتر. وبصورة دائمة، تحتاج هذه الشبكة إلى معالجة بعض المشكلات التي تحدث بين الحين والآخر، مثل تسرّب المياه أو تآكل الأنابيب أو تنقية المياه المالحة. وربما يصل معدل التسرّب في هذه الأنابيب إلى نحو 30%، ما يمثّل خسارة كبيرة توجب العمل على تداركها.

ابتكر جهازاً للنسخ ضوئياً على مقياس يقلّ عن نانومتر وهو جزء من المليار من المتر بمقدار 10 أضعاف يعتبر أسرع من الأجهزة الرائجة في هذا المجال بـ1300 ضعف

ولعل أحد أطرف إنجازات الدكتور تومي هو صنعه إنسالة تحاكي السمكة في اللون والشكل، وتتحرّك في الماء كالسمك تماماً، وتستطيع التعايش والانسجام مع قطيع من الإنسالات - الأسماك بصورة سلسة تماماً. ويوضح أن هذه الإنسالة «لا تشكّل أذى للأسماك، ولا تتصرف بصورة عدائية تجاهها. وتتميّز بأناقتها ورشاقتها وجمالها، وسرعة حركتها، وقدرتها على تنسيق حركة الذيل والرأس والجسم، إضافة إلى قدرات فائقة على المناورة والوصول إلى الأمكنة الضيّقة التي لا تستطيع أن تصل إليها المركبات البحريّة.

وتصنع هذه الإنسالات من مُكوّنات تحميها من أخطار البيئة البحرية، وتسرب الماء إلى داخلها، وتعرضها لعوامل التلف. ويبلغ طول الواحدة منها أقل من قدم، ويديرها محرك فائق الصغر لكنه منخفض التكاليف، ويعمل لنحو أربع سنوات. وتحتاج إلى قوة كهربائية بطاقة 5 واط/ساعة تقريباً، من مصدر خارجي أو من بطارية مثبتة داخلها. وتكمن الغاية من اختراع هذه الأسماك في مراقبة الحياة البحريّة والنباتية والبيئية، وأخذ المعلومات عنها، وعن حال البحر والتلوّث، ومراقبة ظهور أنواع الأسماك أو انقراضها. وتحتوي نُظُم استشعار من بعد، تستطيع أن تحدّد عمق الغوص، وتمسح الأجسام الغارقة، إضافة إلى شبكات الغاز والبترول. وهذه الإنسالة صُنعت بالتعاون بين معهد (إم آي تي) وشركة شلمبرغر في سنغافورة وشركات عالمية أخرى.

محاضرات وكتب وبراءات اختراع

يتمتع الدكتور تومي برصيد مهني كبير تدعمه خبرة أكاديمية كبيرة، مع غزارة في الإنتاج، ومكانة علمية مرموقة في مؤسسات البحوث والإنتاج. وحصل على جوائز تكريم مرموقة تقديراً لموقعه العلمي، إذ عمل مستشاراً في أكبر مختبرات أمريكا وشركاتها، إضافة إلى شركات خارج الولايات المتحدة.

وتشمل قائمة الشركات التي عمل فيها تومي، بروكتر أند غامبل للصناعات الاستهلاكية، وشلمبرغر للخدمات البترولية، وجيليت، ومختبرات تي أند تي، ومختبر بل، والوكالة الوطنية (الأمريكية) للتكنولوجيا، ومركز التنمية التكنولوجي في فنلندا، ومختبرات بحوث دلتا الأمريكية.

وفي مجال آخر حاضر تومي في الجامعات عن النُظُم الديناميكية، والمحاكاة الافتراضية على الحاسوب والإنسالات المتطوّرة، والميكانيكا الإلكترونيّة، وألقى محاضرات في عشرات المؤتمرات والندوات والشركات. ونشر ما يزيد على 120 بحثاً في مجلات عالمية مختصة.

وألّف كتاباً حول النظرية والتطبيق لمحرك الإنسالة. وتوج سجله العلمي حتى الآن بتسع براءات اختراع في مجالي الهندسة الميكانيكية والإنسالية.

ويبدي د. تومي اعتزازه بمجموعة من الجوائز، لاسيما جائزتا مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية للإنجاز في البحث والتدريس، وجائزة رونالد ريغان التي مُنحَت له عن أفضل بحث علمي في النُظُم الميكانيكية للقياس والتحكّم.

تضمّنت إنجازات الدكتور تومي صنع مجموعة من الإنسالات التي تعمل بصورة مستقلّة بمعنى أنها تتحرك بل تتحكّم في أنماط حركتها بصورة ذاتية كليّاً

أطرف إنجازات د. تومي صنعه إنسالة تحاكي السمكة في اللون والشكل وتتحرّك في الماء كالسمك تماماً وتستطيع التعايش والانسجام مع قطيع من الإنسالات - الأسماك بصورة سلسة تماماً

العالم التونسي الأمريكي
د. فتحي غربال
يوظف علوم الميكانيك في تصميم الإنسالات الذكية

منذ جلوسه على مقاعد الدراسة الثانوية في صفاقس تونس مسقط رأسه، أولع فتحي غربال بمطالعة البحوث العلمية والإنجازات التكنولوجية التي تنشرها المجلات الفرنسية آنذاك. ونمّى هذا الأمر في نفسه نزعة علمية مبكرة، تُوّجت بنيله منحة دراسية من جامعة بنسلفانيا في الولايات المتحدة.

بدأ حياته المهنية باحثاً مساعداً في الجيش الأمريكي ثم منسّقاً لأعمال مختبر العلوم في جامعة إيلنوي ثم عمل باحثاً في الكلية الفيدرالية للبوليتكنيك بلوزان السويسرية

الإنجاز الأهم

بدأ غربال عمله في منظومة الإنسالات نظرياً وتطبيقياً بوضع تصاميم عدة، يدخل بعضها في صناعة الطيران، ويسير بعضها الآخر داخل الأنابيب، إضافة إلى تركيب إنسالات صغيرة تشبه الحيوانات والحشرات. وتحدّث عن الإنجاز الأهم الذي حققه. قائلاً: «نجحتُ مع مجموعة من طلابي في مختبر الإنسالات والأنظمة الذكية في جامعة رايس، في بناء أول جهاز مستقل صغير الحجم لفحص الأنابيب الطويلة من الداخل، التي يصل مداها إلى عدة أمتار ولا يتجاوز قطرها 5.2 بوصة. وسمّيناه إنسباكتور بوت» Inspector Bot. . ويعتبر الأول في نوعه، لجهة صغر حجمه، ويراوح قطره بين بوصة وخمس بوصات، وكذلك لكونه مجهّزاً بمصدر ذاتي للطاقة وبمجموعة من المستشعرات المغنطيسية والكهربائية والعدسات التي تعمل بالليزر والأشعة تحت الحمراء، وبكاميرات الفيديو الرقمية. وبذا، يستطيع الإنسبكاتور بوت نقل صور حيّة عن التآكلات والعيوب التي تصيب الأنابيب في باطن الأرض أو في أعماق البحار أو أنابيب المحوّلات الحرارية، والحصول على تشخيص كامل ودقيق للأعطال الحاصلة فيها. ويرى أن ذلك العمل جعل عملية فحص الأنابيب من الداخل ممكنة وسهلة ورخيصة».

وفي سياق مماثل، تعاون الدكتور غربال مع طلابه في قسم الهندسة الميكانيكية بجامعة رايس، لتصميم إنسالات لغسل النوافذ

التحق غربال بقسم الهندسة الميكانيكية في تلك الجامعة، وحصل بتفوق على شهادة البكالوريوس منها عام 1985، وأتبعها بنيل شهادة الماجستير في جامعة كارنيغي- ميلون في مدينة بتسبورغ، ولاية بنسلفانيا عام 1987. وحاز الدكتوراه في علوم الميكانيك والإنسالات من جامعة إيلينوي في أوربانا شامبين عام 1991.

بدأ حياته المهنية باحثا مساعدا في الجيش الأمريكي بمختبر شامبين لهندسة البناء، ثم عمِل منسّقاً لأعمال مختبر العلوم في جامعة إيلنوي. وبين عامي 1992 و1994 عمل باحثاً في الكلية الفيدرالية للبوليتكنيك في لوزان بسويسرا. وبعدها، انضم إلى جامعة رايس في مدينة هيوستن ولاية تكساس، التي ما زال يعمل فيها حتى اليوم أستاذاً في علوم الميكانيك ونُظُم التحكّم، إضافة الى كونه مديراً لمختبر الإنسالات والنُظُم الذكية فيها. وفي الوقت عينه، يترأس غربال شركة أي تي روبوتكس IT Robotics التي أسّسها في هيوستن.

انضم إلى جامعة رايس في ولاية تكساس وما زال يعمل فيها حتى اليوم أستاذاً في علوم الميكانيك ونُظُم التحكّم إضافة الى كونه مديراً لمختبر الإنسالات والنُظُم الذكية فيها

من خيال الإنسالة إلى عصره

يشير غربال إلى أن اختصاصيي الإنسالات يسخّرون نُظُم الذكاء الصنعي وعلوم الحاسوب والهندسة الميكانيكية، في تصميم آلات يمكن برمجتها لأداء وظائف محددة، ويرى أن تكنولوجيا الإنسالات تحظى باهتمام الدول الصناعية الكبرى، وبدأت تدخل في شتى مجالات الحياة اليومية، كما تستثمر فيها مليارات الدولارات لدرجة أن تطوير الإنسالات بات من سمات الزجاجية في المباني العالية، ما يوفر العمل بسرعة وسهولة، وبكلفة أقل أيضاً، مع تجنيب العمال أخطار ذلك النوع من الأعمال. وينكب غربال حالياً على تصميم جيل أكثر تقدماً من الإنسالات الفائقة الصغر، التي تسمى نانوروبوت، نظراً لاعتمادها على التقانة النانوية ، وهي تقنية تعمل على المادة عند مستوى النانو الذي يساوي جزءاً من المليار من المتر.

ويتمتع غربال برصيد علمي كبير من خلال تبوُّئه مناصب رفيعة، مثل منحه من شركة شلمبرغر لقب أستاذ كرسي في علوم الإنسالات والميكاترونيكس نظراً إلى تميزه في بحوث أنواع من الإنسالات للعمل في مجال البترول والغاز، ونال عضوية في الجمعية الأمريكية لعلوم نُظُم التحكّم والإلكترونيات، والجمعية الدولية للإنسالات.

شارك في تنظيم كثير من المؤتمرات العالمية، ونشر عشرات البحوث في المجلات العلمية المتخصصة، وترأّس الجمعية العلمية التونسية - الأمريكية. وحاز وسام الاستحقاق الوطني في التعليم والعلوم من الرئيس التونسي السابق زين العابدين بن علي. وهو عضو مؤسس في المؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا بالشارقة ويتولى منصب نائب الرئيس فيها، ويساهم في نشاطاتها ومؤتمراتها العلمية في الدول العربية .

وإلى جانب هذه الجسور بين العرب وأمريكا، يهتم غربال بتطبيقات إنسالية (روبوتية) وثيقة الصلة بالبيئة العربية، ويلفت إلى أن تكنولوجيا الإنسالات ستحتل مكانة كبيرة في الوطن العربي.

ويرى أن أي نهضة علمية في البلاد العربية تتطلب قرارات سياسية حاسمة ومبادرات تربوية تنمي الخيال العلمي للطلاب وتشجع الثقافة الإنسالية، وذلك من خلال الأفلام والبرامج التعليمية، وترجمة الكتب الأجنبية بلغة مبسطة تمكن الجيل الناشئ من مواكبة التطورات والإنجازات العلمية والتقنية والتكنولوجية الحديثة. ويؤكد أنه خلافاً لما يعتقد بعض الباحثين، فإن الإنسالات لا تؤثر سلبياً في اليد العاملة في المصانع بقدر ما تدخل في منافسة معها لزيادة الإنتاج وجودته، وإنجاز خدمات اقتصادية ووظائف معقدة.

بدأ عمله في منظومة الإنسالات نظرياً وتطبيقياً بوضع تصاميم عدة يدخل بعضها في صناعة الطيران ويسير بعضها الآخر داخل الأنابيب إضافة إلى تركيب إنسالات صغيرة تشبه الحيوانات والحشرات

العصر، ومعياراً لقوة الدول صناعياً، ومؤشراً الى قدرتها التنافسية في الأسواق العالمية.

ورأى غربال أيضاً أن مجال استخدام الإنسالات واسع جداً، «وتستعمل في خدمة الإنسان العاجز عن القيام بمهمات معينة كتنظيف المنازل أو للترفيه، وتؤدي دوراً مهماً في العمليات الجراحية، ونموذج ذلك الإنسالة (الروبوت) سمي دافنشي تيّمناً بذلك العبقري الإيطالي.

وتؤدي الإنسالات مهمات عدة في استكشاف الفضاء، حيث تساعد الروّاد في مهماتهم العلمية وفي عمليات استكشاف بعض الكواكب، على غرار السيّارتين سبيريت وأوبورتشنتي اللتين تعملان على سطح المريخ. وتُوَظّف الإنسالات أيضاً في الميدان العسكري للاستدلال على مواقع الألغام والقنابل وتفجيرها. وفي أغراض التجسّس، تُستعمل إنسالات لها شكل حشرات صغيرة تصعب رؤيتها.

ويتناول غربال موضوع الإنسالات المتطوّرة التي يشار إليها باسم (الروبوتات البشرية) Humanoid Robot، مثل (أسيمو) الذي صنعته شركة هوندا. ويقول: «هناك إنسالات ذكية قريبة الشبه بالإنسان، تتحرك وتتكلم وتتفهم بعض مشاعر البشر وعواطفهم. وأما مسألة تصنيع إنسالات تنافس الإنسان في سلوكه وقدراته ومواهبه العقلية، فهذا أمر يحدث مشكلات أخلاقية وفلسفية. لذا، يبدو أن هذا التصنيع بعيد المنال، نظراً الى صعوبة الفهم الكامل لفيزيولوجيا الجسم ووظائف الدماغ البشري». ويلَفَتَ إلى وجود تصاميم لإنسالات ذكية تساهم في فهم قدرات البشر سمعياً وبصرياً وشمّياً وكلامياً، وكذلك فإنها تجنّبهم الكثير من الأخطار. ويتحدث عن إنسالة تشبه الحيوان، ومن المتوقع أن تستخدم في استكشاف الفضاء، وفي إعادة تأهيل المرضى في المستشفيات، وفي مساعدة المسنين والمعاقين.

نجح مع مجموعة من طلابه في بناء أول جهاز مستقل صغير الحجم لفحص الأنابيب الطويلة من الداخل التي يصل مداها لعدة أمتار ولا يتجاوز قطرها 5.2 بوصة

العالم التونسي – الكندي
د. فخر الدين الكراي
مصمم نظم ذكية وآلات ناطقة

العلماء العرب الذين تألّقوا في الغرب يتوزعون على فئتين عمريتين رئيسيتين؛ فهناك الرعيل الأول الذي حقق شهرة عالمية، والجيل الثاني من متوسطي الأعمار الذي يواصل مسيرة الإبداع ويبشر بمستقبل واعد. وينتمي العالِم العربي فخر الدين الكراي وهو كنديّ من أصل تونسي من مواليد الستينيات، إلى الرعيل الثاني من علماء العرب في المهجر.

تخرّج في جامعة تونس بدرجة مهندس أول في علوم الهندسة الكهربائية، وأهّله تفوقه للحصول على منحة دراسية من وزارة التعليم العالي في تونس كي يكمل دراساته العليا في الولايات المتحدة التي سافر إليها عام 1985. في البداية، درس في جامعة إلينوي، وتخرج فيها عام 1989 بشهادة دكتوراه في مجال النُظُم والتحكّم.

ويوضح الدكتور الكراي أنَّ بحوثه الأولى تركزت على وضع تصاميم لأنظمة تحكّم جديدة للتمكن من تشغيل هياكل فضائية كبيرة، بما يضمن استمرارها في الدوران حول الكرة الأرضية كي تُنجز بحوثاً وتجارب لا يمكن إجراؤها على سطح الأرض، خصوصاً تلك المشروعات التي تديرها وكالة الفضاء والطيران الأمريكية (ناسا).

الإنسالة تتعرّف إلى الصوت بذكاء

وخلافاً للعديد من العلماء العرب الذين آثروا العمل في أمريكا دون غيرها، لوفرة مراكز بحوثها وشهرتها العالمية وتفوّقها علمياً وتكنولوجياً، قرر الدكتور

تخرّج في جامعة تونس في علوم الهندسة الكهربائية وأهّله تفوقه للحصول على منحة دراسية من وزارة التعليم العالي التونسية ليكمل دراساته في الولايات المتحدة عام 1985

درس في جامعة إلينوي وتخرج فيها عام 1989 بشهادة دكتوراه في مجال النُظُم والتحكّم وساهم في تأسيس المؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا

الكراي بعد تخرجه في جامعة إلينوي السفر إلى كندا. ويتذكّر تلك اللحظة قائلاً: «عند حصولي على الدكتوراه، كانت كندا منغمسة في مشروع فضائي كبير يتمحور حول وضع تصميم لذراع إنسالة عملاقة، أُطلق عليها اسم كندا آرم، Giant Space Robotic Arm Canada Arm. ويبلغ طول هذه الذراع 20 متراً، صُمّمت كي تستخدم في بناء محطة الفضاء الدولية التي

إنجازات متنوعة

من أبرز إنجازاته في مجالات النُظُم الذكية:

- تصميم جهاز مؤتمت وقائي يحفظ سلامة سائق السيارة من الأخطار والحوادث المفاجئة، عبر تزويده بإشارات ومعلومات تحدّد وزنه وسرعته وظروف الطريق التي يسلكها.
- تصميم جهاز التعرّف الذكي إلى الأصوات الذي يتيح للإنسالة أن تتحدث مع إنسان عادي، وأن تعرف لغته أو لهجته التي يتكلم بها، وأن تحدّد المنطقة التي ينبعث منها الصوت والحاجة التي يريدها والتفاعل معه بصورة عامة. ويقول الكراي إن هذا الجهاز أنجز وهو في طور التسويق العالمي من قبل شركات دولية متخصصة، وصُنّف ضمن أكثر 25 اختراعاً قيماً خلال عام 2009، في مجال بروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت، المعروف باسم فيوب Viop .
- تصميم محرك بحث للصوتيات والمرئيات باللغة الإنكليزية، على غرار محركات البحث التي تستعمل الكلمات المكتوبة، مثل غوغل، وياهوو، وبينغ. ويتضمن المحرك برنامجاً متطوراً يستطيع استخراج المعلومات وانتقاءها من بين قواعد بيانات ضخمة. ويوضح الدكتور الكراي أن تطوير هذا البرنامج تطلّب وما يزال مجهود مجموعة من مصمّمي الخوارزميات والبرمجيات الذكية.
- الإشراف على فريق عمل من مهندسين وباحثين في جامعة واترلو لوضع تصميم لإنسالة منزلية تتخصّص في مساعدة العجزة والمسنين، وتوفر لهم إمكان التخاطب الطبيعي معها، كأنها إنسان مثلهم. وكذلك تلبي طلباتهم اليومية، فيستعينون بها لإنجاز حاجاتهم المنزلية الأساسية، خصوصاً في الحالات الطارئة كتوفير الاتصال بالشرطة أو رجال الإسعاف.
- وتتويجاً لهذه الخبرات والبحوث شارك الدكتور الكراي في تأسيس

تركزت بحوثه الأولى على وضع تصاميم لأنظمة تحكّم جديدة للتمكن من تشغيل هياكل فضائية كبيرة بما يضمن استمرارها في الدوران حول الكرة الأرضية وإكمال مهمتها

تساهم فيها 25 دولة». ويضيف: «عملت في هذا المشروع أربع سنوات ضمن فريق بحوث تابع لجامعة بريتش كولومبيا الكندية التي كانت مساهمتها فعّالة في تصميم الذراع».

وفي عام 1997 انتقل الكراي إلى جامعة واترلو الكندية التي يشغل فيها حتى الآن منصبي أستاذ في الهندسة وعلوم الحاسوب، ومدير مشارك في مختبر تحليل الأنماط وذكاء الآلات.

شركتين متخصصتين في تصميم وصناعة الأجهزة الذكية، يتولى الإشراف على إحداهما، إلى جانب مهماته الأكاديمية والإدارية في جامعة واترلو. وتضم صفوف هاتين الشركتين أكثر من 150 مهندساً وباحثاً، وتتولى تسويق منتجاتهما التكنولوجية مكاتب عالمية متخصّصة. أنشئت الأولى عام 1999 وسُجلّت في كندا، وهي متخصّصة في تصنيع نُظُم الأمان والاتصال للسيارات، وفي عام 2003 تأسست الشركة الثانية التي تعمل في تصميم برمجيات آلية للتعرّف الذكي إلى الأصوات.

- ويمتلك الدكتور الكراي سجلاً كبيراً من براءات الاختراع في النُظُم الذكية، بينها 13 مسجلة في الولايات المتحدة، إضافة الى 12 براءة لا تزال قيد الدرس في المؤسسة العالمية لمنح شهادات الاختراع، ومركزها واشنطن.
- وخلال فترة قصيرة نسبياً، تمكن من ترؤس العديد من الجمعيات والمؤتمرات العلمية العالمية، وقدّم فيها ما لا يقل عن 270 بحثاً.
- يتبوأ حالياً رئاسة فرع واترلو في جمعية نُظُم التحكّم، إضافة الى رئاسته فرع واترلو في جمعية علوم الحاسوب الذكية في المؤسسة الأمريكية للهندسة الإلكترونية والكهربائية (IEEE) التي تحظى بمكانة دولية مرموقة.
- يساهم الدكتور الكراي حالياً في تحرير عدد من الصحف العلمية العالمية التي تصدرها مؤسسة (IEEE) ومؤسسات علمية أخرى منها مجلة أنظمة الميكاترونيك، ومجلة النُظُم الذكية والتحكّم الآلي، ومجلة العلوم الذكيّة. وألف أو شارك في تأليف عشرة كتب علمية، أشهرها Soft Computing Intelligent Systems Design 2004. وألقى محاضرات في أكثر من 50 جامعة.
- ومنذ كان طالباً في جامعة إلينوي في أواسط الثمانينيات من القرن الماضي، راودته فكرة تأسيس الجمعية العلمية التونسية بحيث تضم الطلاب والباحثين التونسيين في الجامعات الأمريكية والكندية، ويكون هدفها نقل التكنولوجيا المتقدمة إلى تونس. وعقدت هذه الجمعية اجتماعها التأسيسي في ديسمبر 1986. ونظّمت عدداً من المؤتمرات والندوات العلمية والتكنولوجية في شمال أمريكا وتونس.
- ساهم مع مجموعة من العلماء العرب عام 2000 في تأسيس المؤسسة العربية للعلوم والتكنولوجيا في إمارة الشارقة بدولة الإمارات العربية المتحدة، وقد كان من المؤسسين، ويساهم فيها حالياً عضواً في مجلس إدارتها ورئيساً لبرامج نشاطاتها تقنياً وعلمياً. وهي تضمّ نحو 12 ألف باحث وعالم.
- ويقول إنه من علماء العرب الأوائل الذين أعدّوا برمجيات لتصميم خرائط فلكية دقيقة توضح إمكان رؤية الهلال في بداية الشهور القمرية، خصوصاً في رمضان وشوال.

نهايـــة ملف العدد

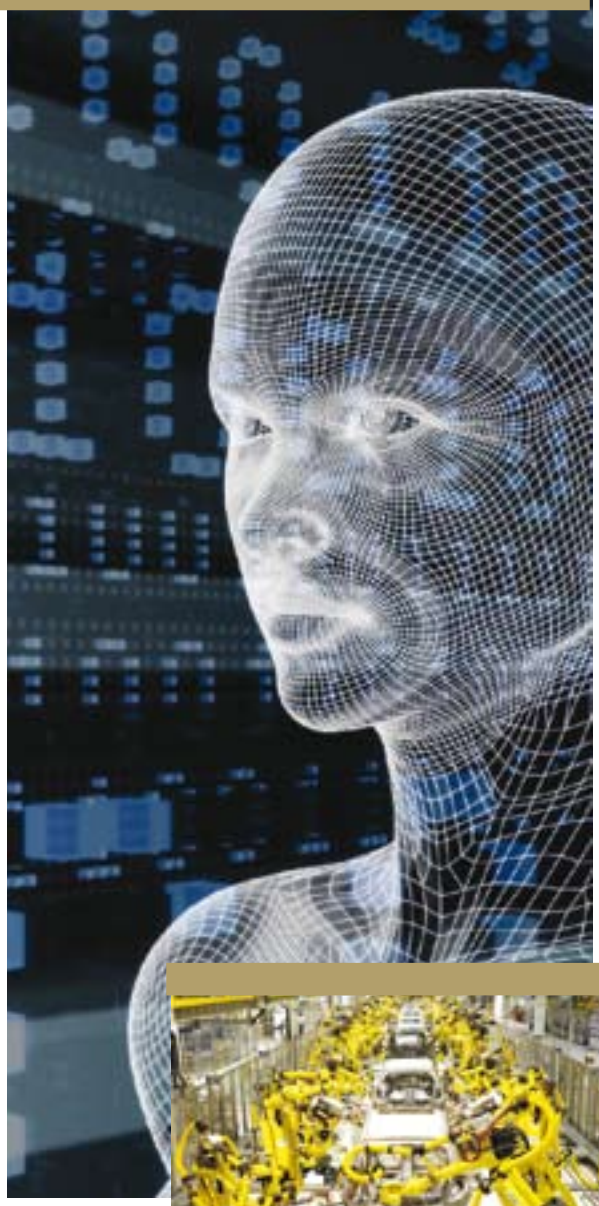
.. الذكاء الصنعي

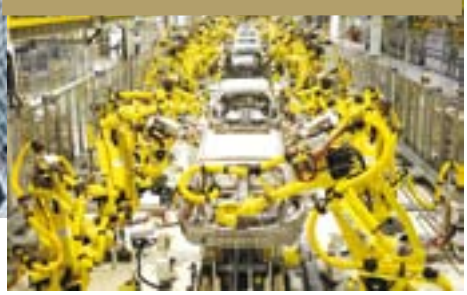
التجارب العلمية أصبحت في الحقيقة أبعد من الخيال، وأغرب من الواقع، ولا يمكن للناظر اليوم أن يرى كل هذا التقدم العلمي دون أن يصاب بالدهشة؛ فخلال عقود قليلة تطور العلم بصورة سريعة جداً، بما لا يمكن وصفه، ولا حتى تخيله، ليس في الماضي البعيد جداً، بل منذ عقود قليلة.

