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

التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-ʿILMİ

مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 106 يوليو 2019 م - ذو القعدة 1440 هـ
July 2019 No.106

استيطان الفضاء...
هل يتحقق حلم البشرية الأعظم؟

الموت الرحيم | نجوم البحر | متحف المستقبل

التقدم العلمي
العدد 106 يوليو 2019 م - ذو القعدة 1440 هـ
July 2019 No.106

❖ رئيس مجلس الإدارة

حضرة صاحب السمو أمير البلاد

الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح

حفظه الله ورعاه

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

أعضاء مجلس الإدارة

أ. د. فايزة محمد الخرافي

أ. مصطفى جاسم الشمالي

أ. أسامة محمد النصف

د. يوسف حمد الإبراهيم

أ. هاني عبد العزيز حسين

د. صلاح عبداللطيف العتيقي

أ. خالد خضير المشعان

المدير العام

د. عدنان أحمد شهاب الدين

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 106 - يوليو 2019 م - ذو القعدة 1440 هـ
July 2019 No. 106

رئيس التحرير

د. سلام أحمد العبلاني

يتطرق ملف هذا العدد إلى (استيطان الفضاء) الذي لطالما كان بمثابة حلم للإنسانية؛ لأن استكشاف المجهول سمة أساسية تبدو متأصلة في جيناتنا، إضافة إلى المزايا الكثيرة الناجمة عن استكشاف الفضاء واستيطانه.

جميع المراسلات ترسل باسم رئيس تحرير مجلة التقدم العلمي

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

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

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

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

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

ها هي مجلة **مدار** - الإصدار الجديد من
التقدم العلمي للجميع - المزيج الفريد بين العلم
والفن، الذي يصحبك القارئ المتعطش في رحلة من
الذرة إلى المجرة وما بينهما

إذا كان للعلوم مسار فالمطلق مجلة

مدار

التقدم العلمي للجميع
KFAS | وقف شركات
Company
subscription@kfas.org.kw
Scipubkw Scipubkw
Scipubkw

استيطان الفضاء والحفاظ على الجنس البشري

رئيس التحرير
د. سلام أحمد العبلاني

هل آن الأوان لوضع