وأظهر الملف بعض ما توصل إليه العلم في إطار الذكاء الصنعي الذي أصبح مدخلاً لمعظم الإنجازات العلمية والتجارية في العالم، وبات الحاسوب قادراً على مشاركة الإنسان جل أعماله، بل صار مهيأً للسيطرة - ربما - على كل جوانب الحياة البشرية، بما فيها الإنسان نفسه، بشكل يمكن الآلات الذكية يوماً ما أن تكون بديلاً عن الإنسان وتسير نفسها بنفسها، تبدع وتبتكر، وتشعر؛ تفرح وتتألم، وتكتب الشعر وتؤلف الموسيقا، وتتحول - ربما - إلى آلات «بشرية» تمتلك قدرات الإنسان نفسه بشكلها المطور عنه بملايين المرات، عندها يتحول الإنسان من مبدع لهذه الآلات إلى خادم لها.

وليس هذا الكلام مجرد سيناريو لفيلم سينمائي خيالي، بل بات أقرب إلى الواقع في ضوء التقدم التقني الهائل الذي شهده العالم أخيرا، والذي فاق كل اختراعات البشرية في تاريخها.

فهل سيكون العالم مستقبلاً تحت رحمة الآلة الذكية، أم ستبقى الآلة مجرد آلة في يد الإنسان يتحكم فيها كيف يشاء؟ سؤال محرج يطرح نفسه، لكنه سؤال لا مفر منه.





مـؤسسة الـكويت للـتقدم الـعلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

جائزة الكويت لعام 2016
دعوة للترشيح

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

وموضوعات جائزة الكويت لعام 2016 في المجالات الأربعة هي كما يلي:

- العلوم الأساسية : الفـيزياء Physics
- العلوم التطبيقية : الغذاء والزراعة Food and Agriculture
- العلوم الاقتصادية والاجتماعية : العلوم المالية والمصرفية Banking and Finance
- الفنون والآداب : دراسات في الفنون التشكيلية والمسرحية والموسيقية Studies in the Fine and Performing Arts and Music

تقدم المؤسسة سنوياً في كل مجال من المجالات المذكورة جائزة مقدارها 40،000 د.ك (أربعون ألف دينار كويتي) لواحد أو أكثر من أبناء دولة الكويت والبلاد العربية الأخرى. كما تقدم المؤسسة مع الجائزة النقدية ميدالية ذهبية ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية. علماً بأن مواضيع مجالات الجائزة تتغير من عام إلى آخر.

ويتم منح جائزة الكويت وفق الشروط التالية:

- أن يكون المتقدم عربي الجنسية ولديه ما يثبت منشأه العربي، من خلال شهادة ميلاد في بلد عربي أو جواز سفر عربي صالح. ويرفق مع طلب التقدم ما يثبت ذلك.
- أن يكون الإنتاج مبتكراً وذا أهمية بالغة بالنسبة إلى الحقل المقدم فيه ومنشوراً خلال السنوات العشرين الماضية. ويشتمل الإنتاج العلمي ما يلي: أبحاثاً منشورة أو مقبولة للنشر في مجلات علمية محكمة وكتباً مؤلفة أو مترجمة أو محققة أو فصلاً منشوراً في كتاب على أن يتمتع الكتاب بترقيم دولي معتمد (ISSN). ولا تدخل أبحاث رسائل الماجستير والدكتوراه في تقييم الإنتاج العلمي للمرشح.
- تقبل المؤسسة ترشيحات الجامعات والهيئات العلمية، كما يحق للأفراد الحاصلين على هذه الجائزة ترشيح من يرونه مؤهلاً لنيلها، ولا تقبل ترشيحات الهيئات السياسية.
- تقبل المؤسسة طلبات المتقدمين من تلقاء أنفسهم على أن يكون تقديمهم مشفوعاً بقائمة تضم أربع شخصيات أكاديمية أو بحثية ومؤسسة علمية، وستخاطب المؤسسة ثلاثاً من هذه القائمة لتقديم خطابات تزكية للمتقدم.
- قرارات مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي نهائية ولا يجوز الاعتراض عليها.
- تعبئة طلب التقدم للجائزة ويرسل مع جميع أعمال المتقدم إلكترونيا. ويمكن الحصول على طلب التقدم من خلال الموقع الإلكتروني للمؤسسة www.kfas.org ، يعبأ الطلب في مجالي العلوم الأساسية والعلوم التطبيقية باللغة الإنجليزية.
- يرسل الطلب مع الأعمال وفق ملفات PDF، إما بواسطة وسيلة التخزين flash memory على العنوان التالي:
  مؤسسة الكويت للتقدم العلمي – الشرق شارع أحمد الجابر – الهاتف المباشر: 0096522270465 أو بواسطة مواقع خدمات التخزين السحابية مثل ((Google drive – Dropbox – OneDrive وترسل على البريد الالكتروني لمكتب الجوائز prize@kfas.org.kw
- تقبل الترشيحات حتى 31 / 3 / 2016.

للاستفسار بشأن الجائزة يرجى الاتصال بالرقم الآتي: 22270465 - فاكس: 22270462
أو البريد الإلكتروني لمكتب الجوائز: prize@kfas.org.kw

بنوك المخزون الجيني والحفاظ على التنوع الحيوي

تمر الأرض بظروف غير عادية في الآونة الأخيرة، حيث التلوث، والتغيرات المناخية، والتصحر، والضغوط الكبيرة التي تتعرض لها الأنظمة البيئية، مما أدى إلى انقراض مجموعات كبيرة من الأحياء (النباتية والحيوانية) وتهديد مجموعات أخرى بخطر الانقراض، فنحو 8300 نوع نباتي و7200 نوع حيواني باتت مهددة بخطر الانقراض

أسعد الفارس *

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

في زمن الاستقرار النسبي للحياة على سطح الأرض، لم يتوقف انقراض الأحياء. لكنه كان بمعدلات محدودة، وأخذ يتسارع منذ القرن السابع عشر الميلادي نتيجة لازدياد عدد السكان، واستهلاك الموارد الطبيعية، والتغيرات المناخية. ويتوقع خبراء البيئة - في ضوء هذه المؤشرات - أنه في غضون الثلاثين سنة المقبلة سيصبح 25% من أنواع الثدييات المعروفة و10% من أنواع الطيور و30% من أنواع النباتات، وأنواع كثيرة من الحشرات والدود والعناكب مهددة بخطر الانقراض ، لذا يقوم الاتحاد الدولي للمحافظة على الطبيعة (IUCN) وبعض المنظمات الدولية بإصدار القوائم الحمراء المتضمنة الأنواع المهددة بالانقراض بين وقت وآخر. و قد حدثت في بعض الأنواع انخفاضات حادة في أعدادها ؛ مما يتطلب معالجات سريعة، فالغراب البني العنق Corvus ruficollis كان معروفاً في البيئة الكويتية واليوم يعد نادراً أو مفقوداً، وطائر أبي منجل الأصلع Gerontieus eremita الذي ينتشر في المغرب واليمن والسنغال وسورية وتركيا، لم يبق منه إلا ما بين 200 - 300 طائر، وفي السنوات الأخيرة لم يعد يشاهد منه في بادية الشام سوى خمسة طيور، وهناك أمثلة كثيرة على النقص العددي الحاد في أعداد الحيوانات التي أصبحت مهددة بالانقراض. كان ذلك في البيئات العالمية بصورة عامة أما في البيئة الكويتية فالأحياء متنوعة ما بين البيئة البرية والبحرية، ففيها نحو 28 نوعاً من الثدييات وما يزيد على 350 نوعاً من الطيور، و40 نوعاً من الزواحف. وقد انقرضت فيها ثمانية أنواع من الثدييات، وقلت أعداد أنواع نحو 50 نوعاً من الطيور، وتحتوي القائمة الحمراء التي تضم الحيوانات المهددة بالانقراض ثمانية أنواع من الثدييات، وخمسة أنواع من الطيور المهاجرة، وبعض أنواع الزواحف بما فيها الضب.

في مطلع القرن الحالي، وخصوصاً في المناطق الاستوائية، وفي عموم البلدان النامية. في الماضي البعيد انقرضت آلاف الأنواع قبل أن يكتشفها علماء الحياة، فالانقراض تعرضت له الأحياء في الأحقاب الجيولوجية القديمة نتيجة للتغيرات المناخية، وبسبب التبدلات البيئية، وعدم قدرة الأحياء على التكيف في بيئاتها الطبيعية الجديدة.

نحو 8300 نوع نباتي و7200 حيوان باتت مهددة بخطر الانقراض في مطلع القرن الحالي وخصوصاً في المناطق الاستوائية وفي عموم البلدان النامية

خطر التدهور البيئي

إن خطر التدهور البيئي المتزايد بات يهدد مصير الحيوان والإنسان في كل مكان،

ولمواجهة مثل هذه التحديات، دعت المنظمات البيئية إلى التوسع في إقامة المحميات وذلك للحفاظ على الأحياء والتنوع الحيوي، وإلى محاربة الرعي الجائر، والصيد الجائر لبعض الحيوانات، ومنع الاتجار الدولي بالحيوانات المهددة بالانقراض بموجب اتفاقية الـ Cites التي وقعت في واشنطن

في البيئة الكويتية نحو 28 نوعاً من الثدييات و350 نوعاً من الطيور و40 نوعاً من الزواحف انقرضت فيها ثمانية أنواع من الثدييات وقلت أعداد أنواع نحو 50 نوعاً من الطيور

تحتوي القائمة الحمراء التي تضم الحيوانات المهددة بالانقراض في الكويت ثمانية أنواع من الثدييات وخمسة أنواع من الطيور المهاجرة وبعض أنواع الزواحف بما فيها الضب

في 3 مارس عام 1973 وبدأ العمل بتطبيقها عام 1975. وثمة دراسات للحد من الظواهر غير الطبيعية التي تهدد بيئة الأحياء في مختلف أنحاء العالم، وتستهدف الحفاظ على الأحياء الحالية، وتنمية الأنواع المهددة بالانقراض تنمية مستدامة، ومحاولة استعادة الأحياء المنقرضة المهمة عن طريق الاستنساخ، لاسيما أن التقنيات الوراثية الحديثة جعلت من الممكن حفظ الأنسجة الحيوانية التي تحتوي على مادة الـDNA التي يمكن أن تؤخذ من الأحياء المهددة بخطر الانقراض.

ونتيجة لهذه الأحداث البيئية المتلاحقة جاءت فكرة إقامة بنوك المخزون الجيني، ويعني البنك الجيني أن: «مجموعة من الموارد الجينية تدار بحكمة ودراية» تحفظ في البنوك الجينية مجموعات حيوانية أو نباتية كاملة، أو تخزين الأنسجة والمواد الوراثية. وبمعنى آخر يتم الحفاظ على شيفرات الحياة حتى بعد انقراض الأحياء، خدمة للأجيال القادمة، إذ تمكن العلماء من فهم المخلوقات التي انقرضت، كما تساعد على بناء البرامج المستقبلية التي تُعُّد للحفاظ على الأحياء المهددة بخطر الانقراض.

الشيفرات الوراثية للكائنات الحية

أصبحت بنوك الجينات تحتفظ بنسخ احتياطية من الشيفرات الوراثية لكثير من الكائنات الحية قبل انقراضها، في قاعدة بيانات يمكن الرجوع إليها في كل وقت، فمادة الـ DNA التي تحتوي على الشيفرة الوراثية يمكن أن تحفظ سالمة في ظروف آمنة مثالية لآلاف السنين. وتعد بنوك الجينات خطوة رائدة تعنى بالإنسان والحيوان، وحتى النباتات المهددة بالانقراض.

ولكن لماذا يدعى ذلك كله بنكاً، مع العلم أن للبنوك مفاهيم ومصطلحات تجارية خاصة؟!

يدعى ما ذكر بنكاً لإمكانية سحب العينات المحفوظة فيها واستخدامها في الأبحاث، واستمرار تزويدها بموارد وراثية جديدة، وهكذا يسعى البنك الجيني إلى حفظ الأصول الوراثية كي لا تندثر، وتوفيرها لمصلحة الأبحاث، على أن تكون متاحة لكل باحث أو جهة بحثية، فبإمكان تلك الجهة أن تطلب العينات المحددة من البنك مباشرة في حين ستترك الأحياء في البيئة لتستكمل دورة حياتها الطبيعية. ويشترط في ذلك التوثيق والتدوين لنوع وشكل الجينات المأخوذة على المستوى المحلي والعالمي، واطلاع المنظمات الدولية.

تقام البنوك الجينية عادة خارج المواقع الطبيعة للأحياء، وهو الأمر الأكثر شيوعاً والأسهل من حيث التداول، وقد تقام البنوك الجينية داخل المواقع الطبيعية وخصوصاً في المناطق المحمية. وهناك خصوصية بالنسبة لبنوك الجينات النباتية، وبنوك الجينات الحيوانية، وحتى بنوك الأحياء الدقيقة.

بنوك المخزون الجيني للنباتات

بواسطة هذه البنوك يتم الحفاظ على التنوع الوراثي، وإتاحته للعاملين في الزراعة، والعلماء لتطوير الأصناف النباتية، وتحسيناتها لتتكيف مع الظروف الإيكولوجية، إضافة إلى الحفاظ على التنوع النباتي المهدد بالانقراض.

وتقول منظمة الغذاء والزراعة العالمية (الفاو FAO) إنه في ضوء نمو عدد السكان في العالم، واستمرار مواجهة مجموعة متزايدة من التحديات (مناخياً وبيئياً وغير ذلك)، يصبح الحفاظ على مجموعة متنوعة وسليمة وراثياً من البذور

والموارد النباتية الأخرى ضرورة لحفظ النظم الزراعية والغذائية وتنميتها تنمية مستدامة، وصون مرونتها جيلاً بعد جيل. والبنوك الجينية النباتية في نظر بعض خبراء (الفاو) تساعد على تقريب الهوة بين الماضي والحاضر، من خلال ضمان توافر الموارد النباتية الوراثية للبحوث، وصون تلك الموارد، كما تمكن بلدان العالم من تقاسم وتبادل الموارد الوراثية فيما بينها.

بنوك المخزون الجيني للحيوانات

يعمل هذا النوع من البنوك على حفظ النسج الحيوانية، والبويضات والنطف والسوائل المنوية، للسلالات التي يمكن إكثارها في حالة إصابة أصولها بمشكلة، أو عندما تكون مهددة بخطر الانقراض، كما يمكن أن تُجرى عمليات الاستنساخ لبعض الحيوانات من خلال حفظ الأنسجة، وتهيئة مادة الـ DNA الحاوية على الشيفرة الوراثية. وتتفاوت بنوك الجينات الحيوانية في العالم كثيراً في حجم مجموعاتها المحفوظة، وفي الموارد البشرية التي تديرها، والموارد المالية المتاحة لها. وستساعد معايير بناء بنوك الجينات على تحقيق التوازن بين الأهداف والموارد المتاحة، كما تساعد على توفير الأحوال الطبيعية لمتابعة النشاطات.

ونتيجة لاستطلاع الواقع البيئي في الكويت وعموم دول الخليج العربي نرى أن تكون الأولوية في بناء بنوك المخزون الجيني للأحياء البحرية المهددة بخطر الانقراض، بسبب التلوث المائي الواسع النطاق في بيئتها الطبيعية، فيجب الإسراع في حفظ مكوناتها الحية في بنوك الجينات، والحفاظ على الموائل الطبيعية لعموم الأحياء المائية، والمعني بذلك كله الأسماك في مياه الخليج بصورة خاصة، لأهميتها الاقتصادية، وللتلوث الحاصل في المياه التي تعيش فيها. وتتطلب عمليات إقامة البنوك الجينية تحديد الحاجة لها، وتوفير الإمكانات المادية، والأجهزة والمواصفات الفنية، وتحديد العينات المستهدفة، والتعاون بين المؤسسات العلمية في الدولة التي يقام فيها البنك، وبينها وبين المؤسسات العلمية العالمية، وذلك لتحقيق الأهداف المرجوة من إقامة البنك.

وهناك طرف مهم يجب أن تشمله بنوك الجينات، وهو الأحياء الدقيقة التي يجب ألا تُنسى من إمكانية حفظ مخزونها الجيني، غير أن هذا يتطلب إجراء مسوح واسعة، على أن يتم التركيز على الأحياء الدقيقة ذات المردود الاقتصادي، والأحياء الدقيقة التي تتعلق بصحة الإنسان وعموم الأحياء. ■

تعمل بنوك المخزون الجيني للنباتات على الحفاظ على التنوع الوراثي وإتاحته للعاملين في الزراعة والعلماء لتطوير الأصناف النباتية وتحسيناتها لتتكيف مع الأحوال الإيكولوجية والحفاظ على التنوع النباتي المهدد بالانقراض

في غضون الثلاثين سنة المقبلة سيصبح 25% من أنواع الثدييات المعروفة و 10% من أنواع الطيور و 30% من أنواع النباتات وأنواع كثيرة من الحشرات والدود والعناكب مهددة بخطر الانقراض

نظم العمارة البشرية وموقعها في البيئة

د. علي دحروج *

كانت العمارة في القديم ثقافة تعتمد على توازن فريد بين الحضارة والطبيعة والقيم الدينية والاقتصاد، حيث السوق وأمكنة العبادة والتجارة والبيع والشراء، بعيداً عن المنازل، مما وفّر الراحة والسكينة والهدوء للناس في بيوتهم، فلا ضوضاء ولا تلوث ولا صراخ ولا ضجيج، فضلاً عن تعرض المنازل لأشعة الشمس والهواء، حيث تحقق للناس بيئة ومناخ نعموا فيهما، على الرغم من قلة الموارد وضآلة أساليب الترفيه وبساطتها. لكن هذا الأمر بدأ بالتغير مع التطور الحضاري السريع، ولاسيما في السنوات القليلة الماضية.

وحين نطلق عبارة (ثقافة السكن)، فإننا نعني بها مصطلح التأقلم البشري في مكان ما ضمن معطيات بيئية ومناخية وطبيعية، تحكمها عادات وتقاليد تلقي بظلالها على العلاقات الاجتماعية والاقتصادية للناس. فالطابع المعماري يتأثر بالعوامل الاجتماعية من حيث الترابط الأسري ونظم العلاقة بين الأفراد، كما يتأثر بالعوامل الاقتصادية، سواء من حيث التمويل المادي لعملية التشييد والبناء، أو الأساليب المستخدمة ونوع الحاجات المطلوبة.

* أستاذ في الجامعة اللبنانية، (لبنان).

ويمكن تقسيم نمط العمارة قديماً إلى نوعين وذلك بحسب البيئة التي ينتمي إليها كل نوع، وهما:

أ - بيئة غير حضارية: وهي البيئة التي ارتبطت بالبداوة والزراعة، حيث عمد الإنسان إلى بناء سكنه تبعاً لنظم حياته البيئية، من حيث الزراعة والارتحال والصيد وتوافر المياه والرعي، وقد مثلت القبيلة وحدة مركزية في العلاقات الاجتماعية لهذا النوع من السكن. وصفة الإغراق في المحلية هي الصفة الأساسية للبيئات غير الحضرية، سواء كانت صحراوية أو ريفية، وقد انعكس هذا على أنماط العمارة في هذه المناطق حيث ثبات عوامل البيئة الطبيعية وتكرار متطلبات الإنسان بالصورة نفسها تقريباً، على الأقل في الماضي، ما أدى إلى وجود أنماط في المباني التقليدية تفي بالحاجات الوظيفية للإنسان من خلال معطيات البيئة المحلية والخبرات المتوارثة عبر الأجيال.

ب - بيئة حضرية: أي العيش في المدن. والمدينة تعني الحضارة واتساع العمران، وتعتبر مركزاً للحكم والممارسات الدينية، إضافة إلى كونها مركزاً للتجارة والنشاط الاقتصادي.

العمارة والبيئة والعلاقة المتلازمة

عندما يبني الإنسان مسكنه يصبح هذا المسكن جزءاً من البيئة، كالشجرة والحجر وسواهما، ومن ثمّ فهو يخضع للتأثيرات نفسها من شمس ومطر ورياح وكل عوامل المناخ. فإذا استطاع أن يواجه الضغوط والمشكلات المناخية وفي الوقت نفسه يستعمل جميع الموارد المناخية والطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الإنسان داخل المبنى، فيمكن أن يطلق على هذا المبنى بأنه متوازن مناخياً.

إن مشكلة التحكم المناخي وخلق جو مناسب لحياة الإنسان قديمة قدم الإنسانية نفسها، فقد حرص على أن يتضمن بناؤه للمأوى عنصرين رئيسيين هما: الحماية من المناخ، ومحاولة إيجاد جو داخلي ملائم لراحته، وقد عكس المبنى وتشكيله عبر التاريخ الحلول المختلفة المناسبة لكل حقبة وبيئة من أجل تحقيق هذا الهدف، لذلك نجد أن المسكن التقليدي في أي منطقة مناخية غالباً ما يوضح تراكم خبرات سنين عديدة قد تصل إلى قرون من

عبارة ثقافة السكن تعني التأقلم البشري في مكان ما ضمن معطيات بيئية ومناخية وطبيعية تحكمها عادات وتقاليد تلقي بظلالها على العلاقات الاجتماعية والاقتصادية للناس

الطابع المعماري يتأثر بالعوامل الاجتماعية من حيث الترابط الأسري ونظم العلاقة بين الأفراد وكذلك العوامل الاقتصادية سواء من حيث تمويل عملية التشييد والبناء

مشكلة التحكم المناخي وخلق جو مناسب لحياة الإنسان قديمة قدم الإنسانية نفسها فقد حرص على أن يتضمن بناؤه للمأوى عنصرين رئيسيين: الحماية من المناخ ومحاولة إيجاد جو داخلي ملائم لراحته

محاولات الوصول إلى المثالية في تصميمه وتشكيله بيئياً وبصورة معمارية جميلة أيضاً. والأساليب التي استخدمها الإنسان لمقاومة قسوة المناخ كلها أساليب معمارية فطرية، وهي نتاج التفاعل بين عنصرين أساسيين: الأول هو الثروات الطبيعية من المواد الخام المتوافرة في البيئة، والآخر هو المناخ السائد في المنطقة.

العمارة البيئية في الحضارات الإنسانية

عرفت كل حضارة في التاريخ أنماطاً وفنوناً وتصاميم من أشكال العمارة والسكن، تتلاءم مع واقعها الجغرافي والبيئي. وخلال التاريخ الإنساني مع العمارة وعمليات البناء نجد أمثلة واضحة لاحترام الإنسان لبيئته ومحاولته التكيف معها. وهو ما يتضح من خلال دراسة العديد من نظم البناء والعمارة في مختلف الحضارات البشرية القديمة.

وتعتبر الحضارة الإسلامية إحدى المحطات المهمة في تاريخ الحضارات البشرية، وقد بذل العلماء المتخصصون جهوداً كبيرة في تتبع الجذور التاريخية لفن العمارة الإسلامية من حيث الأسس والأشكال والزخرفة ونوع المواد المستعملة في البناء، واختلفت آراء العلماء حول هذه العمارة لارتباطها بالدين والبيئة والجغرافية وتعدد الشعوب الإسلامية على امتداد الكرة الأرضية، فجاءت العمارة

الإسلامية متنوعة في أشكالها الهندسية ومفاهيمها الاجتماعية، ومتعددة بنظمها تبعاً لتعدد الموروث الثقافي الذي ينتمي إليه كل شعب. وكان للحضارات التي سبقت الإسلام تأثيرها البارز في طبيعة هذا الفن المعماري، حيث طبعت العمارة الإسلامية بطابع الحضارة السابقة عليها في البيئة التي وصل إليها الإسلام، مضافاً إليها الطراز العربي المستوحى من بيئة عربية خالصة.

وقسم الباحثون المتخصصون نظم الفن المعماري تقسيماً يعتمد على البعد الجغرافي والتاريخي، حيث قسموا هذا الفن إلى مدارس تنتمي إلى البيئة التي وجدت فيها وتشكلت من خلالها العمارة الإسلامية. ومنها: مدرسة مصر وسورية، والمدرسة المغربية، والمدرسة الفارسية، والمدرسة العثمانية.

والمتأمل للطرز المعمارية الإسلامية يجد أنها نشأت بطريقة طبيعية تلقائية، حيث تفاعلات ذكاء مختلف الأجناس والجماعات مباشرة مع بيئاتها. ولما كانت البيئات تختلف الواحدة منها عن الأخرى، فقد جاءت هذه التفاعلات مختلفة بين بلد وآخر.

الواقع العمراني المعاصر

تطور النظام العمراني الحديث وتطورت معه هندسة المدن والتجمعات السكنية وما تتطلبه من مرافق عامة، وطرأت تغييرات معمارية على أساليب السكن بسبب النمو المتزايد للبشر وحاجاتهم إلى المسكن، فضلاً عن نشاطاتهم المتعددة الوجوه، وأصبحت المنشآت السكنية المعاصرة أشبه ما تكون بالسجون أو الثكنات العسكرية، هياكل إسمنتية متلاصقة، وناطحات سحاب متراصة، يفتقد كثير منها إلى الأمن والأمان البيئي والصحي، فلا أشعة الشمس تدخل البيوت، ولا التهوية الجيدة، والمساحات الفاصلة بين البيوت والمباني وحتى داخل المنازل نفسها ضيقة، حيث فقدت هذه المساكن خصوصية معنى (البيت) و(المأوى) و(الدار) بالمعنى الذي كان سائداً من قبل، فانكشفت المنازل على بعضها بعضاً، وصار الساكن في شقة يسمع أنين وصراخ وتأوهات جاره في الشقة الملاصقة، في حين تنتشر روائح الطبخ تارة، وطوراً الروائح الكريهة في ردهات المبنى على تعدد طبقاته، بسبب نظام التهوية المعتمد في مثل هذه المنازل، فضلاً عن قلة المسطحات الخضراء داخل المدن وبين المباني والتجمعات السكانية.

وبسبب هذه الظاهرة العمرانية، أدرك الناس أنه لا بّد من إعادة النظر في أساليب العمارة، والتفكير بالدليل الأفضل الذي يحفظ للناس حقهم في بيئة عمرانية سليمة، توازن بين ما يحلمون به وما يقدرون على تنفيذه، فظهرت لذلك مصطلحات عمرانية حديثة، اتخذت من البيئة منطلقاً لهذا الحلم الرائد، فكان مصطلح (العمارة الخضراء)، و(بيت الكفاءة البيئي) (والمبنى الصديق للبيئة) و(السطح الأخضر) وغيرها من المصطلحات التي تستتبع هذا النوع من العمارة.

الأساليب التي استخدمها الإنسان لمقاومة قسوة المناخ معمارية فطرية وهي نتاج التفاعل بين الثروات الطبيعية من المواد الخام المتوافرة في البيئة والمناخ السائد في المنطقة

البيئة الخضراء في التجـــــــــ

تمثل الطبيعة (الماء، الخضرة، الجبال...) في البيئة الحضرية العمرانية الروح النابضة للحياة. ولا يمكن تصور الحياة من

1 - الفوائد الصحية البيولوجية:

للمسطحات الخضراء فوائد صحية وبيولوجية عديدة، وهذا يرجع إلى أمور عدة منها العملية البيولوجية التي يقوم بها النبات والناتجة عن عملية التمثيل الضوئي، حيث يحتاج النبات في هذه العملية إلى ثاني أكسيد الكربون الناتج من مخلفات الإنسان والحيوان، وينتج الأكسجين النقي اللازم لتنفس الإنسان والكائنات الحية الأخرى. وللتشجير والمسطحات الخضراء دور مهم في المناطق الصناعية المتاخمة للمناطق السكنية، حيث يجري فصل المناطق الصناعية عن باقي جسم المدينة، وترك حرم المناطق السكنية مع وضع مسطحات خضراء كأحزمة واقية وفاصلة.

الحضارة الإسلامية محطة مهمة في تاريخ الحضارات البشرية وبذل العلماء جهوداً كبيرة في تتبع الجذور التاريخية لفن العمارة الإسلامية من حيث الأسس والأشكال والزخرفة ونوع مواد البناء

وبسبب ظاهرة الاحتباس الحراري وآثارها السلبية على البيئة الطبيعية ومشروعات التنمية المستدامة، فضلاً عن ارتفاع كلفة الطاقة النفطية وما يصاحبها عادة من أزمات، فقد سعت المؤسسات والهيئات الحكومية والدولية إلى تطوير مفاهيم جديدة في هذا الميدان، فظهرت قوانين جديدة تراعي البيئة، فضلاً عن التوجه إلى اعتماد مواصفات وتقنيات في البناء تحقق درجة عالية من الكفاءة التشغيلية.

وجرى استحداث حوافز اقتصادية تشجع على تكثيف استخدام المواد الطبيعية في البناء، والمواد التي تحافظ على التوازن البيئي ضمن أطر قانونية وفكرية ومهنية متكاملة. وظهرت جمعيات ومؤسسات وهيئات حكومية وغير حكومية متخصصة في هذا المجال، تشرع القوانين وتتابع تطبيقها بالالتزام بها وتطويرها بشكل مستمر.

وشهد الغرب على مدار السنوات القليلة الماضية تطوير العديد من المفاهيم والتقنيات المبتكرة وتطبيقاتها في مشروعات مختلفة، ومنها العمارة الخضراء المتعددة، التي تأتي كفكر معماري وبيئي جديد يستهدف تلافي المشكلات البيئية. وتشتمل العمارة الخضراء على عدة مفاهيم، منها (السطح الأخضر) الذي يتوخى التقليل من ارتفاع درجات الحرارة الناشئ عن السطوح المصمتة، فضلاً عن استيعاب مياه الأمطار وتخفيف العبء عن شبكات الصرف الصحي. كما تشمل استخدام تقنيات توليد الطاقة من خلال (الجدران الشمسية)، وتوليد الطاقة من السطوح التي تحتوي على لاقطات فوتوفولطية.

دون طبيعة أو أشجار أو هواء وضوء الشمس، وكلما قويت عناصر الطبيعة في المناطق العمرانية وكانت المسيطرة تحقق مستوى عال من البيئة الصحية داخل هذه المدن أو المناطق. ويمكن إيجاز الفوائد المتعددة للحدائق والمسطحات الخضراء فيما يأتي:

2 - الفوائد المناخية:

للمناطق الخضراء والنباتات تأثير مباشر في الحماية من عوامل المناخ وتلطيف الجو وبخاصة في المناطق الحارة، حيث لها قدرة على امتصاص الحرارة وعدم إشعاعها مرة أخرى. وذكرت بعض الدراسات أن متوسط الانخفاض في درجة حرارة الجدران المظللة بالأشجار والشجيرات خلال أيام الصيف الحارة يراوح بين 13.50 و15.50 درجة مئوية. أما المظللة بالنباتات المتسلقة فيراوح مستوى انخفاض حرارتها بين 10 و12 درجة مئوية. كما أن للأشجار والنباتات تأثيراً مضاداً في تقليل سرعة التيارات الهوائية غير المرغوب فيها، وكذلك العواصف الترابية، حيث تستعمل كمصدات للرياح وبتشكيلات خاصة وبنوعيات خاصة. وتساعد المناطق الخضراء على تخفيف حدة الجفاف في المناطق الجافة والصحراوية بزيادة الرطوبة النسبية.

3 - الفوائد الجمالية والاجتماعية:

إن الشوارع المزروعة بالأشجار المظللة تجمّل منظر المدينة مع جمال أزهارها وروائحها الطيبة، إلى جانب أهمية الفوائد الاجتماعية للمسطحات الخضراء والمناطق المفتوحة، حيث تعمل على إيجاد التقارب بين الناس والتقائهم ببعض.

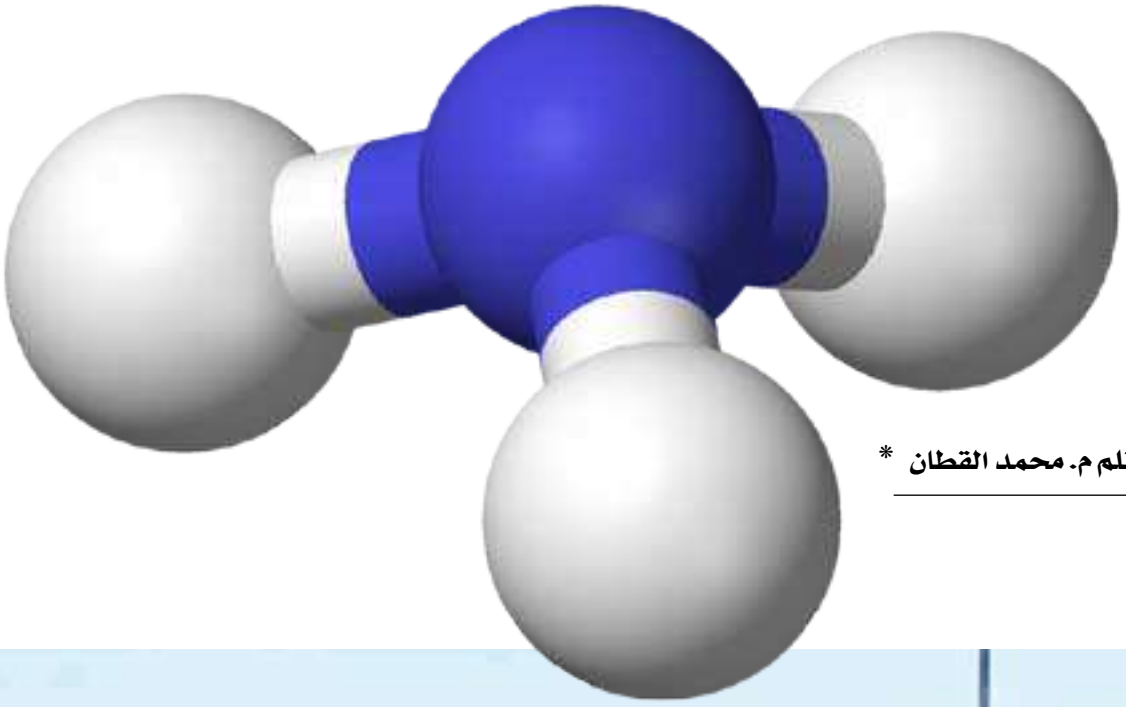
ومن تقنياتها أيضاً التقليل من العبء الحراري داخل المباني باستخدام أنظمة التهوية الطبيعية وحركة الهواء، وأنظمة التبريد بواسطة التبخير بدلاً من المكيفات المستهلكة للطاقة والمولدة للانبعاثات الغازية.

وظهرت في الغرب أيضا مشروعات كثيرة تعرض تجارب رائدة في استخدامات تقنيات العمارة الخضراء، وتطبيقاتها في أنماط مختلفة من المباني السكنية والتجارية المتنوعة الاستخدام والاستهلاكية والخدماتية، وتطوير بدائل مواصلات تهدف إلى التقليل من استنفاد مصادر الطاقة غير المتجددة. كما ظهرت مشروعات بيئية مهمة على مستوى أعمال تنسيق الموقع، باستخدام مفهوم Xeriscape الذي يعنى باختيار النباتات التي تناسب البيئة وتقتصد في استهلاك المياه.

وأصبح مفهوم الاستدامة البيئية متداولاً على نطاق واسع في الغرب، وبدأت النظرة إليه تتخطى التركيز على المواد والتقنيات إلى مفاهيم أشمل تتعلق بالمدينة ككائن حي، بهدف إعادة الاعتبار للبيئة والمجتمع. وبدأت هذه الجهود تؤتي نتائج إيجابية من خلال تبلور أفكار التخطيط الحضري المعتمدة على نظام المجتمعات النموذجية، التي توفر فرص المعيشة والعمل والتعليم والتسوق والترفيه ضمن بيئات متجاورة ومتكاملة، ما يقلل من الجهد المبذول في التحرك بين هذه العناصر، ويقلل استهلاك الطاقة، ويخفض معدلات التلوث البيئي. وظهرت مشروعات تكاملية يتم فيها تطوير (المباني الخضراء) جنباً إلى جنب مع نظم (المواصلات العامة الخضراء) لتحقيق التنمية المستدامة في ضوء تزايد أعداد السكان. ■

جرى استحداث حوافز اقتصادية تشجع على تكثيف استخدام المواد الطبيعية في البناء والمواد التي تحافظ على التوازن البيئي ضمن أطر قانونية وفكرية ومهنية متكاملة

الأمونيا..
سماد لإطعام البشرية



بقلم م. محمد القطان *

لم يعد غاز الأمونيا (النشادر) غازاً بسيطاً تستخدمه البشرية لظروف معينة وفي حالات محددة ثم تتخلى عنه بسرعة أو تتناساه بسهولة؛ فقد غدا من أهم الغازات في حياة الأمم والشعوب، نظراً لدوره الحيوي في توفير الغذاء للبشرية، وفي الصناعات الدوائية. فالأمونيا تعد المادة الأساسية في تصنيع الأسمدة الكيميائية اللازمة للزراعة الغذائية، والطلب عليها في تزايد مستمر، لاسيما مع الزيادة المطردة في عدد السكان في كل أنحاء العالم، وهذا ما دعا معظم دول العالم إلى إنشاء مجمعات بتروكيميائية متخصصة في إنتاج الأمونيا، تستهلك نحو 80 في المئة منها في تصنيع الأسمدة الكيميائية، ولاسيما سماد اليوريا المغذي للأراضي الزراعية.

* مهندس في المصانع النفطية، (الكويت).

وبعد أن اكتشف الباحثون المزايا العديدة للأمونيا سعوا إلى استخدامها في عدد من الصناعات التي يمكنها تقديم خدمات جليلة للبشرية، وأهمها صناعة المواد والعقاقير الطبية، وصناعة المواد البلاستيكية، وصبغ وتنظيف القطن والصوف والألياف النسيجية الأخرى.

مواصفات وخصائص

يعد غاز الأمونيا من الغازات التي تتسم بأنها خطرة وعديمة اللون، ولها رائحة لاذعة قوية. ويسمى ذلك الغاز بغاز النشادر، ورمزه الكيميائي (NH_3). وهو من الغازات الشديدة السمية التي تؤثر على حياة الإنسان، كما أن رائحته النفاذة تسبب تهيجاً شديدا للعين وأعضاء التنفس عند الكائنات الحية.

ويتحول غاز الأمونيا إلى سائل عند درجة حرارة 33 تحت الصفر، ومن خواصة قابليته الشديدة للذوبان في الماء، وتتناقص نسبة انحلال الغاز بالماء بزيادة درجة الحرارة، لذلك يمكن تحرير غاز الأمونيا بصورة تامة من محاليله عبر التسخين. ويمكن كشف الغاز من خلال رائحته المعروفة، كما يكتشف بواسطة أجهزة خاصة حساسة.

وقد حدث الاختراق الحقيقي في اختراع تصنيع الأمونيا في ألمانيا أواخر القرن التاسع عشر حينما تمكن الألماني هابر من ابتكار خطة عملية لتصنيعه من النتروجين (الآزوت) والهدروجين. فقد دمج هذين الغازين تحت ضغط يساوي 200 ضغط جوي وحرارة تساوي 500 درجة مئوية بوجود الحفازين: الأوزميوم الصلب واليورانيوم.

وسارت طريقة هابر بشكل جيد، لكن تحويل هذا التفاعل من على منضدة المختبر إلى واقع هندسي كان مهمة هائلة. وأخيراً وجد زميله الألماني بوش حلاً لأكبر معضلة تصميم، تتمثل في تردي حالة حجرة التفاعل الفولاذية من الداخل تحت درجات الحرارة المرتفعة والضغط العالي. وأفضى عمله هذا مباشرة إلى أول مصنع تجاري للأمونيا في منطقة (أُبو) بألمانيا عام 1913. وسرعان ما تضاعفت سعة تصميمه لتصبح 60 ألف طن سنوياً، مما كان كافياً لجعل ألمانيا تكتفي ذاتياً من مركبات الآزوت التي استخدمتها لإنتاج المتفجرات خلال الحرب العالمية الأولى.

وأبطأت الصعوبات الاقتصادية التي سادت بين الحربين تتجير عملية هابر-بوش لتصنيع الأمونيا، وبقي الإنتاج العالمي من الأمونيا تحت مستوى خمسة ملايين طن حتى أواخر الأربعينيات. وخلال الخمسينيات، ارتفع استهلاك السماد الآزوتي تدريجياً إلى عشرة ملايين طن؛ وبعد ذلك خفَّضت الاختراعات التقنية التي قُدمت خلال الستينيات استهلاك الكهرباء عند تصنيع الأمونيا بأكثر من 90%، وأدت إلى تسهيلات أكبر وأكثر اقتصادية في إنتاج الأمونيا. وبسبب النمو الأسي في الطلب الذي أعقب ذلك؛ فإن الإنتاج العالمي لهذا المركب ازداد بمقدار ثمانية أضعاف في أواخر الثمانينيات.

مادة أساسية في تصنيع الأسمدة الكيميائية اللازمة للزراعة الغذائية والطلب عليها في تزايد مستمر لاسيما مع الزيادة المطردة للسكان في كل أنحاء العالم

معظم دول العالم أنشأت مجمعات بتروكيميائية متخصصة في إنتاج الأمونيا نحو 80 في المئة منها مخصص لتصنيع الأسمدة الكيميائية ولاسيما اليوريا المغذي للأراضي الزراعية

استخدامات الأمونيا

يدخل الأمونيا في استخدامات عديدة تتنوع بين الزراعة والطب والصناعة، فعلى سبيل المثال تتم أكسدة كميات كبيرة من الأمونيا لصنع حمض الآزوت الذي يُعتبر عنصراً أساسياً في صناعة ثالث نترات التولوين والنتروغليسرين، ونترات الأمونيوم.

وتستخدم صناعة النسيج الأمونيا بصورة واسعة، ولاسيما في إنتاج الألياف الصنعية مثل النيلون والرايون النحاسي النشادري، كما تستخدم في صبغ وتنظيف القطن والصوف والألياف النسيجية الأخرى. وأحياناً يتم استخدام ماء الأمونيا كسائل منظّف، أو في تنظيف الأنسجة الملطخة بالحموض.

ويعتبر فاز الأمونيا من العناصر الحيوية في صناعة الكثير من المواد الكيميائية والبلاستيكية والفيتامينات والعقاقير، فمثلاً يقوم الأمونيا بدور العامل الحفاز في صناعة عدد من المواد البلاستيكية مثل الراتينج الصناعي وراتينج الميلامين. ولعل من أهم استخدامات الأمونيا استعماله في إنتاج الأسمدة الكيميائية وأهمها اليوريا، الذي يستخدم بصورة واسعة باعتباره سماداً مخصباً.

وتعتبر نترات الأمونيوم وأملاح الأمونيوم الأخرى أسمدة جيدة وتساعد على زيادة إنتاج المحاصيل لأنها تحتوي على نسبة عالية من النتروجين.

وفي بعض المناطق الزراعية يتم استعمال الأمونيا اللامائية مباشرة في الحقول، وذلك من خزانات كبيرة تحتوي على غاز الأمونيا المضغوط، باعتبارها توفر المال والوقت والجهد على المزارعين.

ويتم الحصول على كل من الهدروجين والنتروجين لصناعة الأمونيا من المصادر الآتية:

- الهدروجين (H_2): يتم الحصول عليه من الغاز الطبيعي المتوافر في حقول النفط، حيث يحتوي الغاز الطبيعي على نسبة تقدر بنحو 60%من الميثان (CH_4).
- النتروجين (N_2): يتم الحصول عليه من الهواء الجوي مباشرة،

حدث الاختراق الحقيقي في اختراع تصنيع الأمونيا في ألمانيا أواخر القرن التاسع عشر حينما تمكن الألماني هابر من ابتكار خطة عملية لتصنيعه من النتروجين (الآزوت) والهدروجين

تتم أكسدة كميات كبيرة من الأمونيا لصنع حمض الآزوت الذي يُعتبر عنصراً أساسياً في صناعة ثالث نترات التولوين والنتروغليسرين ونترات الأمونيوم

حيث يحتوي الهواء الجوي على نسبة 79% من النتروجين. أما خطوات تصنيع الأمونيا المستخدمة حالياً فيتم عبر تصفية الغاز الطبيعي من الشوائب العالقة به، وذلك بتمريره خلال مرشحات (فلاتر) الغاز، ثم تنقية الغاز الطبيعي من المركبات الكبريتية العضوية وغير العضوية، ثم من خلال عمليات التحويل التي تتم على مرحلتين؛ يتم في الأولى تفاعل الغاز الطبيعي النقي مع بخار الماء تحت ضغط وحرارة معينة وبوجود العامل المساعد، لتحويل غاز الميثان (CH_4) إلى غازات الهدروجين، وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون، أما في المرحلة الثانية فيتم إدخال الهواء الجوي على الناتج من المحول الأولي للحصول على النتروجين اللازم لتكوين الأمونيا.

السلامة والأمان

وأخيراً نشير إلى أن خطر غاز الأمونيا فرض على الجهات المعنية، ولاسيما الشركات المصنعة، اتخاذ جميع التدابير الخاصة بالسلامة والأمان عند التعامل مع هذا الغاز واستخدامه، كما أن الجهات المصنعة وضعت تحذيرات معينة لمن يستخدمون هذا الغاز في المزارع والحقول والمصانع والمختبرات حرصاً على الأمن والأمان والسلامة المهنية. ■

تحضير الأمونيا

يتم تحضير كميات محدودة من غاز الأمونيا في المختبرات وذلك بتسخين أحد أملاح الأمونيا مع هدروكسيد الصوديوم أو هدروكسيد الكالسيوم، ويعرف غاز الأمونيا من رائحته ومن قدرته على تحويل ورق عباد الشمس من اللون الأحمر إلى اللون الأزرق.

ويتم الحصول على الأمونيا في الصناعة بطريقتين:

طريقة السيانامید: وذلك بمفاعلة كربيد الكالسيوم (CaC_2) المسحوق والمسخن إلى 1100 درجة مئوية مع غاز النتروجين، فيتكون سيانامید الكالسيوم، ثم يتم تسخين سيانامید الكالسيوم مع الماء تحت ضغط عال فيتكون غاز الأمونيا وكربونات الكالسيوم.

طريقة هابر: وهي الطريقة الأهم صناعياً، والتي ابتكرها الألماني هابر (كما ذكر آنفاً)، وطبقت عام 1914 ، ثم تم تطويرها. ويتم فيها اتحاد مباشر بين حجم واحد من النتروجين وثلاثة حجوم من الهدروجين تحت ضغط مرتفع، وبوجود وسيط يتكون من أكاسيد الحديد بشكل رئيسي، وذلك لتحفيز التفاعل، ودرجة حرارة متوسطة، وهذا التفاعل ناشر للحرارة.

السنة الدولية للتربة

شراكة عالمية لتحقيق الأمن الغذائي

بقلم أحمد عبد الحميد *

لم يكن إعلان الأمم المتحدة عام 2015 (السنة الدولة للتربة) مفاجئاً للمعنيين بالأمن الغذائي والزراعة المستدامة والتنوع البيولوجي، بل كانوا ينتظرونه بصورة ملحة وعاجلة، لاسيما مع التدهور الحاصل في التربة وازدياد تأثير ظاهرة تغير المناخ في العالم، وتداعيات ذلك كله على البشرية. فذلك الإعلان الذي اتخذت الجمعية العامة للأمم المتحدة قراره في 20 ديسمبر 2013 يأتي إقراراً منها بأهمية الإدارة السليمة للأراضي، بما في ذلك التربة، من الناحيتين الاقتصادية والاجتماعية، وبخاصة من حيث مساهمتها في النمو الاقتصادي والتنوع البيولوجي والزراعة المستدامة والأمن الغذائي والقضاء على الفقر وتمكين المرأة والتصدي لتغير المناخ وتحسين توافر المياه.

* كاتب علمي، (الكويت).

وأهم الأهداف المحددة للسنة الدولية للتربة كان زيادة الوعي التام لدى المجتمع المدني وصناع القرارات بشأن الأهمية الأساسية للتربة بالنسبة لحياة البشر، وتثقيف الجمهور بشأن الدور الحاسم الذي تنهض به التربة في الأمن الغذائي، والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدة تأثيراته، والخدمات الأساسية للنظم الإيكولوجية، والتخفيف من وطأة الفقر، والتنمية المستدامة، ودعم السياسات والإجراءات الفعالة لحماية موارد التربة وإدارتها على نحو مستدام، وتعزيز المبادرات بالاشتراك مع عملية أهداف التنمية المستدامة وخطة التنمية لما بعد عام 2015.

وجرى تعيين منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) للاحتفاء بالسنة الدولية للتربة، وذلك ضمن إطار الشراكة العالمية من أجل التربة، وبالتعاون مع الحكومات وأمانة اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر في البلدان التي تعاني الجفاف الشديد والتصحر، وبخاصة في إفريقيا.

التربة السليمة

تؤدي التربة السليمة دوراً مهماً في توفير المياه النقية والقدرة على الصمود في وجه الفيضانات والجفاف، ولاشك في أن تحسين إدارة رطوبة التربة أمر حاسم لإنتاج الأغذية وتوفير إمدادات المياه بصورة مستدامة. وتنقية المياه من خلال التربة عملية يتم فيها احتجاز الملوثات ومنعها من الرشح إلى المياه الجوفية، كما أن التربة تجمّع المياه وتخزنها، ومن ثم يمكن للمحاصيل امتصاصها، ويحد ذلك من التبخر السطحي ويزيد من كفاءة استخدام المياه والإنتاجية.

ويقول المسؤولون في منظمة (فاو) إن التربة السليمة التي تحتوي على قدر كبير من المادة العضوية قادرة على تخزين مقادير كبيرة من المياه. والواقع أن المادة العضوية يمكنها الاحتفاظ بكمية من المياه تزيد 20 مرة تقريباً على وزنها. ولا تقتصر فائدة ذلك على فترات الجفاف عندما تكون رطوبة التربة حاسمة لنمو النبات، بل يمتد أيضاً ليشمل فترات الأمطار الغزيرة لأن التربة تقلل فيضان المياه وجريانها السطحي عن طريق إبطاء تصريفها في المجاري المائية.

وتضيف المنظمة الدولية في تقرير لها بمناسبة الاحتفال بالسنة الدولية للتربة إن من شأن تقليص قدرة التربة على تجميع الماء

الأمم المتحدة خصصت سنة 2015 للتربة إيماناً منها بأهمية الإدارة السليمة للتربة في النمو الاقتصادي والتنوع البيولوجي والأمن الغذائي والتصدي لتغير المناخ

الإيكولوجيا الزراعية التي تستعيد أداء النظام الإيكولوجي عن طريق الحفاظ على صحة التربة هي استراتيجية فعّالة لتحقيق الأمن الغذائي في المناطق التي تشتد الحاجة إليها فيها

تدهور التربة

تدهور التربة هو تراجع قدرة التربة على توفير سلع وخدمات النظم الإيكولوجية وضمان أدائها لوظائفها خلال مدة زمنية للمستفيدين من تلك السلع والخدمات. ويتخذ تدهور التربة عدة أشكال، مثل انجرافها وتملحها وتلوثها واستنفاد مغذّياتها وفقدان التنوُّع البيولوجي لها وفقدان المادة العضوية وانسداد مسام التربة.

صحة التربة

صحة التربة هي قدرة التربة على العمل كنظام حيّ. وتحتفظ التربة السليمة بمجموعة متنوعة من الكائنات التي تساعد على مكافحة أمراض النباتات، والحشرات والآفات العشبية، وتكوّن ارتباطات تكافلية مع جذور النباتات. وتعيد التربة السليمة تدوير المغذّيات النباتية الأساسية وتحسِّن بنية التربة من خلال التأثير الإيجابي في قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه والمغذّيات، وتحسِّن في نهاية المطاف إنتاج المحاصيل. والتربة السليمة لا تلوِّث البيئة؛ بل على العكس من ذلك فإنها تساهم في التخفيف من تغيُّر المناخ عن طريق الاحتفاظ بمحتوياتها من الكربون العضوي أو زيادته.

والاحتفاظ به وتصريفه ونقله أن يحد من الإنتاجية، سواءً إنتاجية المحاصيل أو أنواع المرعى، أو الشجيرات أو الأشجار. ويكمن التحدي الكبير في العقود المقبلة في مهمة زيادة إنتاج الأغذية باستخدام مياه أقل، لا سيما في البلدان التي تكون فيها موارد المياه والأراضي محدودة.

ومن أجل التقليل إلى أدنى حد من أثر الجفاف في الأمن الغذائي، لا بد أن تكون التربة قادرة على تجميع مياه الأمطار التي تنهمر عليها، وتخزين أكبر قدر منها لاستخدام النبات في المستقبل، والسماح لجذور النبات باختراقها والانتشار فيها. وتؤدي المشكلات أو القيود في أحد تلك الظروف أو في عدد منها إلى أن تكون رطوبة التربة عاملاً رئيسياً يحد من نمو المحاصيل. والواقع أن تدني غلات المحاصيل يرتبط في معظم الأحيان بعدم كفاية رطوبة التربة وليس بنقص هطل الأمطار.

دور المزارعين

يمكن للمزارعين، من خلال تنفيذ الممارسات الزراعية المستدامة، التأثير في بنية التربة ومحتواها من المادة العضوية لتحسين تنقية المياه والاحتفاظ بها. وتفرض تقنيات إدارة الأراضي السيئة وغير المستدامة، مثل الزراعة المفرطة، والرعي الجائر، وإزالة الغابات، ضغوطاً كبيرة على التربة وموارد المياه عن طريق تقليل التربة السطحية الخصبة وتقليص الغطاء النباتي، ويؤدي ذلك إلى زيادة الاعتماد على الزراعة المروية، كما يقول تقرير (فاو).

وتشمل ممارسات الزراعة وإدارة الأراضي المستدامة التي يمكن أن تساعد على تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة، تغطية التربة بمخلفات المحاصيل، واستخدام محاصيل التغطية، وفرش القش فوق التربة، والحرث الذي يحافظ على التربة، وعدم تقليب

تشكِّل الإيكولوجيا الزراعية الإطار الاستراتيجي لمنظمة (فاو) لا سيما الأهداف الاستراتيجية التي ترمي إلى جعل الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك أكثر إنتاجية واستدامة

الأهداف المحددة للسنة الدولية للتربة 2015:

1. زيادة الوعي التام لدى المجتمع المدني وصناع القرارات بشأن الأهمية الأساسية للتربة بالنسبة لحياة البشر.
2. تثقيف الجمهور بشأن الدور الحاسم الذي تنهض به التربة في الأمن الغذائي، والتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدة تأثيراته، والخدمات الأساسية للنظم الإيكولوجية، والتخفيف من وطأة الفقر، والتنمية المستدامة.
3. دعم السياسات والإجراءات الفعالة لحماية موارد التربة وإدارتها على نحو مستدام.
4. تشجيع الاستثمار في نشاطات الإدارة المستدامة للتربة من أجل تطوير تربة سليمة والحفاظ عليها لمختلف مستخدمي الأراضي والمجموعات السكانية.
5. تعزيز المبادرات بالاشتراك مع عملية أهداف التنمية المستدامة وخطة التنمية لما بعد عام 2015.
6. الدعوة إلى التعزيز السريع للقدرات في مجال جمع ورصد المعلومات بشأن التربة على الصعد كافة (العالمية والإقليمية والوطنية).

التربة، والزراعة المحافظة على الموارد، واستخدام المحاصيل العميقة الجذور والمقاومة للجفاف والتي تتطلب كميات أقل من المياه، ووقف الجريان السطحي، وتجميع مياه الأمطار، والري الدقيق القائم على المعرفة.

وتدعم منظمة الأغذية والزراعة الحكومات والمزارعين في جميع أنحاء العالم من أجل تعظيم الموارد المائية والحفاظ عليها من خلال الممارسات الزراعية المستدامة وتحسين إدارة المياه. وتشمل المبادرات الرئيسية شراكة مياه الزراعة لإفريقيا، والمبادرة الإقليمية في شأن ندرة المياه في الشرق الأدنى، ومشروع حلول إدارة مياه الزراعة في إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وفي الهند.

وترى المنظمة أن الإيكولوجيا الزراعية التي تستعيد أداء النظام الإيكولوجي عن طريق الحفاظ على صحة التربة هي استراتيجية فعّالة لتحقيق الأمن الغذائي في مناطق العالم التي تشتد الحاجة إليها فيها.

الأمن الغذائي وتدهور التربة

على الرغم من أن المناطق الريفية تستضيف معظم إنتاج الأغذية، فإنها تحتفظ أيضاً بمعظم من يفتقرون إلى الأمن الغذائي من سكان العالم.

ويبين التقرير أن نحو 33% من تربة العالم تعاني تدهوراً بنسبة تراوح بين متوسطة وعالية. ويقع 44% من هذه التربة في إفريقيا في حين توجد معظم النسبة المتبقية في مناطق منكوبة بالفقر وانعدام الأمن الغذائي.

وتتطلّب العلاقة القوية بين التربة والصحة والأمن الغذائي إجراءات استراتيجية وفورية، خاصة على المستوى المحلي، لوقف تدهور التربة من أجل زيادة إنتاج الأغذية والتخفيف من حدة انعدام الأمن الغذائي في المناطق التي تشتد فيها الحاجة إلى الأمن الغذائي وفي سياق تغيُّر المناخ.

وتطبّق الإيكولوجيا الزراعية استراتيجيات من قبيل نُظم الزراعة المتعددة، والحراجة الزراعية،

يؤثر سوء التغذية الناجم عن نقص المغذيات الدقيقة في صحة الإنسان ويعاني نحو مليار شخص نقص المغذيات الدقيقة لاسيما فيتامين ألف واليود والحديد والزنك

ومحاصيل تغطية التربة، وتناوب الإنتاج المحصولي والحيواني، وهو ما يضمن استقرار وتنوُّع الإنتاج والدخل المحليين على مدار السنة.

إدارة النُظم الإيكولوجية

يُدرك كثير من المزارعين في جميع أنحاء العالم ما تعنيه تربتهم المحلية إدراكاً عميقاً مستمداً من التجربة العملية. وهؤلاء المزارعون هم العنصر الرئيسي الذي يدير النظم الإيكولوجية ويدخلون في صُلب الإيكولوجيا الزراعية. ولدى هؤلاء المزارعين ممارسات زراعية مجرّبة ومكيَّفة ومكتشفة تستعيد حياة التربة وخدمات النُظم الإيكولوجية المتصلة بها.

ويرى تقرير المنظمة أن التربة التي تُدار إدارة جيدة من جانب المزارعين الأُسريين تساعد على ضمان تحقيق الأبعاد الأربعة للأمن الغذائي، وتحافظ في الوقت نفسه على التربة عن طريق توفير العناصر الغذائية اللازمة لنمو المحاصيل، وسهولة الوصول عن طريق تحسين دخل المزارع الأُسرية من خلال زيادة المحاصيل التي يمكن التعويل عليها، والاستقرار عن طريق الحفاظ على المياه لدعم زراعة المحاصيل على مدار السنة، والاستخدام عن طريق جني أغذية مغذّية صحية من تربة سليمة.

ويمكن لتصميم نُظُم إيكولوجية زراعية متنوِّعة متجذرة في المعرفة الإيكولوجية المحلية، ومستندة إلى تنوُّع النُظم والتآزرات الإيكولوجية، أن يحسِّن كثيراً من جودة التربة ويوقف تدهورها في الوقت نفسه الذي يزيد فيه من الإنتاج وتوافر الأغذية المغذّية.

وتشكِّل الإيكولوجيا الزراعية الإطار الاستراتيجي لمنظمة (فاو)، لا سيما الأهداف الاستراتيجية التي ترمي إلى جعل الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك أكثر إنتاجية واستدامة، وزيادة مرونة سُبل المعيشة والحدّ من الفقر الريفي.

التربة والأمن الغذائي

تظهر التقديرات أن 95% من غذاء البشرية يُنتَج بصورة مباشرة وغير مباشرة في التربة. ولذلك فإن توافر الأغذية يعتمد على التربة. ولا يمكن

تحسين إدارة رطوبة التربة أمر حاسم لإنتاج الأغذية وتوفير إمدادات المياه بصورة مستدامة

95% من غذاء البشرية يُنتَج بصورة مباشرة وغير مباشرة في التربة ولا يمكن إنتاج أغذية صحية وجيدة ما لم تكن التربة سليمة

إنتاج أغذية صحية وجيدة ما لم تكن التربة سليمة. والتربة الحيّة الصحية هي الحليف الحاسم في تحقيق الأمن الغذائي والتغذية.

ويمثل سوء التغذية الناجم عن نقص المغذيات الدقيقة أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر في صحة الإنسان ورفاهيته في شتى أنحاء العالم، خاصة في البلدان النامية. ويعاني ما يربو على مليار شخص نقص المغذيات الدقيقة، لاسيما فيتامين (أ) واليود والحديد والزنك.

وتواجه نظم الأغذية الحالية تحديات متزايدة تتمثل في توفير ما يكفي للناس كافة من أغذية مأمونة ومتنوعة وغنية بالعناصر الغذائية بما يساهم في تحقيق نظام غذائي صحي.

وتساهم الأغذية التي تنتج في تربة فقيرة بالمغذيات في إصابة الإنسان بسوء التغذية (البروتين والطاقة) بسبب نقص المغذيات الدقيقة المهمة في غذاء الإنسان، من قبيل الحديد والليثيوم والمغنيسيوم والزنك والنحاس واليود. وتؤثر صحة التربة وخصوبتها تأثيراً مباشراً في المحتوى التغذوي في المحاصيل الغذائية. وتشكل المستويات المتاحة من المغذيات الدقيقة في التربة عاملاً أساسياً في تحديد محتوى المغذيات الدقيقة في المحاصيل. وإذا لم تكن المغذيات الدقيقة الضرورية موجودة في التربة، فإن ذلك يؤثر تأثيراً مباشراً في نظام الأغذية من خلال عدم توفير ما يكفي من المغذيات الدقيقة لتلبية حاجات الإنسان.

والنباتات لا تمتص فقط المواد الغذائية والماء من التربة، بل تمتص أيضاً المواد الضارة الأخرى الموجودة في محلول التربة، مثل المعادن الثقيلة والملوثات التي يمكن أن تؤذي البشر والحيوانات، وتتراكم في السلسلة الغذائية. ■

نحو 33% من تربة العالم تعاني تدهوراً بنسبة تراوح بين متوسطة وعالية ويقع 40% منها في إفريقيا

قوة النمل
أسرار وعجائب

على الرغم من صغر حجمه؛ فإنَّ النمل يبدو مثل بطل رفع أثقال أولمبي، فهو يعمل بلا كلل ولا ملل، في نقل أجسام تفوق وزنه كثيراً، ولا سيما في نقل الغذاء، أو بناء المساكن. ولعل ذلك ما أدهش العلماء ودفعهم إلى دراسة عالم النمل للتعرف إلى ماهية قدراته الفائقة، ومن ثم الإفادة منها في عدد كبير من مجالات الحياة البشرية ونشاطاتها.

داود سليمان الشراد *

* كاتب متخصص في الموضوعات العلمية، (الكويت).

النمل من الحشرات التي تعيش تحت التربة، وفي جماعات منظمة، ولذلك يعرف بالحشرات الاجتماعية. ويعتبر ثاني أكبر الجماعات الحشرية من حيث التطور في السلوك الاجتماعي. ويعيش النمل في مستعمرات تتكون من دهاليز وأنفاق، تمتد أحياناً لعدة أمتار تحت سطح الأرض. وقد تحتوي المستعمرة على 12 فرداً، أو مئات، أو آلاف، أو ملايين الأفراد.

وفي كل مستعمرة ملكة واحدة، أو عدة ملكات. ومعظم أعضاء المستعمرة شغالات (عاملات)، وهي إناث مثل الملكة تقوم ببناء العش والبحث عن الغذاء ورعاية الصغار، ومحاربة الأعداء. وتوجد الذكور في الأعشاش في فترات محددة، ويكون عملها هو تلقيح الملكات المكتملات النمو، وتلقى حتفها بعد ذلك مباشرة.

ينتشر النمل في كل بقعة على الأرض، عدا المناطق الشديدة البرودة من العالم. وهو منتشر بكثرة في المناطق ذات الطقس الدافئ. ويبني عدة نماذج من الأعشاش، ويعيش بعض أنواعه في أنفاق تحت الأرض، ويعيش الآخر في ربوات ترابية كبيرة، وتسكن بعض أنواعه داخل الأشجار أو في أجزاء بعض النباتات المجوفة. ويبني عدد منه أعشاشه من أوراق الأشجار، لكن بعض أنواعه المحاربة ليس لها بيوت دائمة.

النمل والأعشاش

يبني نمل الخشب - الأسود أو البني- أعشاشه داخل جذوع الشجر وفروعه، أو حتى داخل القوائم الخشبية للمنازل. وهو على عكس النمل الأبيض؛ لا يأكل الخشب، بل يحفر فيه بفكوكه أنفاقاً يعيش فيها فقط. وتصنع أنواع كثيرة بيوتها في كتل الأخشاب المتعفنة، أو تحت الأشجار، أو في تجاويف بين أوراق نباتات معينة. وبعض الأنواع تصنع ألياف النباتات، ثم تستخدم مادتها في بناء أعشاشها بما يشبه الورق المقوى.

وتتباين أعشاش النمل كثيراً في الحجم، فبعضها يسكن أعشاشاً تحوي حجرة واحدة فقط لا تزيد على حجم الإصبع، وهذا العش قد يشتمل على 12 نملة كحد أدنى، و300 نملة كحد أقصى. لكن بعض أنواع النمل المداري تبني أعشاشاً قد تمتد إلى 12 متراً تحت الأرض. وقد يضم العش أكثر من عشرة ملايين نملة، بل إن بعض أنواع النمل الأوروبية والأمريكية الشمالية تبني أعشاشاً تتكون من 12 تلة أو أكثر من التلال الكبيرة المتصلة بأنفاق تحت الأرض. وقد تغطي تلك التلال مساحة كبيرة، وربما يبلغ ارتفاع بعض تلك التلال أكثر من متر، وقد يعيش فيها وفي الغرف المحفورة تحت الأرض ملايين النمل.

أجسام النمل

تتباين كل من الملكات والشغالات والذكور في الحجم في معظم أنواع النمل. ففي حالات كثيرة تكون الملكات أكبر بعدة مرات من الشغالات، أما الذكور فهي تفوق الشغالات وأصغر من الملكات. وتمثل الشغالات الضخمة الجنود، وقد يكون رأسها أكبر مما لدى الشغالات الأخريات.

وللنمل غلاف صلب يسمى الهيكل الخارجي، يعمل على حماية الأعضاء الداخلية، وتتصل عضلات الجسم بالجدران الداخلية للهيكل الخارجي. وللحشرة ثلاثة أزواج في الأرجل، وكل رجل بها تسع عقل متصلة بمفاصل حركية، وللقدم في كل رجل مخلبان معقوفان، وعند المشي تنغرز المخالب في السطح، فتتمكن بذلك من صعود الأشجار والمشي على السطوح السفلية للفروع والأوراق. ويستخدم كثير منها مخالب الأرجل الأمامية في حفر

أثبتت الدراسات أنّ بإمكان مفصل عنق النمل تحمل ثقل أعلى من وزن النملة بخمسة آلاف مرة

النمل مثل بطل رفع أثقال أولمبي فهو يعمل بلا كلل ولا ملل في نقل أجسام تفوق وزنه كثيراً ولا سيما في نقل الغذاء

سطح عنق النمل له بنية مجهرية من الطيات والنتوءات تساعده على رفع حمولات تفوق قدرة أي كائن حي

بنية مفصل عنق النملة تتمتع بأقصى قوة ممكنة عندما يكون رأسها مستقيماً لكن تلك القوة تتراجع عند الالتفاف

التربة أو شق أنفاق تحت الأرض. وعلى الرغم من ضآلة حجم النملة فهي قوية لدرجة عجيبة، فمعظم النمل يستطيع نقل أجسام أثقل من وزنه بعشرات المرات، بل إن بعضها يمكنه رفع أجسام تفوق وزن جسمه بصورة كبيرة جداً.

الحياة في المستعمرات

يختلف النمل كثيراً في طرق معيشته، وينقسم أفراد جميع مستعمرات النمل تقريباً إلى ثلاث طبقات هي: الملكة والشغالات والذكور. وفي معظم الأحوال تبدأ الملكة اليافعة في تكوين مستعمرة جديدة بعد التزاوج مع واحد أو أكثر من الذكور، حيث تستمر في وضع البيض بقية حياتها بعد إنشاء المستعمرة. وهي لا تحكم المستعمرة، لكن الشغالات تقوم بإطعامها والعناية بها مثل العناية بنفسها. وتكون في بعض المستعمرات ملكة واحدة، لكن بعضها الآخر قد يحتوي على عدة ملكات.

وتقوم الشغالات بالإضافة الى رعاية الملكة بتوسيع العش وإصلاحه والدفاع عنه، والعناية بالصغار وجمع الغذاء. وقد تستمر في عمل واحد طوال حياتها، أو قد تغير عملها من وقت إلى آخر. أما الذكور فلا عمل لهم في المستعمرة، ويعيشون لفترة قصيرة، ومهمتهم الوحيدة هي تلقيح الملكات. وتتفاوت الشغالات في الحجم والشكل باختلاف كثير من أنواع النمل، فتكون أكبرها في بعض الأنواع هي الجنود

النمل الناري

ولها رأس كبير، وفكان أماميان قويان. وفي بعضها الآخر يقتصر عملهم على الدفاع عن المستعمرة، وفي أنواع أخرى لا يكون لهم أي عمل محدد.

أساليب الدفاع

يقع النمل فريسة لكل من: آكلات النمل والعناكب والضفادع والسحالي والطيور وأنواع متعددة من الحشرات. وينشأ في معظم الحالات عداء بين النمل من مستعمرات مختلفة. وتحمي المجموعات نفسها ضد أعدائها باللسع أو العض أو تنثر عليها حمض النمليك، أو الفورميك Formic Acid، ومواد كيميائية طاردة أخرى.

ويملك نصف أنواع النمل تقريباً أعضاء للسع، حيث يمتلك النمل الناري، والنمل الثور أعضاء لسع تثقب الجلد وتحقن سماً مؤلماً. وهنالك أعضاء لسع معينة يمكنها اختراق أي جلد سميك، أو قوي. ويستطيع بعض النمل الذي لا يملك أعضاء لسع أن ينثر السم في طرف الجزء المعدي.

ويعتبر النمل مفيداً وضاراً للمزارعين في آن واحد، فقد يساعد النمل على قتل الحشرات التي تتلف المحاصيل، وحفر الأعشاش تحت الأرض لتحسين التربة. ويعتبر كثير من أنواع النمل آفات منزلية، إذ يهاجم نمل الخشب المنازل المشيدة من الأخشاب، وذلك بحفر أنفاق في دعائمها الخشبية، في حين يسطو النمل الفرعوني والنمل السارق على الأغذية المخزنة.

البحث في سر قوة النمل

درس فريق من المهندسين في جامعة ولاية أوهايو الأمريكية العلاقة القائمة بين الوظيفة الميكانيكية (الحركية)، والتصميم البنيوي، وخصائص المواد لدى نمل (أليغيني) Allegheny من نوع Formica Exsectoides، الذي يمتلك قدرة على صناعة دهاليز وأنفاق تمتد لنحو متر واحد، كما يمكنه تكديس تراب الحفر لعمل ربوة ترابية.

وركزت الدراسة على عنق النملة، أي المفصل الوحيد المصنوع من نسيج لين، وهو الذي يصل بين الهيكل العظمي الخارجي والصلب في رأس النملة والقفص الصدري. وأظهرت أن مفصل العنق عند النمل قد يتحمل ثقلاً أعلى من وزن النملة بخمسة آلاف مرة. في السابق، كان النمل يصور وهو يحمل طيوراً صغيرة نافقة، لذا أشارت التقديرات إلى أنه يستطيع حمل ثقل أعلى من وزنه بألف مرة. لكن الأرقام الجديدة فاجأت الباحثين أنفسهم.وقد توقعوا أن يتمكن النمل من تحمل ثقل أعلى من وزنه بألف مرة، لذا فكروا بالبدء من هذه النقطة.

يقع النمل فريسة لكل من آكلات النمل والعناكب والضفادع والسحالي والطيور وأنواع متعددة من الحشرات وينشأ في معظم الحالات عداء بين النمل من مستعمرات مختلفة

أظهرت الاختبارات أن مرحلة الضعف الحاسمة في مفصل العنق تحصل عند نقل الحمولة من العنق إلى الرأس حيث يلتقي الغشاء اللين بالهيكل الخارجي الصلب

نمل (أليغيني)

ثمة إمكانية لتصميم إنسالات ترفع وتحمل الأوزان بفاعلية أكبر استناداً إلى مركبات هجين وناعمة في النمل

في البداية، لم يظن أحد أن هذا النمل لديه أي إمكانات ضخمة لكنه فاجأ الجميع.

وذكرت الدراسة أن النملة ترفع الحمولة بمحيط الفم وتنقلها إلى مفصل العنق وصولاً إلى القفص الصدري، ثم توزعها على السيقان الست والكاحل الذي يشكل قاعدة الدعم. واستكشفت الدراسة أيضاً آليات وظيفة القدم، والعلاقة بين الوظيفة الميكانيكية والتصميم البنيوي وخصائص المواد لدى النمل. ولمعرفة ذلك شمل اختبار قوة النمل تدابير خاصة، فعمد العلماء على تخدير نمل من رتبة غشائي الأجنحة Hymenoptera ثم ألصقوا رؤوسه بجهاز طرد مركزي بحجم قرص صغير. وحين راح القرص يدور بسرعة متزايدة، زادت القوى المحسوبة المفروضة على النمل إلى أن تشوهت أعناق الحشرات وانفصلت رؤوسها عن أجسامها في مفصل العنق الضئيل. وتموضع حاجز زجاجي حول جهاز الطرد المركزي لحماية الدارسين لأن أجسام النمل كانت تطير في لحظة التمزق. لقد تمزقت أعناق النمل حين فرض الجهاز ثقلاً أعلى من متوسط وزن الجسم بـ3400 إلى خمسة آلاف مرة.

وأظهرت دراسات الطرد المركزي الرسم السطحي المحسوب لإعادة بناء نموذج ثلاثي الأبعاد من مفصل عنق النمل، أن سطح عنق النمل له بنية مجهرية من الطيات والنتوءات تساعد النمل على رفع حمولات أكبر، وتبين أيضاً أن بنية مفصل العنق تتمتع بأقصى قوة ممكنة، حينما يكون رأسها مستقيماً، لكن تلك القوى تتراجع عند الالتفات نحو الجانب الآخر.

وكشفت الدراسة عن تركز الضغط الذي يؤدي إلى ضعف العنق ويحدد طبيعة الواجهة خلال نقل الحمولة من العنق إلى الرأس باعتبارها منطقة ضعف.

ويعتبر تصميم هذه الواجهة وبنيتها من العوامل الحاسمة بالنسبة إلى أداء مفصل العنق. والواجهة الوحيدة بين المواد اللينة والصلبة تقوي على الأرجح درجة الالتصاق، وقد تكون البنية الأساسية التي تعزز قدرة مفصل العنق على رفع الحمولات الثقيلة.

تتباين أحجام أعشاش النمل فبعضها يتكون من غرفة واحدة تحوي بضع عشرات والآخر يحوي ملايين النمل

ولفهم قدرة تحمل عنق النملة وحدودها القصوى بطريقة أفضل، هندس الباحثون التصاميم الميكانيكية الحيوية بصورة معاكسة عبر تطوير نماذج ثلاثية الأبعاد لتركيبة النمل الداخلية والخارجية. ثم تم ابتكار النماذج عبر تنزيل صور مقطعية بالأشعة السينية لنماذج النمل على برنامج نمذجة ScanIPbFE يجمع الأجزاء ويحولها إلى نموذج متداخل فيه أكثر من 6.5 مليون عنصر.

ثم جرى تحميل النموذج في برنامج تحليل العناصر المحدودة (Abaqus)، وهو تطبيق ينتج تجارب محاكاة دقيقة للقوى والتصاميم الهندسية المعقدة. وأظهرت تجارب المحاكاة قوة المفصل الاتجاهية. وتماشياً مع نتائج التجارب، أشارت الاختبارات إلى أن مرحلة الضعف الحاسمة في مفصل العنق تحصل عند نقل الحمولة من العنق إلى الرأس حيث يلتقي الغشاء اللين بالهيكل الخارجي الصلب.

رفع الأوزان الكبيرة

وذكرت دراسة أخرى أن رفع أوزان كبيرة يطرح مشكلة لأسباب عدة، منها قوة العضلات والصلابة الهيكلية والتوازن، وأن قوة العضلات ليست مشكلة بصورة عامة، إذ تكون تلك القوة عند الحيوانات الأصغر حجماً متوازنة مع وزن الجسم مقارنة بالحيوانات الأكبر حجماً، ومع ذلك، تنشأ مشكلة كبرى لإقامة توازن بين الأثقال. أولاً، يجب أن يقيم النمل توازناً مع الحمولات عند رفعها عن الأرض، وهي مسألة شائكة إذا كانت الأجسام غريبة الشكل أو ثقيلة. ثم يجب إقامة توازن عند رفع الجسم فوق الرأس أثناء السير، وهي مهمة شائكة أيضاً لتجنب السقوط.

وأشارت دراسة أخرى إلى أن مفصل عنق النملة عبارة عن نظام ميكانيكي معقد ومتكامل جداً. وأن الجهود الرامية إلى فهم العلاقة بين البنية والوظيفة ضمن هذا النظام ستساهم في استكشاف نماذج التصميم لإنشاء أفضل الآليات في الهيكل العظمي، وأنه حين نتطلع إلى مستقبل الأجهزة المساعدة للبشر والإنسالات الخفيفة، يبدو لنا أن تطوير نماذج ثلاثية الأبعاد للتحليل البصري والمحاكاة الحركية سيساهم في توفير أدوات تسمح بتقييم التشكل الوظيفي لمختلف أنواع المفاصل وبإقامة مقارنة بينها. ■

تقنيات واعدة للمستقبل

إن أجهزة التحكم الدقيق خليط من علم الأحياء والهندسة لبناء إنسالات شبه ذكية على شكل حيوانات، وهي إحدى التقنيات الصناعية الجديدة الأكثر إثارة للاهتمام. وثمة أمل بأن يتمكن البشر من استكشاف تلك الأجهزة الرخيصة ومراقبتها وإصلاح بيئتها. فضلاً عن أداء مهام أخرى عبر قوة الأرقام، وهو نموذج مثير للاهتمام عن نظرة المهندسين إلى النمل ليستوحوا منه تصاميمهم.

وتدلل الدراسات على إمكانية استعمال البحث لتصميم إنسالات يمكن أن ترفع الأوزان وتحملها بفاعلية أكبر، استناداً إلى مركبات هجين وناعمة في النمل، ويمكن أن يبتكر الباحثون مواد مركبة عبر استعمال مقاربة مختلطة بين المواد الناعمة والصلبة.

وهناك خطط لدراسة عدد إضافي من النمل من وجهة نظر ميكانيكية عبر تحليل جهاز الحشرات العضلي، فضلاً عن دراسة النمل الذي يؤدي أدواراً مختلفة ضمن الفصيلة نفسها.

شـجرة الخروب..
غذاء ودواء

م. عبد الحميد حسن شقير *

شجرة الخروب (Garob) شجرة قديمة زرعت في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط قبل نحو أربعة آلاف سنة ، وكان اليونانيون القدماء على معرفة بالكثير من فوائدها واستعمالاتها. ويعود الفضل في انتشار تلك الشجرة في إسبانيا وشمال إفريقيا إلى العرب، ومن إسبانيا قام أحد المهاجرين الإسبان بنقلها إلى المكسيك وأمريكا الجنوبية، ونقلها البريطانيون إلى جنوب إفريقيا والهند وأستراليا. وتظهر السجلات التاريخية أن شجرة الخروب نقلت إلى أمريكا عام 1854، وإبان الحملة العسكرية البريطانية على إسبانيا خلال الفترة من 1811 – 1812، وكانت قرون الخروب تقدّم علفاً

* كاتب علمي، (سوريا).

تنتمي شجرة الخروب إلى العائلة (القرنية leguminosae) واسمها العلمي (Ceratonia Siliqua)، وهي شجرة وارفة الظلال، دائمة الخضرة، تنمو في دول البحر الأبيض المتوسط ويصل ارتفاعها إلى 15 متراً، وهي ثنائية الجنس والمسكن، وثمار شجرة الخروب عبارة عن قرون عريضة تتباين أطوالها في الشجرة الواحدة، وقد يصل طولها إلى 30 سنتيمتراً.

وتتميز شجرة الخروب بقدرتها على تحمل الجفاف والبرد والرياح القوية وهي متواضعة في حاجاتها إلى النمو والإثمار، حيث تعيش في الأراضي الصخرية الوعرة وفي التربة الرملية الفقيرة سواء أكانت حمضية أم قليلة القلوية، على أن تكون تربتها جيدة التصريف، وتكتفي شجرة الخروب بمعدل 30 سنتيمتراً من الأمطار السنوية. وهذه الأسباب هي التي جعلتها متكيفة على العيش في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط ومعظم بلدان الشرق الأوسط، وتعيش شجرة الخروب من 200 إلى 300 سنة، وتزهر عادة ابتداء من منتصف شهر أغسطس وتستمر حتى نوفمبر، كما تزهر في مواسم أخرى إذا ما توافرت لها ظروف بيئية مناسبة. ولهذا كله كانت ثمار الخروب من الأطعمة التاريخية المهمة، إذ لجأ إليها كثير من الشعوب لاستخدامها أثناء المجاعات، وكمحصول يؤمنهم ضد المجاعة، لسهولة حفظها وطول مدة استخدامها.

لخيول سلاح الفرسان البريطاني، وما زالت ثمار الخروب تستعمل في كثير من البلدان لصناعة العديد من الأطعمة الشعبية والحلويات والأشربة اللذيذة.

أصناف الخروب

تتعدد أصناف الخروب التي عرفها الإنسان منذ القدم، وما زال ينتشر كثير منها حول العالم. ومن أبرز هذه الأصناف:

1 - أميلي Amele: صنف تجاري قديم تنتشر زراعته في إيطاليا. القرون ذات لون بني خفيف، مستقيمة أو منحنية قليلاً، يبلغ طول القرن (14 - 16 سم)، وعرضه (2 - 2.5 سم)، ومحتوى القرون من السكريات 53.8%، وذات نكهة جيدة، تنضج القرون بين سبتمبر وأكتوبر.

2 - كاسودا Casude: ينتشر في إسبانيا، والقرون ذات لون بني داكن مستقيمة، طولها (12 سم)، وعرضها أقل من (1.5 سم)، وتحتوي على نسبة عالية من السكريات تراوح بين 51.7 و56.7%، وهي ذات نكهة جيدة، والأشجار ذات حمل غزير ومنتظم، وتنضج القرون في أكتوبر.

3 - كليفورد Clifford: ثماره ذات لون بني خفيف منحن قليلاً، يبلغ طول القرن (13 سم)، وعرضه (2 سم)، وتحتوى القرون على 52.9% سكريات، ويكون الحمل غزيراً ومنتظماً، والقرون تنضج في أكتوبر.

شجرة قديمة زرعت في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط قبل نحو 4000 سنة وكان اليونانيون القدماء على معرفة بفوائدها واستعمالاتها

يعود الفضل في انتشار شجرة الخروب في إسبانيا وشمال إفريقيا إلى العرب ومن إسبانيا نقلها أحد المهاجرين الإسبان إلى المكسيك وأمريكا الجنوبية

تتميز الشجرة بقدرتها على تحمل الجفاف والبرد والرياح القوية وهي متواضعة في حاجاتها إلى النمو والإثمار وتعيش في الأراضي الصخرية الوعرة وفي التربة الرملية الفقيرة

4 - صفاقص Sfax: ينمو وينتشر في تونس، والقرون ذات لون بني مائل إلى الاحمرار، مستقيم أو منحن قليلاً، طوله (15 سم)، وعرضه (2.5 سم)، المحتوى من السكريات 56.6%، ومتوسط الحمل ومنتظم، وتنضج القرون في أغسطس وسبتمبر.

5 - سنتافي Santafe: الثمار ذات لون بني فاتح ملتفة غالباً أو منحنية قليلاً، طول القرن (18 - 20 سم)، وعرضه (2.5 سم)، ونسبة السكريات 47.5%، والأشجار ذات حمل منتظم ومحصول جيد، وتجود زراعتها في المناطق الساحلية، ولا تحتاج إلى ري منتظم، والقرون تنضج في أكتوبر.

تناول ثمار الخروب

تمضغ ثمار الخروب الجافة والغضة لمذاقها الحلو، ويصنع منها العديد من الأطعمة الشعبية والحلويات والأشربة اللذيذة، نذكر منها:

1 - المكيكا: وهي عبارة عن الحليب الطازج الفاتر مضافاً إليه عصير قرون الخروب الخضراء بعد دقها واستخلاص عصارتها مع التحريك، وهو شراب لذيذ.

2 - شراب الخروب: يكثر وجوده في شهر رمضان وخلال فصل الصيف كشراب منعش ولذيذ ومفيد. وتدق قرون الخروب الجافة أو تجرش أو تكسر بالكسارة ثم تنقع بالماء، وتغلى ثم تهرس لتنزل العصارة وتصفى بقطعة قماش، ويضاف إلى هذا الشراب قليل من ماء الزهر.

3 - الخبيصة: هي مهلبية الخروب، وتعتمد على استخراج ماء الخروب بعد نقعه وغليه وهرسه وتصفيته، ثم يضاف النشاء كما هو في عمل مهلبية الحليب.

4 - رب الخروب (دبس الخروب): مع موسم قطاف الزيتون، تُقطف ثمار الخروب، ثم تنشر في الشمس مدة يومين حيث تنخفض نسبة الرطوبة من 70 إلى 80% أو أقل، وتخزن الثمار بعد الجفاف في مكان جاف جيد التهوية، وتوضع على حوامل خشبية بحيث لا تلامس الأرض، وتطحن إلى قطع صغيرة جداً توضع في أكياس وتترك مدة تراوح بين أربعين وخمسين يوماً حتى يصبح الخروب أكثر حلاوة، وبعدها يصبح الخروب صالحاً للتدبيس.

القيمة الغذائية

يحتوي لب قرون الخروب على مواد غذائية عدّة من أهمها السكر بنسبة 55%، وبروتين عالي الجودة بنسبة 15%، ودهون بنسبة 6%، أمّا مسحوق البذور فيحتوي على 60% مواد بروتينية وكميات وافرة من الزيوت الخالية من الكولسترول.

ويوجد في ثمار الخروب فيتامينات عدة، وعناصر معدنية مهمة مثل: البوتاسيوم، والكالسيوم، والحديد، والفسفور، والمنغنيز، والباريوم، والنحاس، والنيكل، والمغنيزيوم.

يحتوي لب قرون الخروب على مواد غذائية مهمة وبروتين وكميات وافرة من الزيوت الخالية من الكولسترول كما تحتوي ثمار الخروب على فيتامينات وعناصر معدنية

وتخلو الثمار من حمض الأوكساليك الذي يحول دون امتصاص الكالسيوم والعناصر المعدنية الأخرى، وهذا من شأنه تسهيل عملية امتصاص الأمعاء لهذه المعادن والإفادة منها بشكل كبير.

القيمة الطبية للخروب

يحتوي لب ثمار وبذور الخروب على العديد من المواد الفاعلة، منها صمغ الخروب الذي يفيد في وقف الإسهال خصوصاً عند الأطفال، ولهذا تضيف الأمهات ملعقة من مسحوق الخروب إلى حليب الأطفال، وفي الوقت نفسه يمنع الإمساك، وذلك لقدرته على حفظ الماء في الأمعاء.

ولصمغ الخروب فوائد طبية أخرى منها: معادلة الحمضية أو القلوية في الأمعاء وامتصاص بعض السموم والعفن الموجودة فيها، وتثبيط نمو بعض الجراثيم.

ويستعمل لحاء شجرة الخروب في وقف النزيف، وذلك لاحتوائه على التانين القابض للأوعية الدموية.

الفوائد البيئية

تقوم جذور الخروب بتثبيت النتروجين في التربة مما يزيد في خصوبتها وحيويتها. وتشكل ثمار الخروب وأوراقه المتساقطة على الأرض سماداً بعد تحلله بفعل بكتيريا التربة. ونظراً لكثرة أغصان شجرة الخروب وكثافة أوراقها فإنها توفر بيئة مناسبة وآمنة لتعشيش الطيور، وتناسب تجاويف أشجار الخروب الكبيرة جحوراً ملائمة لاختباء بعض الحيوانات.

ولما كانت أشجار الخروب جميلة ودائمة الخضرة وتتحمل ظروفاً بيئية متباينة؛ فإنها تصلح لتزيين الطرقات والحدائق العامة، وهنالك فوائد أخرى عديدة مثل: ترطيب الجو وتنقية الهواء من الغبار وتخفيف سرعة الرياح.

استعمالات أخرى

يتميز خشب الخروب بالقوة والمتانة وسهولة الطلاء؛ ولهذا فهو مناسب لصنع أثاث المطابخ والأدوات والأواني الخشبية. ويعد الفحم المصنوع من أخشابها من أجود أنواع الفحم، وتستعمل البذور المحمصة بديلاً للقهوة أو للشوكولاته التي تدخل في صناعة الحلويات، أما مسحوق الخروب وبذوره فيستعمل في الكثير من الصناعات الغذائية كمادة منكهة ومكثفة للعصائر والكريمات بدلاً من البيض والنشاء. وتتميز جميع منتجات الخروب بخلوها من مواد تسبب الإدمان، وذلك لعدم احتوائها على الكافيين الموجود في القهوة أو الثيوبرومين الموجود في الكاكاو، وغيرها من المواد التي لا تخلو من الأضرار.

وتستخرج من قشور البذور مادة بلاستيكية تدخل في صناعة الأفلام السينمائية، كما يستعمل مسحوق الخروب في صناعة مستحضرات التجميل والمبيدات الحشرية.

ومما يذكر أن بذور شجرة الخروب تتشابه إلى حد كبير فيما بينها من حيث الشكل والوزن، وقد استعملت في الماضي كوحدة وزن (القيراط) من قبل تجار المجوهرات والأحجار الكريمة في مصر القديمة. ■

تخلو ثمار الخروب من حمض الأوكساليك الذي يحول دون امتصاص الكالسيوم والعناصر المعدنية الأخرى مما يسهل عملية امتصاص الأمعاء للمعادن المفيدة

يستخدم الخروب في كثير من العلاجات الطبية الشعبية ويساعد مرضى قرحة المعدة على الشفاء كما يستفاد منه في كثير من الأطعمة والحلويات المختلفة

مسائل في الرياضيات حُلَّت بعد قرون

د. أبو بكر خالد سعد الله *

تزخر الرياضيات بعدد كبير من المسائل التي لا نعرف حلها ولا الطريق المؤدي إليه، ومن تلك المسائل فئة تسمى المخمنات co-jectures، وهي في آخر المطاف تطرح في شكل سؤال ينبغي الإجابة عنه بنعم أو لا. وهذه المسائل غالباً ما ينشغل بها كبار العلماء ويدلون فيها بآرائهم من دون التمكن من

* المدرسة العليا للأساتذة – القبة، (الجزائر).

وتعرف الرياضيات أيضاً فئة من المسائل يطلق عليها اسم (المسائل المفتوحة)؛ تلك المسائل نجدها في الأبحاث، وتأتي في معظم الأحيان كأسئلة لم يستطع الباحثون الإجابة عنها. وهذه الأسئلة غالباً ما تكون منطلق أبحاث جديدة تثري موضوعات الرسائل الجامعية. ونشير إلى أن المنطق الذي ينتهجه جل الرياضيات مبني على ما يسمى بمبدأ (الثالث المرفوع)؛ بمعنى أنّ كل قضية رياضية تقبل واحداً من جوابين لا ثالث لهما: الجواب يكون بنعم أو لا.

وعلى الرغم من ذلك يوجد في المنطق الرياضي الموسع ما يعرف بـ(القضايا غير القابلة للبت) التي تتميز بالخاصية الآتية: إذا افترضتَ صحتها استطعت إثبات أنها خاطئة. والعكس بالعكس، إذا افترضت خطأها فإنك تصل إلى البرهان على صوابها. هذا ما يعقد كثيراً طرح المسائل في الرياضيات. وسنستعرض في هذا المقام ثلاثة نماذج شهيرة من المسائل البسيطة التي عرفتها الرياضيات ولم يتوصل العلماء إلى حلها إلا بعد قرون.

تقديم البرهان إلا بعد جهود مضنية تدوم عقوداً، بل قروناً. وأحياناً يكون التخمين بالإيجاب (هناك نحو 45 مخمنة تم حلها، وكان الجواب عنها بالإيجاب)، وأحياناً أخرى بالنفي (هناك نحو 15 مخمنة من هذا القبيل)، ولعل القارئ لا يدري أن ثمة ما يربو على 85 مخمنة شهيرة لم تحل بعد.

نظرية فيرما

فيرما

قضى الرياضيون نحو ثلاثة قرون ونصف القرن في محاولة لإيجاد حل لإحدى النتائج التي لا تُعَدّ ذات شأن للبشرية ولا لجمهور المهتمين بالرياضيات، فما الفائدة من إنفاق كل هذا الوقت «عبثاً»؟

تعرف هذه المسألة بنظرية فيرما Fermat (1601 - 1665) أو بـ(مخمنة فيرما). والواقع أنّها ظلت مخمنة (أي من دون برهان) منذ أن طرحها فيرما في منتصف القرن السابع عشر، ولم تصبح نظرية حتى أثبتها الإنكليزي أندريو وايلز عام 1995، وقد جاء هذا البرهان في 127 صفحة.

لم يكن فيرما أحد محترفي الرياضيات، بل كان يشغل بها أوقات فراغه باعتبارها هواية، لكن مواهبه في علوم الرياضيات تجاوزت مجال الأعداد الذي اشتهر به، وثمة سبب جاد يجعل فيرما لا يميل إلى كتابة براهينه: وهو أنه «أكثر الناس كسلا» - حسب اعترافه - ثم إنه كان منشغلاً بأموره المهنية الأخرى غير آبه بالكتابة في الرياضيات من أجل النشر.

فلعل ذلك هو السبب الذي جعله يكتب نص نظريته التي أرقت أجيال العلماء خلال قرون دون بلوغ برهانها.

ماذا تقول نظريته؟ يعرف تلاميذ المرحلة المتوسطة والثانوية نظرية فيثاغورس التي تنص على أن مجموع مربعي ضلعي الزاوية القائمة في مثلث قائم يساوي مربع الوتر؛ أي إن $أ^2 + ب^2 = جـ^2$.

تساءل فيرما: ماذا لو عوّضنا في المساواة السابقة 2 بأي عدد طبيعي آخر (ن)، وكانت أ، ب، جـ أعداداً طبيعية (أي 1، 2، 3، 4، 5،...)؟ هل تظل المساواة

في الرياضيات مسائل يطلق عليها اسم المسائل المفتوحة نجدها في الأبحاث وتأتي في معظم الأحيان كأسئلة لم يستطع الباحثون الإجابة عنها

قضى الرياضيون نحو ثلاثة قرون ونصف القرن في محاولة لإيجاد حل لنظرية فيرما التي لا تُعَدّ ذات شأن للبشرية ولا للمهتمين بالرياضيات

توصل الرياضيون بعد جهد جماعي دام 124 سنة إلى البرهان على مسألة الألوان الأربعة التي تتساءل عما إذا كان بالإمكان تلوين أي خريطة جغرافية بأربعة ألوان شريطة عدم تلوين بلدين متجاورين باللون نفسه

صحيحة؟ بعبارة أخرى، هل توجد أعداد طبيعية أ، ب، جـ، ن بحيث تتحقق المساواة أ^{ن} + ب ^{ن} = جـ ^{ن}؟ أجاب فيرما عن هذا السؤال بالنفي عندما يكون ن أكبر من 2 والأعداد الأخرى غير منعدمة. وقد تبيّن في آخر المطاف أنه على حق!

والطريف أن فيرما ادعى أنه وجد آنذاك الحل، لكن المكان في سجله لم يكفه لتدوينه.

والواقع اليوم يقول إنه ربما كان واثقاً في برهانه على هذه النظرية، لكن عمق وحجم الأعمال التي تمت خلال قرون من قبل كبار علماء الرياضيات لتتوّج أعمالهم عام 1995 ببرهان جاء في عدد كامل من مجلة (حوليات الرياضيات Annals of Mathematics) وهي أرقى مجلة في الرياضيات، حيث يبيّن أن صحة برهان فيرما (وجد أو لم يوجد) أمر مستبعد جداً. وإليك في هذا السياق ترجمة النص الذي كتبه فيرما باللاتينية، نحو سنة 1637، على هامش كتاب أعمال ديوفنتسDiophantus (القرن الرابع): «لا يمكن أن نقسم مكعباً إلى مكعبين ولا مربع مربع إلى مجموع مربعي مربعين، وبصفة عامة، لا يمكن أن نقسم قوة كيفية ذات أس أكبر من 2 إلى قوتين من الأس نفسه. لقد اكتشفت برهاناً رائعاً لهذه القضية لكن الهامش لا يسعه».

اللافت في البرهان المقدم لمسألة الألوان الأربعة أنه أثار الكثير من الجدل لأنه أساء إساءة غير مسبوقة لمفهوم البرهان الرياضي ذاته بسبب الإفراط في استخدام الحاسوب

وحتى يقتنع القارئ بعمق البرهان والمخاض العسير الذي واكبه خلال قرون نورد هنا أسماء عدد من كبار العلماء الذين سجلت أعمالهم تقدماً نحو الجواب النهائي عن مسألة فيرما: السويسري أولر (1707 - 1783)، الفرنسيان لاغرانج (1736 - 1813) ولوجندر (1752 - 1833)، الألماني غاوس (1777 - 1855)، النرويجي آبل (1802 - 1829)، الألماني ديرخليت (1805 - 1859)، الفرنسي لامي (1795 - 1870)، الألماني كومار (1810 - 1893)، الأمريكيان موردیل (1888 - 1972)، وفنديفر (1882 - 1973)، الألماني غرد فالتينغ (1954).

ومن المعلوم أن البراهين المقدمة كانت تزداد تعقيداً بمرور الزمن. كما كانت تستعمل أدوات رياضية لم تكن موجودة في عهد فيرما ولا بعده، وإنما وجدت بعد الستينيات من القرن العشرين.

ولعل إلقاء نظرة على مراجع ويلز في برهانه على النظرية يوضح ذلك. فقد أحال إلى 84 مرجعاً، صدر منها 21 مرجعاً خلال التسعينيات من القرن العشرين، و33 مرجعاً خلال الثمانينيات، و23 مرجعاً خلال السبعينيات، و5 مراجع خلال الستينيات، ومرجع واحد عام 1901.

مسألة جغرافية

المسألة الشهيرة الثانية التي نقدمها في هذا السياق مسألة طال عمرها عرفت بـ«مسألة الألوان الأربعة». وهي مسألة تتساءل عما إذا كان بالإمكان تلوين أي خريطة جغرافية بأربعة ألوان، لا أكثر، شريطة ألا نلوّن بلدين متجاورين باللون نفسه؟ كان الجغرافيون وعلماء الخرائط يعتبرون هذه المسألة «التافهة» محلولة منذ عهد بعيد؛ لأنهم لم يحتاجوا في تلوينهم إلى طرح هذا السؤال. لكن الرياضيين لم يكتفوا بما تثبته التجربة وراحوا يبحثون عن برهان رياضي متين يؤكد الرأي السائد.

وهكذا توصلوا بعد جهد جماعي مكثّف، دام 124 سنة، إلى البرهان الذي سعوا إليه.

فرنسيس غوثري

واللافت في البرهان المقدم أنه أثار الكثير من الجدل؛ لأنه أساء إساءة غير مسبوقة لمفهوم البرهان الرياضي ذاته بسبب الإفراط في استخدام الحاسوب.

كيف طرحت المسألة؟ كان فرنسيس غوثري طالباً في قسم الرياضيات بجامعة بريطانية خلال منتصف القرن التاسع عشر، ثم انتقل ليعمل أستاذاً في جامعة بجنوب إفريقيا. وفي أكتوبر 1852 بعث فرنسيس رسالة إلى أخيه فريدريك الذي كان يدْرس آنذاك الفيزياء في الجامعة نفسها التي تخرّج منها. وفي هذه الرسالة طرح فرنسيس

ظل الرياضيون يبحثون أكثر من أربعة قرون ليبرهنوا على قضية تنص على أن ما يقوم به بائع البرتقال عندما يريد ترتيب برتقاله للزبائن أو في الصناديق هي أفضل طريقة تجعله يكسب أوسع حجم ممكن

مسألة هندسية ونفس الرياضيين الطويل

هل يعلم بائع البرتقال مثلاً أن الرياضيين ظلوا يبحثون أكثر من أربعة قرون ليبرهنوا على قضية «تافهة» تنص على أن ما يقوم به هذا البائع عندما يريد ترتيب برتقاله أمام الزبائن أو في الصناديق هي أفضل طريقة تجعله يكسب أوسع حجم ممكن؟!

إنها مخمّنة كبلر (1571 - 1630) التي طرحها عام 1611 ولم يتم البرهان على صحتها إلا عام 1998 من قبل الرياضي الأمريكي تومس هالس الأستاذ في جامعة بيتسبورغ، وحتى إن علم بائع البرتقال بهذا الأمر فكيف يستطيع الباحث هالس توصيل برهانه إليه؟

قلنا إن البرهان على هذه النظرية بلغ منتهاه عام 1998، وكان هالس قد قدم في تلك السنة البرهان إلى مجلة (حوليات الرياضيات) في 300 صفحة. لكن ظل هناك من يشكك في هذا البرهان، ذلك أن حاله كحال مسألة الألوان الأربعة إذ استخدم البرهان الحاسوب بصورة مفرطة ليس من اليسير التأكد من صحة حساباته يدوياً.

كانت المجلة قد شكلت آنذاك فريقاً يضم 12 عالماً في الرياضيات للتأكد من البرهان المقدم، وظل الفريق يجري التحقيقات في خطوات البرهان خلال أربع سنوات، وكانت نتيجة التقرير أن البرهان لا شك صحيح بنسبة 99%، ولم يستطع الباحثون أداء مهمتهم على أحسن وجه تاركين نسبة 1% قد يتسرب منها خطأ يسقط البرهان برمته!! هذا الأمر أزعج صاحب البرهان فعكف على أن يقيّم البرهان على ذلك بنفسه بدءاً من عام 2003.

وهكذا تكوّن فريق ثان وابتدعت برمجيات معلوماتية بإمكانها مساعدة المحققين في هذه المهمة. وفي يوم العاشر من أغسطس 2014 ذكر الفريق أن البرهان الكامل لمسألة كبلر انتهى، مؤكداً بذلك البرهان المقدم عام 1998!.

فمن يتجرأ ويقول بعد كل هذا إن الرياضيين ليس لهم نفس طويل؟!

مسألة الألوان الأربعة، التي خطرت بباله عندما كان يلوّن خريطة أقاليم إنكلترا ومقاطعاتها. لكن فردريك لم يتمكّن من حل المسألة، لذا توجّه بالسؤال إلى أستاذ شهير يدعى أغستين دي مرغان (1806 - 1871).

بحث مرغان في الموضوع واعتقد أنه أثبت نتيجة تقول إنه لا لزوم لخمسة ألوان لتلوين الخرائط، مستخلصاً أنه أتى على برهان نظرية الألوان الأربعة. لكنه سرعان ما تدارك خطأه وطرح المسألة على زملائه، واستعصى الحل، وتداول على هذه المسألة البسيطة عشرات - بل مئات - الرياضيين المحترفين والهواة، إلى أن حلّت عام 1976.

كانت فكرة البرهان، منذ البداية، تتمحور حول ما يسمى في الرياضيات بـ«البرهان بالخلف» (الذي يعني الانطلاق من نفي صحة النتيجة التي نريد إثباتها والتوصل إلى تناقض، فيتم بذلك البرهان على صحة النتيجة). إننا نعلم أن خمسة ألوان تكفي لتلوين أي خريطة. ونحن نريد إثبات النتيجة الآتية: إن أربعة ألوان تكفي لتلوين أي خريطة. يفترض البرهان بالخلف عكس هذه النتيجة، فينطلق من حتمية استخدام خمسة ألوان لتلوين الخرائط. ويواصل تبعاً للخطوات التي رسمها المحامي والرياضي ألفرد براي كامب (1849-1922) في مقال له نشر عام 1879.

والفكرة الأساسية في البرهان تعتمد على «تبسيط» الخرائط. ونجح كامب في تبسيط الخرائط إلا في حالة واحدة، وهي حالة وجود بلد تحيط به خمسة بلدان؛ فالحجة التي قدمها كامب كانت واهية، وانتبه إلى ذلك الرياضي بيرسي جون هيوود (1861 - 1955). تلك هي الحالة الوحيدة التي ظلت عالقة حتى عام 1976.

والجدير بالملاحظة أن برهان 1976 تمثّل في تصحيح خطأ كامب، وتطلب ذلك معالجة نحو 1500 خريطة. وعندما نقول هنا «خريطة» فليس المقصود منها خريطة لبلد حقيقي وإنما خريطة وهمية يمكن أن يكون لها أي شكل هندسي.

ومن الأسماء البارزة التي أضافت لبنات -بعد مقال كامب- حتى بلغ الحل منتهاه نذكر البريطاني كيلي (1821 - 1895)، والأمريكي ستوري (1850 - 1930)، والبريطاني تايت (1831 - 1901)، والدنماركي (1839 - 1910)، والأمريكيين فيبلن (1880 - 1960)، وجورج بيركوف (1884 - 1944)، والإنكليزي رينولدس (1842 - 1912)، والنمساوي (الأصل) غودل (1906 - 1978).. والقائمة تطول.

بيرسي جون هيوود

وفي 1972 شرع الرياضيان كنيت آبل وولفغنغ هاكن، الأستاذان في جامعة إلينويز الأمريكية بالعمل معا. وهما صاحبا البرهان النهائي الذي قُدِّم عام 1976. وكانا متأكديْن أنه لا مناص من استعمال الحاسوب في معالجة هذه المسألة الشائكة.

وفي أواخر 1975 قطع آبل وهاكن شوطاً كبيراً في برهانهما، حين التحق بهما أحد الطلبة، وهو جون كوتش Koch. وفي منتصف 1976، أنهى آبل وهاكن البرهان على أن أربعة ألوان تكفي لتلوين أي خريطة، وتحقق الحلم الذي راودهما خلال أربع سنوات، كما راود غيرهما من ألمع الرياضيين طوال 124 سنة. ■

كانت فكرة برهان مسألة «الألوان الأربعة» تتمحور حول ما يسمى في الرياضيات بـ«البرهان بالخلف» الذي يعني الانطلاق من نفي صحة النتيجة التي نريد إثباتها والتوصل إلى تناقض فيتم بذلك البرهان على صحة النتيجة

تزخر الرياضيات بعدد كبير من المسائل التي لا نعرف حلها ولا الطريق المؤدي إليه ومن تلك المسائل فئة تسمى المخمنات

مركبات الديوكسين والفيوران

خطر يهدد البيئة لسنوات طويلة مقبلة

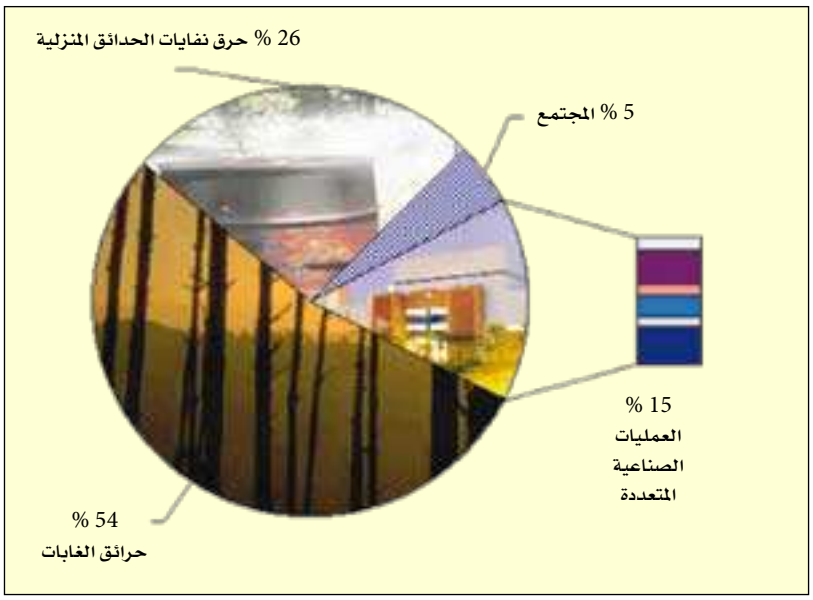
د. مروان الدمشقي *

تعتبر مركبات الديوكسين والفيوران من الملوثات العضوية الثابتة التي تبقى لسنين طويلة في البيئة، وهي ضمن قائمة الملوثات التي نصت عليها اتفاقية استوكهولم (الملحق C) للملوثات العضوية الثابتة. وهذه المركبات لا يتم إنتاجها صناعياً، لكنها تتشكل عن غير قصد على شكل نواتج ثانوية أثناء تصنيع بعض المركبات العضوية الكلورية، أو أثناء عمليات الاحتراق المختلفة. ويعود الانتشار والتوزع الكبير لهذه المركبات في البيئة إلى تاريخ البدء بإنتاج مركبات الكلور العضوية (مثل المبيدات الكلورية العضوية) بصورة كبيرة في بداية الثلاثينيات من القرن العشرين. ويقدر الباحثون أن الكميات التي تطلق عالمياً من الديوكسين إلى البيئة في العام الواحد تراوح بين 1800 – 3000 كغ في العام.

يطلق اسم الديوكسينات – Dioxins على 75 مركباً من مركبات ثنائي بنزو-بارا-الديوكسين المتعددة الكلورة، و135 مركباً من مركبات ثنائي بنزو الفيوران المتعددة الكلورة.

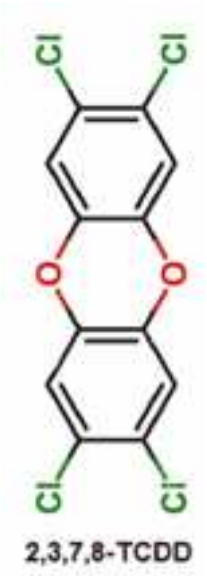
ويعتبر مركب رباعي كلوروثنائي بنزو الديوكسين (2،3،7،8-TCDD) من أكثر المركبات سمية من بين طائفتي مركبات الديوكسين والفوران.

* المستشار البيئي لنظام معلومات الرقابة البيئية لدولة الكويت (eMISK)، الهيئة العامة للبيئة، (الكويت).



انبعاثات الديوكسينات من مختلف المصادر في الولايات المتحدة بما فيها حرائق الغابات

مركبات الديوكسين والفيوران (وخاصة ذات عدد ذرات الكلور العالي) ذات ضغط بخار منخفض وضعيفة الانحلالية في الماء وتتمتع بانحلالية عالية في المحلات العضوية، أي إنها قابلة للتراكم في الدهون والشحوم، ومن ثم فهي قليلاً ما توجد في المياه، وقليلاً ما تتحرك ضمن التربة، وهي «تُدمصْ» بقوة على الجسيمات والسطوح، أي إنها تتراكم في الطبقة السطحية من التربة والرسوبيات القاعية، وتصبح متوافرة للنبات والحيوان. وتتراكم المركبات بتراكيز محسوسة في الخلايا الدهنية للإنسان والحيوان.



2,3,7,8-TCDD

لا يتم إنتاجها صناعياً وتتشكل عن غير قصد على شكل نواتج ثانوية أثناء تصنيع بعض المركبات العضوية الكلورية أو أثناء عمليات الاحتراق المختلفة

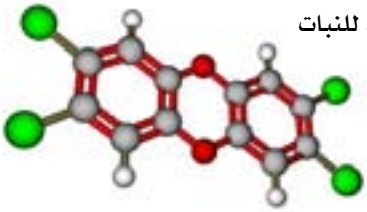
آليات تشكل المركبات

هناك عدة آليات لتشكل مركبات الديوكسينات والفيوران أثناء عمليات الاحتراق، وهي:

أ. قد توجد المركبات أصلاً في المواد الداخلة في عملية الاحتراق، (مثل النفايات البلدية التي قد تحتوي على مقدار ضئيل من الديوكسينات 6-50 ng/Kg)، ومن ثم يمكن ألا تحترق هذه المركبات بصورة كاملة، وقد تنجو من عملية التحطيم الحراري، أو يمكن أن يعاد تشكيلها أثناء عملية الاحتراق.

ب. يمكن أن تتشكل المركبات أثناء عملية الاحتراق بدءاً من مركبات شبيهة بها، مثل مركبات ثنائي الفينيل المتعدد الكلور PCBs، ومركبات كلور الفينول وكلور البنزن.

ج. قد تتشكل المركبات أثناء عمليات الاحتراق عن طريق ما يسمى بآلية دي نوفو، وذلك لدى احتراق مركبات كلورية غير شبيهة (مثل: بولي فينيل كلورايد ومركبات الكربون الكلورية)، أو لدى احتراق مركبات عضوية غير كلورية مثل: بولي ستيرين والسيليلوز والليغنين والفحم، وبوجود مركبات أخرى مانحة للكلور.



إن الاحتمالات الثلاثة السابقة يمكن أن تحدث أثناء عمليات الاحتراق، لكن تشير نتائج التجارب والبحوث إلى أن الاحتمالين «ب» و «ج» هما الأغلب في تشكل مركبات الديوكسين والفيوران، ويعود السبب في ذلك إلى أن تقنيات الحرق الحديثة والحرارة العالية يمكن أن تحطم مركبات الديوكسين

والفيوران التي كانت موجودة أصلاً في المواد الداخلة في عملية الاحتراق. من أهم الآليات في تشكيل مركبات الديوكسين والفيوران هي عندما تنتقل نواتج الاحتراق من منطقة الحرارة العالية إلى منطقة التبريد (250 – 450 C°). ومن أهم المناطق التي يمكن أن تتشكل فيها هذه المركبات هي المبادلات الحرارية وأجهزة معالجة الغبار والمرسبات الكهربائية.

عوامل مؤثرة

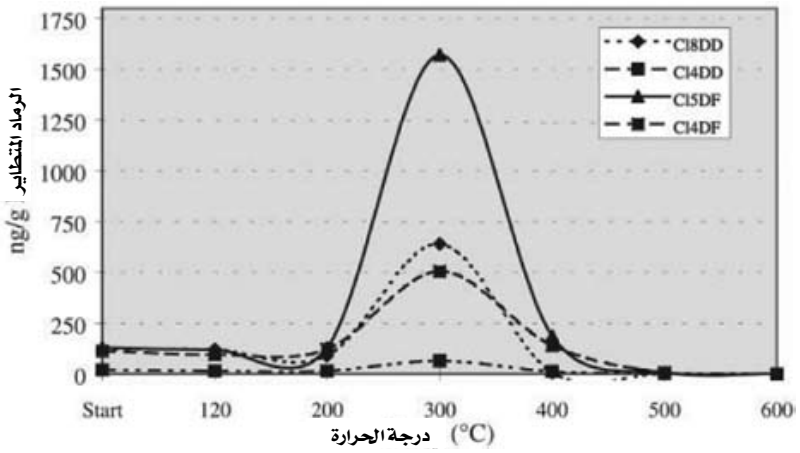
هناك عوامل عديدة يمكن أن تؤدي دوراً مهماً في آلية تشكل مركبات الديوكسين والفيوران، مثل رماد الاحتراق المتطاير ومحتواه من الكربون العضوي والأملاح الكلورية للمعادن التي يمكن أن تؤدي دوراً وسيطاً، إضافة إلى عوامل أخرى مثل الأكسجين وبخار الماء ودرجة الحرارة ووجود الكلور أومركبات مانحة له.

وهناك دلائل كافية على أن مركبات الديوكسين والفيوران يمكن أن تتشكل نتيجة تفاعلات متجانسة تحدث في الطور الغازي، أو نتيجة تفاعلات غير متجانسة تحدث على سطوح الجسيمات الصلبة، وعلى السطوح المعدنية.

درجة الحرارة: تؤدي الحرارة دوراً مهماً في تشكل أو تحطيم مركبات الديوكسين والفيوران، حيث تشير بعض التجارب في درجات الحرارة العالية إلى أن مركبات أولية شبيهة من طائفة مركبات ثنائي الفينيل المتعدد الكلور PCBs (مثل: خماسي كلور ثنائي الفينيل) يمكن أن تبقى ثابتة حتى الدرجة 700 درجة سيلزية، ومع زيادة درجة الحرارة لوحظ انخفاض في تركيز مركب PCB وزيادة في تشكل مركبات الفيوران عند الدرجة 750 سيلزية، ولدى متابعة زيادة درجة الحرارة لوحظ تحطم مركبات الفيوران التي تشكلت حديثاً. ولدى دراسة التفاعلات غير المتجانسة على الرماد المتطاير أظهرت بعض التجارب وجود نافذة حرارية 280 – 320 درجة سيلزية مناسبة لتشكل مركبات الديوكسين والفيوران. وتعتبر هذه الآلية من أهم الآليات في تشكيل مركبات الديوكسين والفيوران عندما تنتقل نواتج الاحتراق من منطقة الحرارة العالية إلى منطقة التبريد، كما هي الحال في المبادلات الحرارية وأجهزة معالجة الغبار والمرسبات الكهربائية.

وجود المركبات الشبيهة بالديوكسينات:

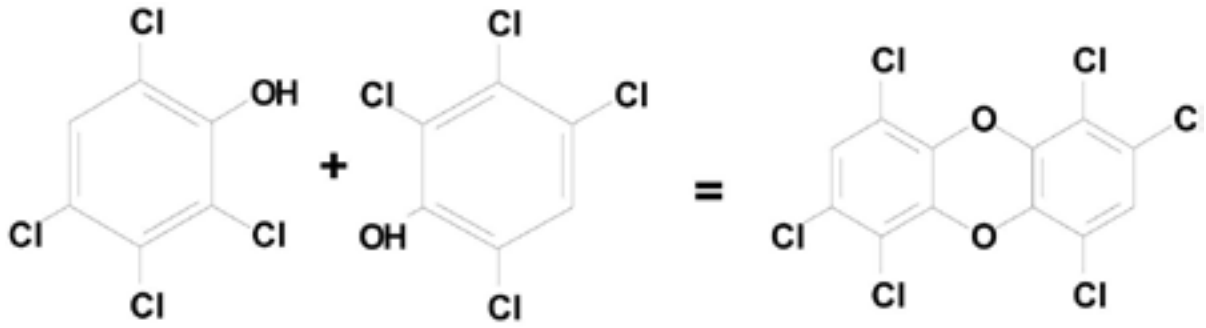
أظهرت بعض التجارب أن مركب خماسي كلور الفينول يمكن أن يشكل مادة أولية جيدة لتشكيل مركبات الديوكسين لدى تكاثفه على الرماد المتطاير بدرجة حرارة تراوح بين 250 – 350 درجة سيلزية، وأن



النافذة الحرارية (280–320) التي تساعد في تشكيل بعض مركبات الديوكسين والفيوران على الرماد المتطاير

مركبات ذات ضغط بخار منخفض وضعيفة الانحلالية في الماء وتتمتع بانحلالية عالية في المُحلات العضوية ومن ثم فهي قليلاً ما توجد في المياه وقليلاً ما تتحرك ضمن التربة

يتعرض الإنسان لمركبات الديوكسين والفيوران بصورة مباشرة من خلال استنشاق الهواء أو من خلال الجلد كما يمكن أن يتعرض الإنسان بصورة غير مباشرة من خلال الطعام



2،3،4،6- tetrachlorophenol

1،3،4،6،8،9-hexachlorodibenzodioxin

المكونات المعدنية للرماد يمكن أن تؤدي دور الوسيط في تفاعلات التشكيل هذه. وبينت تجارب أخرى أنه يمكن أن تدمص جزيئتان من مركب رباعي كلور الفينول على سطح الرماد وتندمجان لتشكيل مركب ديوكسين.

نسبة الكبريت إلى الكلور: إن احتراق الوقود مثل الفحم يولد تراكيز أدنى من مركبات الديوكسين والفيوران مقارنة بحرق النفايات الصلبة المدنية. في عام 1986 وضع العالم (غريفين) فرضية لتوضيح تشكل مركبات الديوكسين والفيوران كنتيجة لنسبة الكبريت إلى الكلور S/Cl في المواد الداخلة في عملية الاحتراق.

نسبة الأكسجين والمعادن والكلور: بينت التجارب المختبرية والميدانية أن زيادة تركيز الأكسجين من 0 إلى 10% أدت إلى زيادة في تشكل مركبات الديوكسين والفيوران.

إن وجود زيادة في تركيز الأكسجين سيدفع أحد التفاعلات باتجاه تشكيل الكلور الجزيئي، ومن ثم تشكيل مركبات الكلور العضوية. ولدى اختبار كفاءة المعادن في أداء دور الوسيط أو الحفاز في عملية تشكل مركبات PCDD/PCDF، وجد أن النحاس كان من أفضل المعادن، وفي معظم الاختبارات كان يضاف النحاس أو السيليس أو بعض المعادن الأخرى على شكل بودرة من أملاح المعدن.

ومن المعروف أن تفاعلات الكلورة للهدروكربونات الحلقية العطرية تحدث بوجود الكلور الجزيئي، وأن تفاعلات الاستبدال هذه (استبدال الهدروجين بالكلور) تحدث في الطور الغازي المتجانس أو حتى في الطور غير المتجانس على سطوح الرماد. كما يمكن لجزيء غاز كلور الهدروجين أن يقوم بعملية الكلورة هذه في حرارة 250 درجة سيلزية لبعض المركبات العضوية المدمصة على الرماد، لكن وجد أن غاز الكلور الجزيئي كان أقوى بمقدار 4 مرات من غاز كلور الهدروجين في كلورة هذه المركبات.

خواص كيميائية وفيزيائية

تم التعرف إلى معظم مماكبات (متماثرات، 210) الديوكسين والفيوران في نواتج عمليات الاحتراق ونواتج العمليات الصناعية، وهي موجودة كمزيج في الأوساط البيئية (مثل: التربة والرسوبيات والهواء والنباتات والحيوانات). وتتمتع مركبات الديوكسين والفيوران بالخواص الكيميائية والفيزيائية الآتية: ضغط بخار منخفض - انحلالية قليلة في الماء - ألفة عالية للدهون - ثباتية كيميائية وحرارية - بطء التفكك حيوياً - قابلية عالية للتراكم الحيوي في الأنسجة الحيوية والخلايا الدهنية.

الانتقال في البيئة

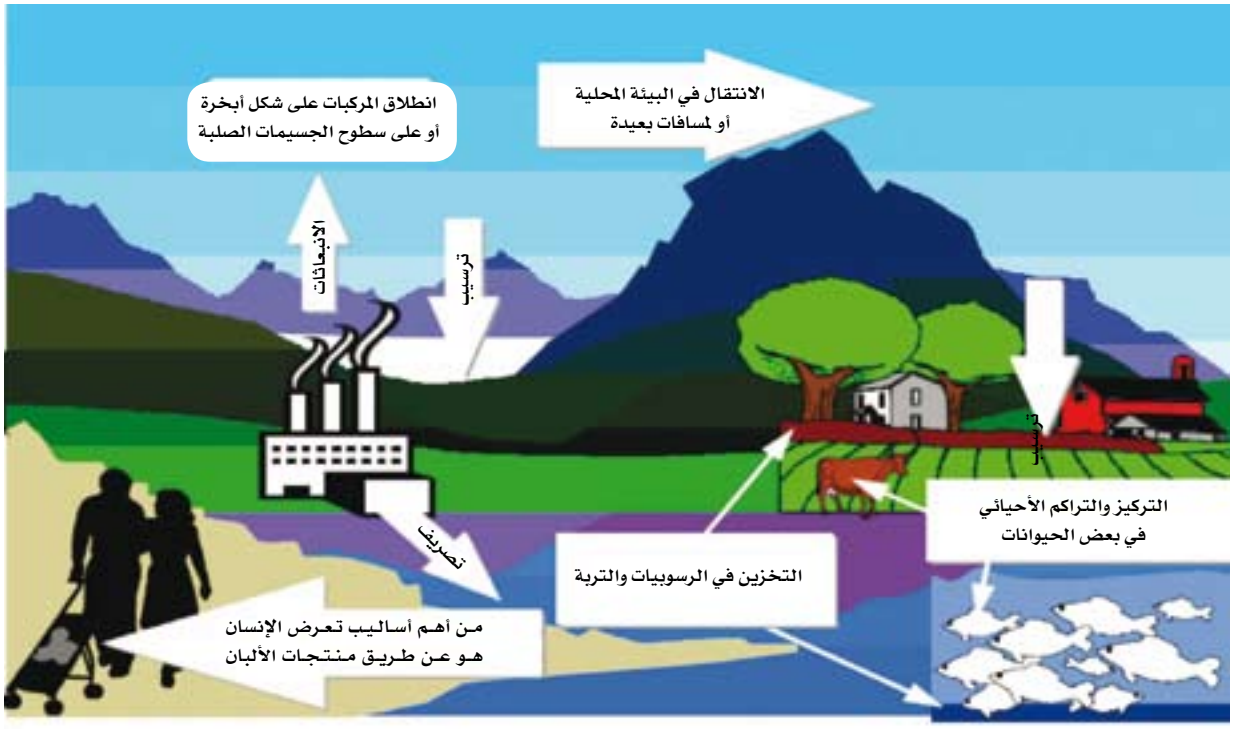
تنبعث مركبات الديوكسين والفيوران من مصادرها إلى البيئة الهوائية والمائية والبرية، ويمكن أن يحمل الهواء هذه المركبات المنبعثة من مصادر الاحتراق والصناعة إلى مسافات بعيدة عن مصادرها قبل أن تترسب فوق المياه والتربة. وقد يراوح تركيز هذه المركبات أثناء انتقالها في الهواء بين 1-10 pg/m^3. ويوضح الشكل أدناه مسارات انتقال الديوكسينات في الأوساط البيئية:

إن مركبات الديوكسين والفيوران التي تحتوي على عدد قليل من ذرات الكلور (من 1 إلى 3) تكون موجودة عادة في الهواء على شكل بخار مما يجعلها أكثر عرضةً لعمليات التفكك الضوئي والتفاعلات الكيماضوئية مع جذور الهدروكسيل (OH) والأوزون (O_3)، في حين نجد أن مركبات الديوكسين والفيوران التي تحتوي على عدد ذرات كبير من الكلور (4 – 8) تكون عادة مُدمصة على جزيئات الغبار والعوالق الهوائية أثناء انتقالها في الهواء، مما يجعلها أقل عرضة للتفاعلات التي تؤدي إلى تفككها أو تحولها. ومن ثم تكون الترسبات النهائية للمركبات غنية أكثر بالمركبات الحاوية على عدد أكبر من ذرات الكلور (والتي تعتبر أكثر سُمية).

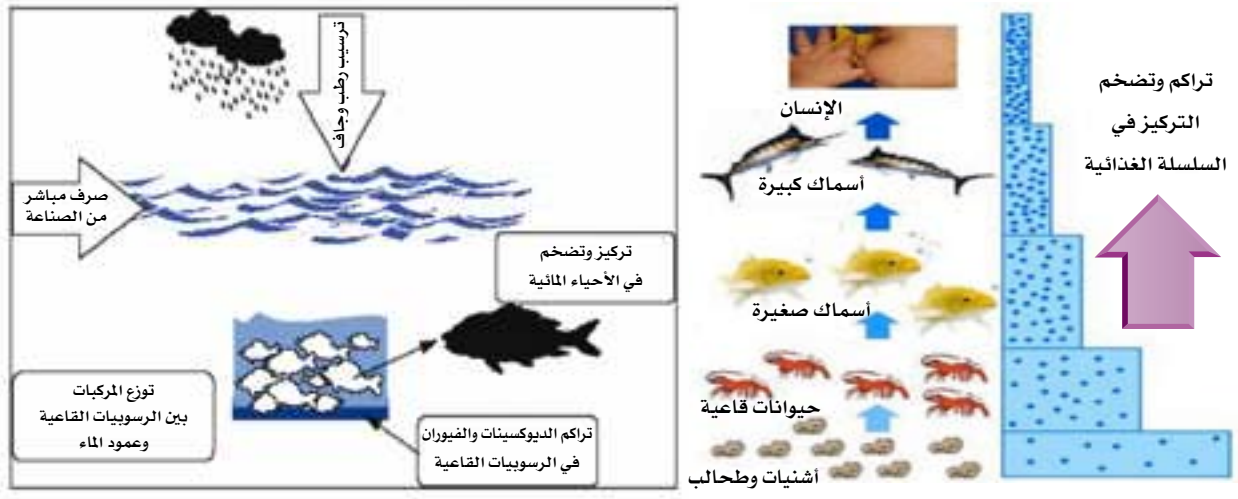
إن عمليات الترسب النهائية لكلا الطورين (الغازي والصلب) لمركبات الديوكسين والفيوران من الهواء تلوث التربة والمياه والنباتات والرسوبيات القاعية (في البحار والأنهار)، وتعتبر بذلك المدخل الرئيسي إلى السلسلة الغذائية.

وبسبب الانحلالية الضعيفة وضغط البخار المنخفض لمركبات الديوكسين والفيوران، تميل هذه المركبات أثناء وجودها في البيئة المائية إلى البقاء في الرسوبيات القاعية، وهو مكان يعتبر مخزناً كبيراً لها. ويقدر نصف العمر لمركب 2.3.7.8-TCDD في الرسوبيات بين 10-12 سنة.

تتراكم مركبات الديوكسين والفيوران في جسم الإنسان بصفة رئيسية في الشحوم والدهون ونظراً لعدم قابلية استقلابها الحيوي ومعدلات طرحها البطيئة خارج الجسم ربما تظل فيه 50 عاماً



مصير وانتقال الديوكسينات في البيئة



ويبين الشكل أعلاه (في اليسار) ترسب وانتقال ومصير الديوكسينات في البيئة المائية:

وبالتالي تتركز هذه المركبات من المياه إلى الرسوبيات القاعية (في الأنهار والبحار) والهوائم النباتية والحيوانية وفي النباتات والحيوانات المائية، ويأخذ التركيز بالتضخم في هرم السلسلة الغذائية كما هو مبين في الشكل في الأعلى (في اليمين).

إن التعرض الرئيسي (90%) للإنسان لمركبات الديوكسين والفيوران يتم من خلال الغذاء، وبصورة رئيسية عن طريق تناول اللحوم والأسماك والبيض ومشتقات الألبان.

تتراكم مركبات الديوكسين والفيوران في جسم الإنسان بصورة رئيسية في الشحوم والدهون. ونظراً لثباتية هذه المركبات وعدم قابلية استقلابها الحيوي ومعدلات طرحها البطيئة خارج الجسم، يمكن أن تبقى في جسم الإنسان حتى 50 عاماً.

تنصح منظمة الصحة العالمية بألا تتجاوز الكمية التي تدخل إلى جسم الإنسان يومياً من هذا المركبات عن طريق الغذاء القيمة (1 – 4 بيكوغرام لكل كغ) من جسم الانسان في اليوم.

أهم مصادر مركبات الديوكسين والفوران

1 – عمليات الاحتراق: تنتج مركبات الديوكسين والفيوران عن مختلف عمليات احتراق الكتلة العضوية والوقود الأحفوري، ويتضمن ذلك عمليات الاحتراق الآتية: النفايات، الإطارات، الأخشاب، الفحم والفيول، الوقود في وسائط النقل، مصادر الاحتراق السكنية، دخان السجائر.

2 – العمليات الصناعية: يمكن أن تنتج مركبات الديوكسين والفيوران عن بعض العمليات الصناعية مثل: حرق النفايات الخطرة في أفران الأسمنت، مجابل خلط الإسفلت، عمليات إعادة تنشيط الوسيط في الصناعات النفطية، عمليات صهر المعادن وتنقيتها، عمليات الكلورة في معامل إنتاج عجينة الورق، تنقية الزيوت المستعملة، الصناعات النسيجية.. وغيرها من العمليات الصناعية مثل تصنيع المبيدات الكلورية العضوية.

3 – المصادر الطبيعية: يمكن أن تنتج مركبات الديوكسين والفيوران عن حرائق الغابات والبراكين.

صور لرئيس أوكرانيا السابق فيكتور يوشينكو قبل وبعد حادثة التسمم عام 2004

طرائق تعرض الإنسان

يمكن أن يتعرض الإنسان لمركبات الديوكسين والفيوران بصورة مباشرة من خلال استنشاق الهواء والعوالق الحاوية على مركبات الديوكسين والفيوران أو من خلال الجلد.

كما يمكن أن يتعرض الإنسان بصورة غير مباشرة من خلال تناول الطعام الملوث بمركبات الديوكسين والفيوران. والتعرض أثناء العمل (التعرض المهني) يمكن أن يحدث أيضاً في بعض الصناعات، مثل صناعة المبيدات العضوية الكلورية وصناعة زيوت ثنائي الفينيل المتعدد الكلور.

ومن أشهر كوارث التعرض لمركبات الديوكسين حادثة سيفيسو التي وقعت عام 1976 في مدينة سيفيسو قرب ميلان شمالي إيطاليا، حيث انطلقت غمامة بارتفاع 50 متراً في السماء لمواد كيميائية (نحو 3000 كغ) من أحد المصانع الكيميائية، وكانت تحتوي على مواد سامة مثل ثلاثي كلور الفينول الذي يستخدم في صناعة مبيدات الأعشاب، كما كانت تحتوي على نحو 20 كغ من رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين الذي يمكن أن يتشكل كمنتج ثانوي أثناء تصنيع ثلاثي كلور الفينول.

ويعتقد أن نحو 37 ألف شخص تعرضوا لهذا الحادث وأن نحو 4% من الحيوانات المحلية ماتت، وأن نحو 80 ألف حيوان تم التخلص منها لمنع انتشار الديوكسين والمواد السامة الأخرى في السلسلة الغذائية.

ومن أشهر الحوادث الفردية للتسمم بمركبات الديوكسين حادثة تسمم رئيس أوكرانيا السابق فيكتور يوشينكو عام 2004 (الصورة أعلاه) حيث تم تسميمه بمركب رباعي كلور ثنائي بنزو الديوكسين، وأشارت نتائج التحاليل إلى وصول تركيز الديوكسين إلى مستويات عالية جداً، أعلى بنحو 50 ألف مرة عن التراكيز التي يمكن أن توجد لدى عامة الناس. ■

من أشهر كوارث التعرض لمركبات الديوكسين حادثة سيفيسو عام 1976 في مدينة سيفيسو الإيطالية حيث انطلقت غمامة كيميائية بارتفاع 50 متراً في السماء من أحد المصانع

أسئلة وألغاز حيَّرت العُلماء والباحثين

م. ربى حسين سباهي *

ثمة تجارب وبحوث بدأ بها العلماء والباحثون منذ عقود من الزمن ومازالت محطّ اهتمامهم، لاسيما أنها تجيب عن عدد من الأسئلة التي حيرت العلماء والباحثين طوال قرون عدة. وبعض هذه البحوث حقق الغاية المرجوّة منه، وبعضها الآخر مازال يحظى باهتمام العلماء الذين يدأبون على إجراء التجارب العلمية للإجابة عن تلك الأسئلة والألغاز التي حيّرت العالم. وثمة عدد من هذه الأسئلة والألغاز الكثيرة جداً يسعى كتاب (مديح الأسئلة الصعبة.. ألغاز العلم المحيرة) الذي ترجمه الدكتور عبدالله الحاج، وصدر عن (مجلة

* كاتبة علمية، (سوريا).

ونحن نشعر بالسّعادة لكلّ ما يأتي به العلم من كشف جديد يميط اللثام عن حقيقة من حقائق هذا الكون، وإذا أردنا رصد كل ما يأتي به العلم كلّ يوم من اختراعات أو اكتشافات في شتى مجالات العلم والمعرفة، فإننا سنحتاج إلى عدد ضخم جداً من المعلومات التي لا تتوقّف، وتأتي من كلّ حدب وصوب. لكن هل استطاع العلم التوصل إلى جميع الحقائق؟ أو هل استطاع العلم أن يُجيب عن كلّ مسألة؟ أو بصيغة أخرى: ما حدود العلم حالياً؟

إنَّ القضايا الغامضة توفر للعلم الإثارة وتدلّ على الطريق، فالفجوات على طريق المعرفة العلميّة لا تعتبر عثرات بل يجب اعتبارها كفرص يجب أن تُستغَل. وقد عبَّر عن ذلك الدكتور ديفيد غروس الحاصل على جائزة نوبّل عام 2004 قائلاً: الأسئلة الأساسيّة هي علامات إرشاديّة، إنّها مُحفّزة للبشَر، وإنّ إحدى الصّفات المبدعة التي يجب أن يتحلّى بها الباحث العلمي، هي المقدرة على طرح الأسئلة الصحيحة.

العلم والجهل

لقد حصلت أعظم التطوّرات العلميّة على حدود التّماس، الحدود المتداخلة بين العلم والجهل، حيث تم طرح أكثر الأسئلة عمقاً. وليس هناك من طريقة لتقييم الوضع الحالي للعلم أفضل من وضع قائمة بالأسئلة التي لم يستطع العلم الإجابة عنها. ويقول غروس: «إنّ الجهل هو من شكّل العلم».

العلم) الأمريكية إلى تفسيرها؛ حيث تضمن 25 سؤالاً مهماً بحاجة إلى إجابة وافية، من خلال متابعة البحث العلمي، وإجراء التجارب العلمية المطلوبة.

لقد آمن بعض الأشخاص في زمن مضى أنّ العلم ردم جميع الفجوات، وأنهى عصر الجهل. فعندما انطلقت (مجلة العلم) في سنة 1880، كان جيمس كلارك ماكسويل قد توفي قبل ذلك بعام واحد فقط، بعد أن نجح في شرح ماهيّة الضوء والكهرباء والمغنطيسية والحرارة، وإذا أضفنا إليها الجاذبية التي برع في شرحها نيوتن قبل قرنين من ذلك الزمان، فقد ظنّ قصار النّظر أنّ الفيزياء انتهت فعلاً، أي اكتملت كعلم. وفي تلك الأثناء وضع داروين المبادئ الأساسية المحدّدة لعلم الأحياء.

وكما تقدمت (مجلة العلم) والعلم في العمر، فإنّ المعرفة والجهل تطوّرا معاً، كما أنّ الأسئلة الكبرى تغيّرت أيضاً، فالسؤال القديم مثلاً عن عمر وبنية الأرض استعيض عنه بموضوعات تهتم بما إذا كان هذا الكوكب قادراً على تَحمّل تكاثر أعداد السكان وزيادة عمر الإنسان.

وهناك أسئلة كُبرى تزداد أهمية بمضي الزّمن، ومن ضمنها السؤال عن الكون الماضي من توسعة إلى الأبد، وهناك أسئلة قد تصبح أكثر عمقاً مثل البحث عن فهم أفضل للوعي.

ومن ناحية أخرى، فإنّ كثيراً من الأسئلة العميقة قادت العلم إلى مجالات دقيقة، أكثر دقّة وصغراً من عالَم الذّرات والجزيئات، أو إلى تفاصيل أكثر عمقاً كامنة تحت شريحة عريضة من أجوبة الأسئلة الكبرى القديمة.

ففي عام 1880، لم يكن بعض العُلماء والمثقّفين واثقين من الإثباتات التي قدّمها ماكسويل بشأن الذّرات، غير أنّ النّقاش حالياً يتركّز حول الأوتار الفائقة على الفصل الأخير لمعرفة المادّة، وهي على مستوى أصغر من تريليون من الذّرة. كما أنّ الجدل القديم حول التّطوّر والاختيار الطبيعي تحوّل إلى

القضايا الغامضة توفر للعلم الإثارة وتدلّ على الطريق فالفجوات على طريق المعرفة العلميّة لا تعتبر عثرات بل يجب اعتبارها كفرص يجب أن تُستغَل

ديفيد غروس: الأسئلة الأساسيّة علامات إرشاديّة مُحفزة للبشَر والمقدرة على طرح الأسئلة الصحيحة إحدى الصّفات المبدعة التي يجب أن يتحلّى بها الباحث العلمي

أعظم التطوّرات العلميّة حصلت في التاريخ الإنساني على حدود التّماس المتداخلة بين العِلم والجهل حيث يمكن أن تطرح الأسئلة الأكثر عمقاً

مالفن كالفن

ليس صحيحاً أنه عندما تنفد الأسئلة يشارف العِلم على نهايته فالطريق بين العِلم والجهل مفتوح على اتّجاهين فكلّما تراكمت المعرفة ولدت أسئلة جديدة

نقاش حول ديناميكيّة النّوع، أو كيفية انبثاق سلوكيّات معيّنة، مثل سلوكيّات الإيثار والتّعاون من قوانين المنافسة الفردية.

الأسئلة العظيمة تتطور

يرى الكاتب أن الأسئلة العظيمة ذاتها تتطوّر أيضاً لأنّ الإجابات تولّد أسئلة جديدة وأسئلة أفضل. الحلول لسحابة كالفن – أي فيزياء النسبيّة ونظرية الكم (Quantum Theory) ولّدَت الكثير من الألغاز والأسئلة الموجودة على قائمتنا حالياً، مثل مكوّنات الكون إلى احتماليّة الحاسوب الكمّي.

إنّ مثل هذه الأسئلة العظيمة حدّدت مستوى المعرفة العلميّة وقادت الحافز إلى الاكتشافات العلميّة، فحيث يتلاقى الجهل والمعرفة وحيث يتقابل المعلوم والمجهول، يكون المكان الواسع الذي صنع تقدّم العلوم.

إذاً، عندما تنفد الأسئلة من العِلم، هل هذا يعني أنّ العِلم شارف على النّهاية. ولا يبدو أنّ هناك خطراً من ذلك؛ فالطريق بين العِلم والجهل مفتوح على اتّجاهين؛ فكلّما تراكمت المعرفة، مقلّصة من جهل الماضي، ولّدَت أسئلة جديدة للبحث في مناطق جديدة مجهولة.

زمن القياسات الدقيقة

ويقول الكاتب إن كالفن أدرك أنّ زمن

القياسات الدّقيقة ليس إشارة أو علامة على نهاية العِلم، بل هو تحضير وإعداد لفتح آفاق جديدة.

وكما أوضَح ماكسويل أنه في كلّ مجال للعِلم كوفئ الجهد الذي بذل في القياسات الدّقيقة باكتشافات حقول جديدة للبحث وأيضاً بتطوير أفكار علميّة جديدة، فإنه إذا بدا أنّ تطوّر العِلم تباطأ فذلك لأنّ الأسئلة أصبحت تزداد صعوبةً، وليس لعدم وجود أسئلة جديدة تحتاج إلى إجابات.

الأساس البيولوجي للوعي

يتطرق الكتاب في أحد فصوله إلى الأساس البيولوجي للوعي، والأبحاث العلميّة الحديثة الخاصّة بالوعي تفضّل معالجة الجسد والعقل على أنّهما مظهران لشيء واحد. وثمة معلومات جاءت من الاختبارات التي أُجريت على مرضى الأعصاب الذين أدّت إصاباتهم إلى تغيّر في مستوى وعيهم. فَتَضَرُّر بعض الخلايا المتطوّرة في الدماغ يسلب الشّخص وعيه تماماً، ويتركه في حالة غيبوبة تامّة أو في حالة ضياع عقلي تام.

وعلى الرّغم من أنّ هذا المكان في الدّماغ هو المفتاح الرئيسي للوعي فلا يبدو أنّه المصدر الوحيد والمؤثّر، فهناك جوانب مختلفة للوعي قد تنشأ في أمكنة أخرى في الدّماغ، فمثلاً تضرر منطقة الرؤية في قشرة الدّماغ سيؤدّي إلى عجز نادر يحد من الوعي البصري.

ويفضل العلماء في نهاية الأمر ليس فقط معرفة الأساس البيولوجي للوعي، بل أيضاً الكيفية التي وجد بها هذا الوعي؟ وما هي العناصر الضّاغطة التي أدّت إلى تطوّره؟ وكم عدد المخلوقات التي تشاركنا في هذا الوعي؟ فبعض الباحثين يعتقد أنّ الوعي (العقل) ليس أسئلة جوهرية. ■

أسئلة وإجابات متنوعة

يطرح الكتاب العديد من الأسئلة منها: كيف تتحوّل الخليّة الجلديّة إلى خليّة عصبيّة؟ وكيف تتحوّل خليّة جسديّة إلى نبتة مُتكاملة؟ وكيف يعمل باطن الأرض؟ وهل نحن وحدَنا من هذا الكون؟ وكيف ومتى بدأت الحياة على الأرض؟ وما الذي يُحدّد اختلاف الأنواع؟ وما هي التّغيّرات الجينيّة التي جعلت الإنسان فريداً من نوعه؟ وكيف تُخزَّن الذكريات وكيف تُسترجع؟ وكيف طوَّرت سلوكيّات المُشاركة الجماعيّة (التعاون)؟ وكيف تنبثق الصورة من بحر المعلومات البيولوجية؟ وإلى أيّ مدى نستطيع المُضي في التّجميع الذّاتي الكيميائي؟ وما هي حدود قدرات الحواسيب التقليديّة؟ وهل باستطاعتنا إيقاف الاستجابة المناعيّة في جسم الإنسان متى أردنا؟ وهل هناك مبادئ أعمق تكمن تحت عدم يقينيّة الكم (Quantum) وعدم موضعيتها؟ وهل هناك أمل في إيجاد لقاح مُضاد لفيروس نقص المناعة البشري المكتسب (الإيدز)؟ وإلى أيّ درجة سترتفع حرارة الأرض بتأثير الاحتباس الحراري العالمي؟ وما الذي يمكن أن يحلّ محل النفط الرخيص؟ ومتى؟

تلك هي أسئلة وألغاز حيّرت العلماء والباحثين، في الغوص بمكنوناتها والتوصل إلى نتيجة علمية خدمة للبشر والطبيعة، وما هي إلاّ غيض من فيض الأسئلة والألغاز التي مازالت تحيّرهم ومازالوا هم يبحثون ويجرون التجارب للتوصل إلى النتائج المنشودة.

الأسئلة العظيمة ذاتها تتطور لأن الإجابات تولد أسئلة جديدة كفيزياء النسبية التي ولّدت الكثير من الألغاز

إن زمن القياسات الدقيقة ليس إشارة أو علامة على نهاية العلم بل هو تحضير وإعداد لفتح آفاق جديدة

الذكاء الصنعي وتغيير العالم

د. طارق البكري

الذكاء الصنعي أصبح واقعاً ملموساً في السنوات الأخيرة الماضية، بعد أن كان نوعاً من الأحلام والخيال العلمي في الماضي القريب، بل إن بعض الباحثين باتوا متأكدين من أن الذكاء الصنعي لا بد أن يتجاوز حدود التقدم، بل سيكون باستطاعته قريباً تغيير الحياة في العالم تغييراً جوهرياً..

تعريف

للذكاء الصنعي مجموعة تعريفات، لكنه على العموم يعرف بأنه سلوك وخصائص معينة تتسم بها برامج الحاسوب تجعلها تحاكي القدرات الذهنية البشرية وأنماط عملها. فهو فرع من علم الحاسوب، وقال بعض المختصين: إنه «علم وهندسة صنع الآلات الذكية». وهو علم حديث اكتسب أهمية بالغة في السنوات الأخيرة لتطبيقاته العديدة في مجالات حيوية كالدفاع والاستخبارات والحاسوب والترجمة الآلية وغيرها. وهو أحد العلوم التي نتجت عن الثورة التكنولوجية المعاصرة. ويتميز بأنه علم تعددي (عمل جماعي بالدرجة الأولى)، يشارك فيه مجموعة من العلماء أبرزهم علماء الحاسوب والرياضيات وعلم النفس وعلم اللغة والفلسفة والمنطق...

التفرد التكنولوجي

يعتقد البعض أن الذكاء الصنعي سيمتلك خلال فترة قصيرة قادمة القدرة على تحسين نفسه بمعدل غير متصور، وهو سيناريو الخيال العلمي الذي صاغه الكاتب فيرنور فينج وسماه (التفرد التكنولوجي).

الاندماج البشري - الآلي

يتوقع عدد لا بأس به من الباحثين أن المستقبل سيشهد ما يمكن وصفه بالاندماج البشري – الآلي، أي سيكون هناك مزج حقيقي بين صفات طبيعية وأخرى صناعية فتكون الآلة الذكية أكثر قدرة وقوة من كلاهما. ويسمون هذه الفكرة بـ(ما فوق الإنسانية)، ولهذه الفكرة جذور في كتابات ألدوس هكسلي وروبرت إنجر، وهي الآن مرتبطة باسم مصمم الإنسالة هانز مورفيك وعالم التحكم الآلي كيفن وارويك وغيرهما، وقد تم تمثيل الفكرة في روايات الخيال العلمي.

الآلة تحتل مكان البشر

مستقبلاً قد يكون للآلة مكانة أرحب من مكان البشر، فبعد النجاحات الكبيرة التي حققتها أبحاث الذكاء الصنعي وأدت إلى تطور كبير في تقنيات الإنسالات والحاسوب؛ يتوقع بعض المختصين أن تساهم هذه التقنيات في أن تأخذ الآلة مكان البشر في كثير من الأعمال.

أهداف وخصائص

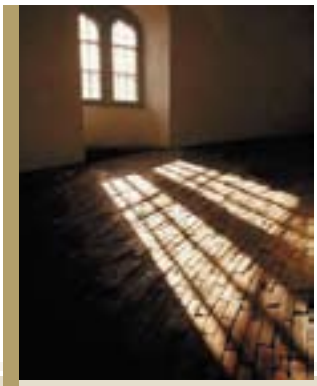
يهدف علم الذكاء الصنعي إلى فهم طبيعة الذكاء الإنساني عن طريق عمل برامج للحاسب الآلي قادرة على محاكاة السلوك الإنساني المتسم بالذكاء، وتعني قدرة برنامج الحاسوب على حل مسألة ما أو اتخاذ قرار في موقف ما. وتلخص أهداف الذكاء الصنعي بنقطتين أساسيتين وهما:

- تمكين الآلات من معالجة المعلومات بشكل أقرب إلى طريقة الإنسان في حل المسائل، بمعنى آخر المعالجة المتوازية Parallel Processing، حيث يتم تنفيذ عدة أوامر في نفس الوقت، وهذا أقرب إلى طريقة الإنسان في حل المسائل.
- فهم أفضل لماهية الذكاء البشري عن طريق فك أغوار الدماغ حتى يمكن محاكاته، كما هو معروف أن الجهاز العصبي والدماغ البشري أكثر الأعضاء تعقيداً، وهما يعملان بشكل مترابط ودائم في التعرف على الأشياء.

العلماء وناقوس الخطر

حذر بعض العلماء من خطر الذكاء الصنعي ودقوا ناقوس الخطر، ويظهر العالم الفيزيائي البريطاني الشهير ستيفن هوكنج مخاوف كبيرة عندما قال: «إن تطوير ذكاء صنعي كامل قد يمهد لنهاية الجنس البشري».

ورأى هوكنج أن بمقدور تقنيات الذكاء الصنعي أن تعيد تصميم نفسها ذاتياً، وأن تتطور بشكل متسارع، وهو ما لا يستطيعه الجنس البشري، ما سيؤدي إلى حلول التقنيات الصنعية مكان الإنسان كونها الأكثر تطوراً.



الذكاء الصنعي وملامح المستقبل

إذا كنت من متابعي أفلام الخيال العلمي فلابد أنك توافقنا الرأي بأن ذكاء الآلة هو من أهم ملامح المستقبل.

لكن أين نحن اليوم من هذا المستقبل؟ وهل أحرزت البشرية تقدماً ملموسا لبناء هذا المستقبل المشرق، بحيث يصبح الذكاء الصنعي في كل مكان وزمان؟!

يعرف الذكاء الصنعي بأنه مجموعة سلوكيات تتميز بها البرامج الحاسوبية، ويستهدف تعزيز القدرة الإنتاجية، والعمل على محاكاة القدرة الذهنية البشرية وأنماط عملها. ويعتبر أحد فروع علم الحاسوب، وله خصائص عديدة، منها القدرة على التعلم والاستنتاج، واتخاذ ردود الأفعال على أوضاع لم تبرمج في الآلات. وأهم مجالات تطبيقات الذكاء الصنعي:

المجال الترفيهي: يعمل الذكاء الصنعي مع ألعاب الحاسوب بدقة، وأحياناً يصعب التغلب عليه. وفي أفلام السينما والألعاب الإلكترونية عمل على تقليل الخيال، وجعل الصوت والصورة أقرب إلى الواقع.

المجال المعرفي: من أهمها النظم الخبيرة، وهي برامج تُحاكي أداء الخبير البشري في مجال خبرة معين. وذلك للحصول على خبرات الخبراء، وأهمها التخصصات النادرة وإضافتها في نظام خبير بدلا من الإنسان، ويساعد ذلك على نقل هذه الخبرات لأشخاص آخرين وحل المشكلات بطريقة سريعة تستغرق وقتا أقل من الخبير الإنسان.

المجال اللغوي: معالجة اللغات الطبيعية، وهو علم فرعي من علوم الذكاء الصنعي يمكننا من صناعة برمجيات تتمكن من تحليل اللغات الطبيعية ومحاكاة فهمها.

المجال التعليمي: يتميز بالتعلم الآلي، ومن خلاله يتم تعليم الآلة كيفية حل المشكلات بنفسها، ويتم ذلك إما بالتعلم من اكتساب الخبرات السابقة أو من خلال تحليل الحلول الصحيحة واستنباط طريقة الحل منها أو حتى من التعلم من خلال الأمثلة. حيث دخل في علم الخوارزميات لأنه يقوم على محاكاة التفكير المنطقي المتسلسل الذي يقوم به البشر من الاستنتاج والقدرة على حل الألغاز والمسائل الرياضية.

تطبيقات صنع القرار: يتم استخدام هذا العلم لتطوير الأنظمة الحديثة، بحيث يتم تخزين الملايين من المعلومات داخل الحاسوب لتكوين قاعدة بيانات رئيسية له، مثلما تخزن المعلومات داخل العقل البشري من خلال التعلم والخبرات اليومية التي يكتسبها. ومنها أجهزة الإنسالة (الربوتات) والحواسيب الشخصية التي تستطيع إجراء حوار مع الإنسان وتنفيذ أوامره الصوتية. لكن لا تزال هذه النماذج تحت التطوير والتجربة ويتم تحديثها يوماً بعد يوم.

إضافة إلى ذلك يستخدم الذكاء الصنعي في نظم الرعاية الصحية الحديثة حيث يتيح الأجهزة الرقمية رؤية الأشياء ومعرفتها، وتشخيص الحالات النادرة ، كما يستخدم في مجال شبكة الإنترنت، و يعتبر من أفضل التقنيات في التعامل مع الكميات الضخمة من البيانات والقدرة على استقبال وإرسال البيانات بشكل مستقل دون أي توجيه من الإنسان، ويمنع الاختراقات الأمنية، ويوفر الحماية لخصوصية الفرد.

وتبقى كل هذه التطبيقات مجرد بداية لما يضمره لنا المستقبل في مجال استخدامات الذكاء الصنعي.

د. فواز العنزي

عميد كلية هندسة
وعلوم الحاسوب بجامعة الكويت

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
تنعى ببالغ لحزن والأسى

وفاة
العالم الجليل الأستاذ
الدكتور عبدالله واثق شهيد

الذي انتقل إلى رحمة الله تعالى الشهر الماضي عن عمر ناهز 88 عاما

الفقيد هو أحد العلماء العرب البارزين الذين ساهموا في تعزيز النهضة العلمية في دولة الكويت وتحفيز البحث العلمي والتعاون مع المؤسسات الأكاديمية والعلمية لتشجيع العطاء العلمي فيها.

تولى الفقيد مناصب عدة في بلاده أبرزها : وزير التعليم العالي ، والمدير العام لمركز الدراسات والبحوث العلمية، وكان أستاذا في جامعة دمشق ، وأحد العلماء البارزين في مجال العلوم الفيزيائية، ومؤلف عدد من الكتب في مجال الفيزياء والميكانيك والطاقة النووية.

كان الفقيد يؤمن إيماناً راسخاً بالعلم ، وكان مثالاً للعالم المتواضع الذي يعتز بعلمه وينقله للآخرين ويوظفه في تطوير العمل في الدول العربية، كما كان منفتحاً على التعلم من معارف وخبرات الآخرين، والاستفادة من كفاءاتهم في بلورة وتطوير رؤاه وأفكاره، وفي صياغة الاستراتيجيات والتوجهات العلمية والتقنية والتنظيمية للجهات التي عمل بها.

وفاة
العالم الجليل الأستاذ الدكتور
عبد المجيد كاظمي

الذي انتقل إلى رحمة الله تعالى قبل شهرين عن عمر ناهز 67 عاما

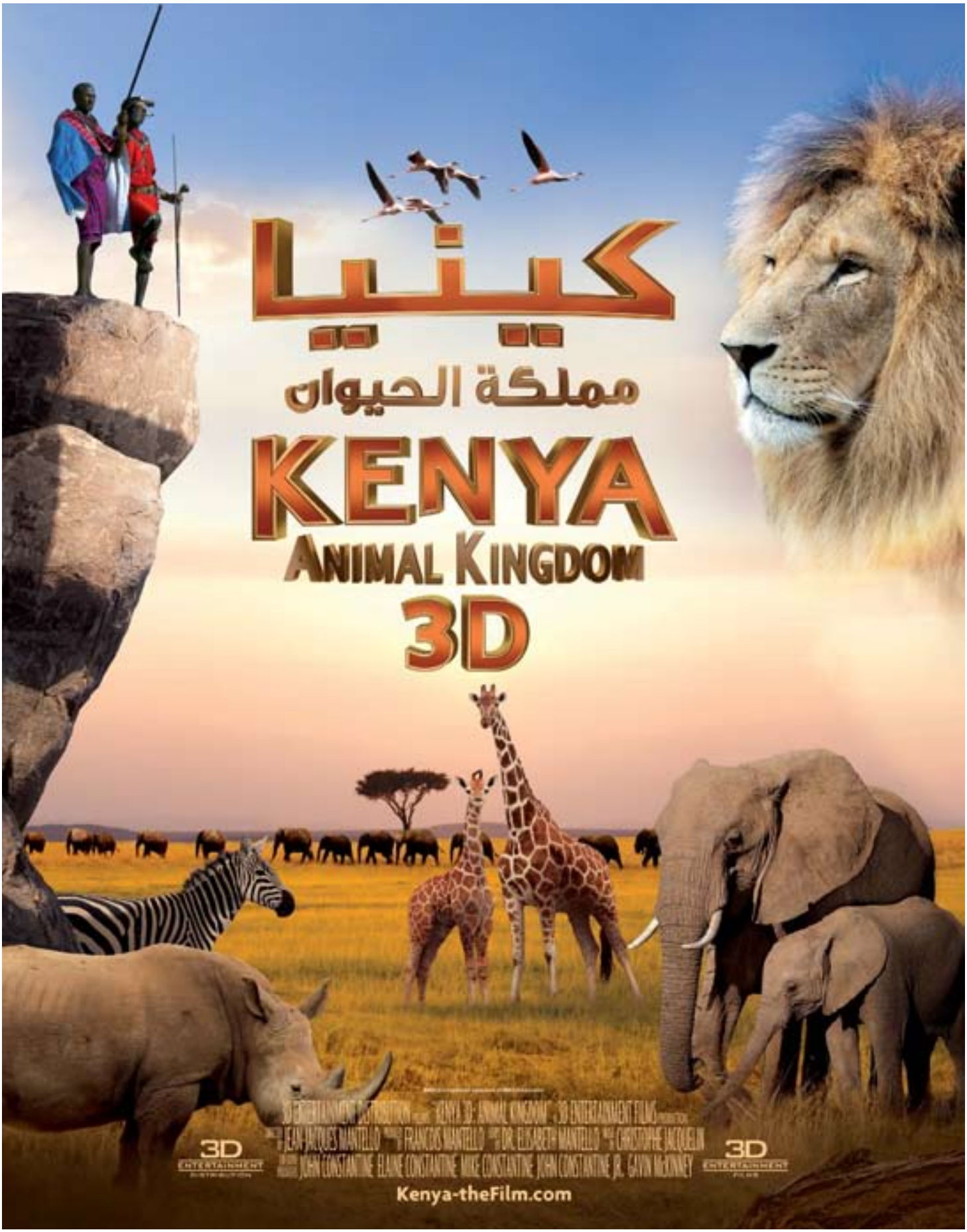
الفقيد هو أحد الفائزين بجائزة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، وأحد العلماء العرب البارزين الذين ساهموا في تعزيز النهضة العلمية في دولة الكويت وتحفيز البحث العلمي والتعاون مع المؤسسات الأكاديمية والعلمية لتشجيع العطاء العلمي فيها.

كان الفقيد أستاذاً في قسم العلوم النووية والهندسة، وقسم الهندسة الميكانيكية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ومديرا لمركز نظم الطاقة النووية المتقدمة (CANES) في المعهد ومديرا لمركز الكويت-MIT للموارد الطبيعية والبيئة (CNRE) فيه .

كرس الفقيد حياته لجعل الطاقة النووية أكثر أمانا وأقل تكلفة لكل المجتمعات في العالم، وكرس جل وقته لدعم القضايا المدنية وحقوق الإنسان، وحصل على عدد من الجوائز العالمية تقديرا لمساهماته العلمية.

1848 888
www.tsck.org.kw
tsckuwait
@SciCenterKw
SciCenterKw

المركز العلمي
THE SCIENTIFIC CENTER
KUWAIT الكويت
Founded in 2000 by أنشأته سنة 2000
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences



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

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

فريق التعاون

د. سائر بصمه جي

هدية مجلة التقدم العلمي - العدد (91) - 2015

هدية العدد (91)

التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 91 - المحرم 1437 هـ - أكتوبر 2015م

رئيس التحرير

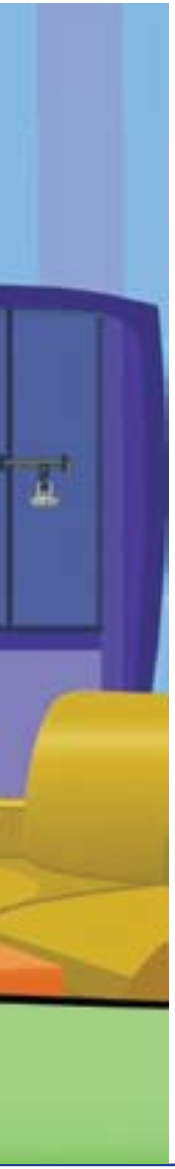
د. سلام أحمد العبلاني

إعداد

د. سائر بصمه جي

رســـوم

أحمد فايد



«هيا يا سعد، لقد تأخر الوقت فلديك مدرسة غداً».

«عذراً يا أمي، بقي لديَّ شيء واحد فقط».

كان سعد يستعد ليوم غدٍ، فقد أعلنت المدرسة عن أسبوع (خبير الصف)، السنوي، حيث يقدم فيه أحد الطلاب الخبراء في مجال محدد ما يعرفه في حصة النشاط العلمي، وقد اختير سعد ليقدم معرفته في مجال الإنسالات (الروبوتات)، فهو رئيس (فريق التعاون).

أغلق سعد حاسوبه وتوجه إلى المغسلة لينظف أسنانه، وحدث نفسه في المرآة قائلاً: «يجب أن تنجح غداً يا سعد».

استيقظ سعد مبكراً على رنين الساعة، وقبل أن يتوجه لركوب حافلة المدرسة أجرى اتصالاته مع عضوي فريقه: أحمد ويوسف.

«كيف حالك يا أحمد، هل أنت جاهز؟».

«بالتأكيد أنا جاهز، هل أخبرت يوسف؟».

«أجل، لقد اتصلت به، وهو جاهز أيضاً».

«نلتقي إذاً في المدرسة بعد نصف ساعة».

«حسناً أيها الرئيس».. ويضحك الاثنان.

يلتقي أعضاء فريق التعاون، ثم يتوجهون إلى النادي العلمي في المدرسة.

«كما تعلمون يا شباب فأنا اخترت فريقكم لخبرته في مجال الإنسالات، وأنا واثق من قدراتكم»، قال مدير النادي.

«إن شاء الله سنكون عند حسن ظنك»، قال سعد.

«أنا متأكد من ذلك، والآن استعدوا، وسنلتقي بعد قليل».

ثم خرج مدير النادي، وتوجه سعد لأصدقائه: «أيها الشباب كما تعلمون، كل منا سيقوم بدوره في هذه الحصة، أحمد هل الإنسالة جاهزة؟».

«أجل، وقد اختبرتها ثلاث مرات على حل المشكلة التي اخترناها وحلتها بنجاح».

«ممتاز، وأنت يا يوسف هل حضرت ما ستقدمه؟».

«بالتأكيد».

«كن حذراً لأي موقف طارئ قد يعترضنا، كما تعلم في الصف يوجد أشخاص مشاكسون وربما يسعون إلى إفشالنا».

بعد فترة قرع الجرس، واتجه الفريق نحو القاعة المخصصة للنشاط.

«بدأت الإنسالات تدخل في كثير من مجالات الحياة، فما هي هذه الآلات الذكية؟ هذا ما سيعرّفنا إليه فريق التعاون في النادي العلمي في المدرسة»، قال مدير النادي.

وقف وأحمد ويوسف يتوسطهما سعد الذي شغل جهاز العرض وبدأ حديثه قائلاً: «الإنسالات آلات ذكية مبرمجة تقوم بالأعمال وحدها دون تدخل الإنسان».

وعندما بدأ سعد بالشرح قاطعه ناصر زميله في الفصل قائلاً: «لحظة من فضلك، هل يمكن أن تكون الإنسالة أكثر ذكاءً مني؟.. مستحيل!».

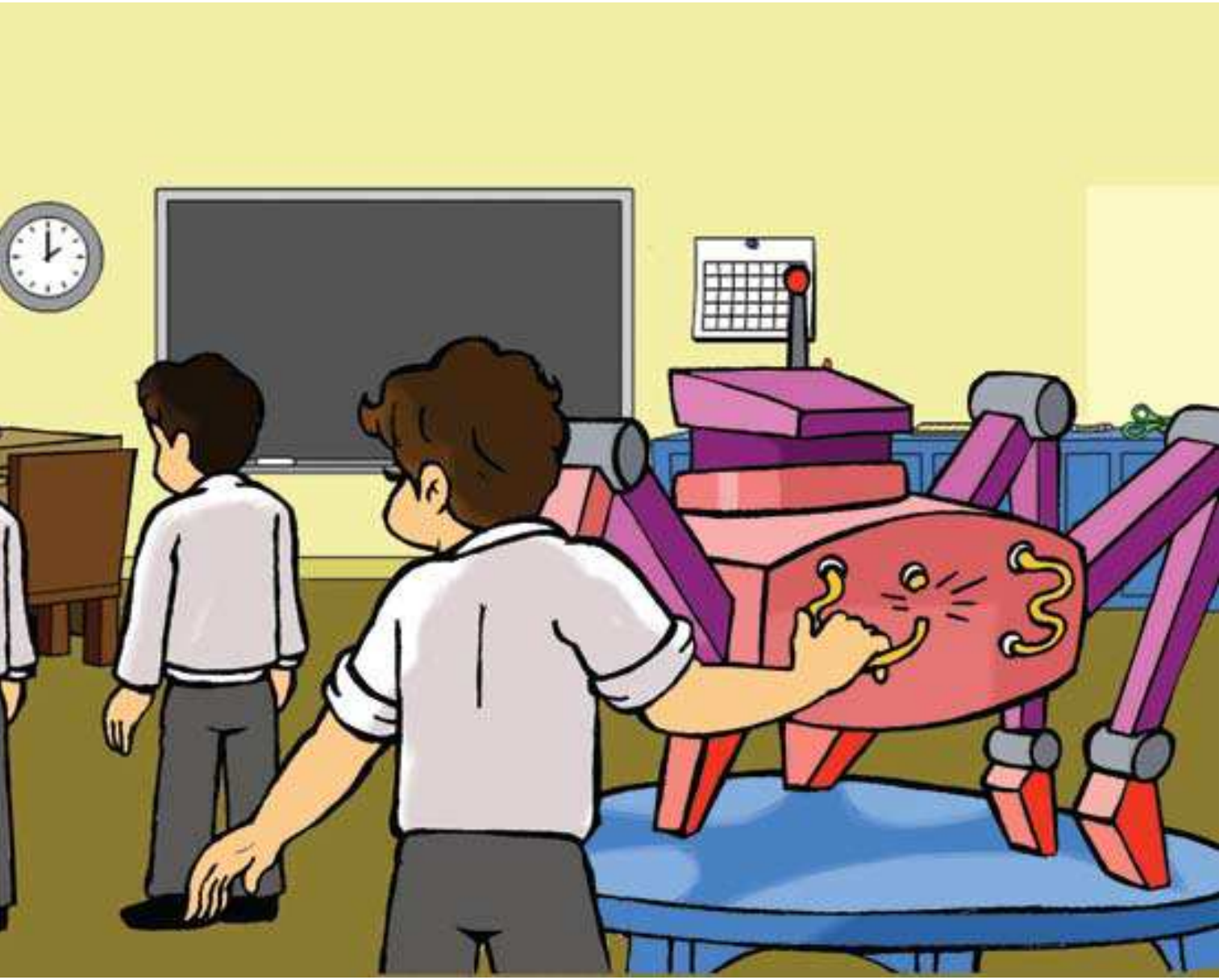
«يمكن أن تكون أذكى وأمهر أيضاً، فكثير من الأعمال المتكررة أو الخطرة أو الدقيقة لا يستطيع أن يقوم بها البشر، لكن يمكن لهذه الآلات أن تفعلها».

نظر ناصر إلى سعد نظرة ماكرة، وكانت الإنسالة المسؤول عنها أحمد قريبة منه، فمد ناصر يده خلسة وانتزع منها أحد الأسلاك، وأخفاه في جيبه. وأكمل سعد تقديم معلوماته عن الإنسالات قائلاً:

«للإنسالات أنواع؛ منها ما يطير في الجو وآخر يسير على الأرض، وثالث يغوص في البحر، ورابع يحلق في الفضاء، وآخر وأحدث الأنواع هو تلك الصغيرة جداً التي يمكنها أن تسير في مجرى الدم وتتوجه إلى خلايا معينة لتقوم بعلاجها، فقد تحمل أدوية، ويمكنها أن تتفتت بعد أن تنجز مهمتها وتخرج مع الفضلات».

وقف أحد الطلاب وسأل: «الإنسالات آلات معقدة، فكيف يمكنني صنع واحدة لتكتب عني واجباتي المدرسية؟». ضحك الجميع، ورد سعد:

«بالتأكيد معقدة، لكن بوجود فريق عمل متخصص كل يعمل في مجاله، وأعتقد أنه ليس من مصلحتك أن توجد إنسالة تكتب عنك واجباتك المدرسية، لأن من سيتعلم في المدرسة هو أنت وليس هي».



«سمعنا أنكم فريق عمل في مجال الإنسالات، كيف أصبحتم فريقاً؟ وماذا تفعلون في نادي الإنسالات؟ وكيف يمكننا الانضمام إليكم؟»، قال زميلهم حسن.

«سؤال وجيه يا حسن، نحن في فريق التعاون نرحب بكل عضو لديه الاستعداد للتعاون معنا وتقديم الأفكار الجديدة والحلول للمشكلات، وأهم شيء ألا يستخدم «أنا» وإنما «نحن»، فما ينجزه الفريق هو حق لكل الفريق وليس لأحد أعضاء الفريق فقط».

«أريد أن أسألك سؤالاً آخر يا سعد بخصوص الفريق، وأرجو أن تجيبني عنه بصدق وصراحة».

«تفضل يا حسن».

«أنت رئيس فريق التعاون، وإذا انضم عضو جديد ووجدت أن قدراته أفضل منك، فهل تتنازل له عن قيادة الفريق؟».

على الفور قال سعد:

«بالتأكيد، لأن ما يهمني هو نجاح الفريق في عمله، وليس نجاحي الشخصي. حسناً هل توجد أسئلة أخرى؟ إذاً ننتقل الآن إلى أحمد حيث سيقدم لنا درساً عملياً عن الإنسالات باستخدام هذه الإنسالة التعليمية».

تراجع سعد للخلف، وقام أحمد ومعه الإنسالة التعليمية، ليبدأ الشرح:

«كما ذكر زميلي سعد ؛ تساعدنا الإنسالات على حل المشكلات في حياتنا، لكن قبل أن نكلف الإنسالة بحل أي مشكلة، علينا اتباع خطوات حل المشكلات».

وهنا ضحك ناصر، وقال في نفسه:

«أعتقد أنك الآن في مشكلة وورطة لن تستطيع حلها».

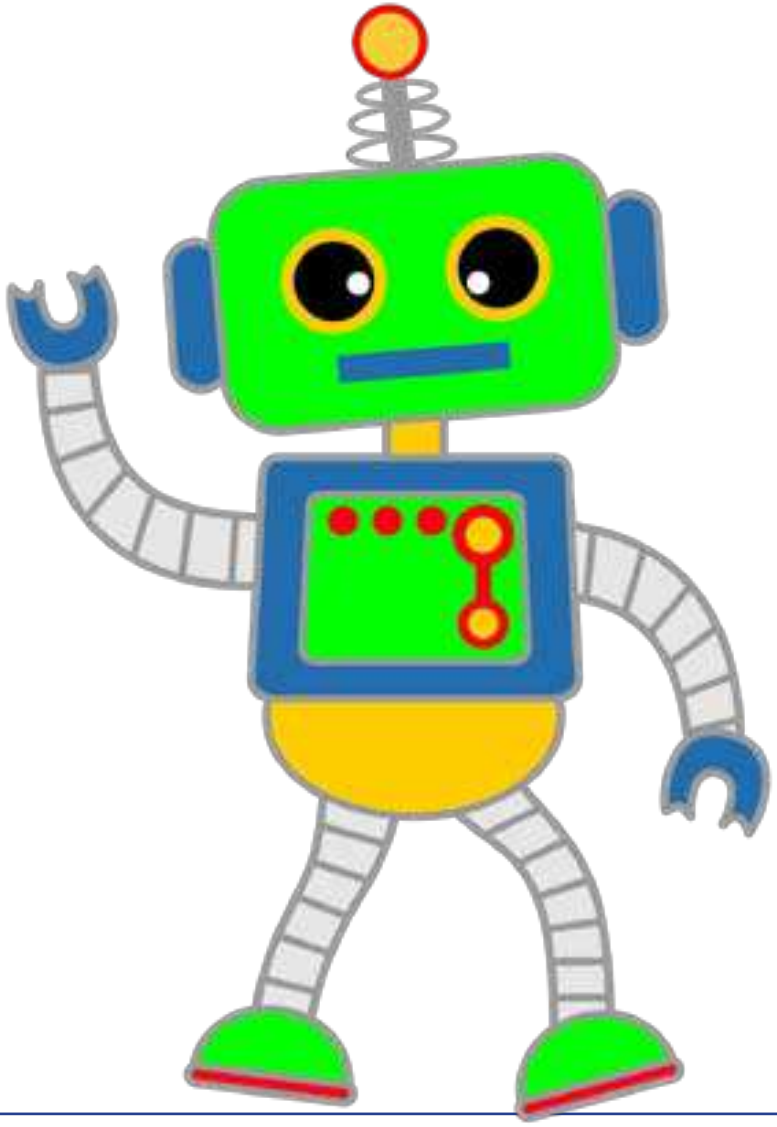
تابع أحمد حديثه قائلاً:

«أول خطوة في حل المشكلات أن نحدد المشكلة التي نريد حلها، ثم نضع خطة مشتركة قابلة للتنفيذ يساهم فيها كل أعضاء الفريق، ثم نصمم الإنسالة المناسبة لتنفيذ الخطة، ثم نبرمجها ونختبرها لتنفيذ الحل».

وقف سمير وقال: «هل لديك مثال عملي نرى فيه كيفية تنفيذ هذه الخطوات؟».

«بالتأكيد يا سمير، فقد حضرنا لكم في فريق التعاون مثالاً عملياً يناسب وقت الحصة، هنا لدينا إنسالة بشكل عنكبوت اسمها (CP-١١١) مبرمجة لحل مشكلة حدثت في أحد أجنحة مركبة فضائية، وعليها الخروج للفضاء أولاً ثم الإصلاح ثم العودة، وبذلك تنتهي مهمتها، وسنجعلها تنفذ ذلك فوراً».

ضغط أحمد على زر التشغيل، لكن الإنسالة لم تعمل، ضغط مرةً أخرى، لكنها لم تعمل، اقترب سعد ويوسف منه لينظرا ماذا أصاب الإنسالة، وبدأوا يتفحصون قطعها الإلكترونية والميكانيكية ومصدر الطاقة، فلم يعثروا على سبب المشكلة.



وبدأت تحدث جلبة في الصف، فاستغل ناصر الموقف ليقول: «أعتقد أنكم فريق الفشل وليس التعاون، لقد فشلتم، سأشكل فريقاً جديداً بديلاً عنكم سأسميه (فريق النصر)، وسيكون أقوى فريق في كل مدارس المدينة».

أشار سعد إلى يوسف ليبدأ عرضه ريثما يتوصلون إلى حل قبل نهاية الحصة: «أرجو أن تنتبهوا إليَّ».

توقف الجميع عن الكلام الجانبي، فقال يوسف: «هل يعرف أحدكم اسم مهندسٍ عربي قديم اخترع الإنسالة قبل ٨٠٠ سنة؟».

نظر الجميع بدهشة، وقال أحدهم: «ماذا تقول؟ مهندس عربي قديم كان يعرف تصنيع الإنسالات مثل التي نسمع عنها أو نراها، كيف؟ ومتى؟».

«أجل، هو بديع الزمان إسماعيل بن الرزاز الجزري الذي توفي عام (٦٠٢هـ/١٢٠٦م)، وقد وضع تصميم إنسالة في كتابه (الجامع بين العلم والعمل ... النافع في صناعة الحيل)».

وقف ناصر وقال: «لحظة، هو يقول إن كتابه في صناعة الحيل، إذاً لابد أن تلك الإنسالة كانت حيلةً وخدعة وليست حقيقيةً، صح يا فريق النصر؟».

أجابه صفوان وصابر وهما من فريق ناصر: «أجل ، صحيح».

قال يوسف:

«لحظة، أنتم لم تفهموا معنى كلمة (الحيل)، فقد كان يقصد بها في ذلك التحايل على قوانين الطبيعة للوصول إلى حل للمشكلة، كما نفعل نحن الآن بصورة متقدمة جداً، لأنه كشف الكثير من قوانين الطبيعة، ولذلك استطعنا الخروج إلى الفضاء والغوص في أعماق الماء».

«حسناً يا يوسف، وماذا كانت تفعل إنسالة الجزري؟»، قال وسيم.

«كانت إنسالة الجزري في هيئة خادم للملك السلجوقي ناصر الدين محمود بن محمد الحكم، وقد برمجها بطريقة ميكانيكية بحتة على مواقيت الصلوات الخمس، فعندما يحين وقت الصلاة، كان هناك عصفور يغرد، فيعلم الملك أنه حان وقت الصلاة، فيذهب للإنسالة ليتوضأ فتسكب له الماء، وبعد أن ينتهي تقدم له منشفة».

إنسالة الجزري

ثم توجه يوسف إلى جهاز العرض وأظهر لهم صفحة من مخطوطة كتاب الجزري توضح شكل الإنسالة.

لم يصدق الطلاب ما رأته أعينهم، فوقف حسن وقال: «يعني لو أن مدارسنا كانت تهتم بعلم الإنسالات منذ ٨٠٠ سنة من أيام الجزري وحتى الآن لكنا تفوقنا على كل دول العالم في هذا المجال!».

«بالفعل يا حسن، لكن..».

وهنا قُرِعَ الجرس ليعلن نهاية الحصة ليخرج الطلاب للفسحة، وصفق الجميع لفريق التعاون على درسه، فاقترب ناصر من سعد ساخراً: "والآن قل لي يا سعد ماذا تعلمت من هذه الخردة؟".

«لقد تعلمنا كيفية التعاون مع بعضنا وتوحيد جهودنا بروح واحدة لحل أي مشكلة تعترضنا، وثانياً يجب أن تعلم أن هذه الإنسالة ليست خردة بل حضارة وعلوم كثيرة اجتمعت فيها».

«حسناً؛ أعتقد أن تلك الإنسالة تحولت إلى خردة لمجرد أن فقدت هذا السلك، أليس كذلك؟».

نظر فريق التعاون إلى بعضهم، «إذاً أنت من أراد أن يفشّلنا؟» قال سعد بغضب.

«تستطيع أن تقول ذلك، وسأهزمك بفريقي الجديد (فرق النصر) قريباً حتى في صناعة الإنسالات»، ويضحك ناصر وهو يخرج من الصف.

«يا له من شرير»، قال أحمد.

«لابد أن نلقنه درساً»، قال يوسف.

«لندعه وشأنه. أتعلمون يا شباب، مع ذلك فقد استطعنا أن ننتزع إعجاب الجميع، فلم يقدم أحد في الصف كله درساً في أسبوع خبير الصف مثلنا». قال سعد.

لم يلقِ فريق التعاون اهتماماً بما قاله ناصر؛ بل كان لهم درس حتى يكونوا حذرين ويقظين أكثر في المرات الأخرى.

وأكمل الفريق يومه الدراسي، ثم توجهوا إلى النادي لإصلاح الإنسالة العنكبوتية واختبارها، ففاتتهم حافلة المدرسة، وقرروا العودة للمنزل مشياً على الأقدام بصحبة إنسالتهم.

وفي الطريق لمحوا شخصاً ممدداً على الأرض ينادي:

«ساعدوني أرجوكم».

أسرع الجميع وإذا به ناصر و قد وقع من على دراجته، «ناصر ما الذي حدث معك؟»، قال سعد.

«كنت أستمع إلى مسجل الموسيقا، وإذ بحفرة ضيقة وعميقة، فاختل توازني ووقعت ولم أستطع الحركة».

«أعتقد أن رجلك مكسورة، يجب أن نحضر الإسعاف فوراً»، قال يوسف.

«لماذا لم تتصل بأحد لإنقاذك.. أين هاتفك؟»، قال أحمد.

«اتصلت بصفوان وصابر لكي يحضرا لإنقاذي، لكنهما قالا لي لابد إنك تدبر لنا حيلة ومكيدة، فنحن لا نثق بك، وعندما حاولت الاتصال بأمي وقع الهاتف في الحفرة».

«فريق (النصر) تهرب من مساعدتك، لأنه فريق وهمي لا يفقه معنى روح الفريق، سنرسل الإنسالة لتحضر لك هاتفك، ولن نعاملك بالمثل»، قال سعد.

وعلى الفور أنزل أحمد الإنسالة وقام ببرمجتها، ووجهها نحو الهدف، فتوجهت الإنسالة نحو الحفرة حيث التقطت الهاتف ثم عادت إلى السطح، فأعطوه لناصر قبل وصول سيارة الإسعاف.

قال ناصر لهم وهو يتألم:

«أعتذر منكم جميعاً، وأرجو أن تقبلوني عضواً في فريقكم، لأن فريقكم يحب الخير للجميع، تعلمت منكم أن روح الفريق تنقذ الآخرين كما أنقذت تلك (الخردة) هاتفي الثمين».

فكّر ثم أجب

- اقترح عناوين أخرى للقصة.
- ما اسم الأسبوع الذي أعلنت عنه المدرسة؟ وماذا يفعل فيه الطلاب؟
- عدد ثلاث صفات وجدتها في فريق التعاون.
- بماذا يمكنك أن تعرّف الإنسالة (الروبوت)؟
- هل تتوقع أن تكون الإنسالات (الروبوتات) أذكى من البشر يوماً ما؟
- ما هي طبيعة الأعمال التي يمكن أن تقوم بها الإنسالات؟
- عدد أنواع الإنسالات؟
- ما هي خطوات حل المشكلات التي تكلم عنها أحمد؟

- اختر مشكلة وحاول أن تطبق الخطوات السابقة عليها.

- هل تعرف المزيد عن اختراعات المهندس العربي الجزري؟ تعرّف إلى إنجازاته من الإنترنت.

- «علم الحيل» عند العلماء العرب، ما هو التخصص الهندسي الحديث المقابل له؟

- هل تعلمت من هذه القصة فائدة روح الفريق والتعاون مع الآخرين؟ قم أنت ومجموعة من أصدقائك بتأسيس فريق علمي يحل مشكلةً محددة موجودة في بيئتك.

ص. ب : 25263 الرمز البريدي 13113 الصفاة-الكويت
فاكس : 22278161(965+) هاتف : 22278160(965+)
e-mail: magazine@kfas.org.kw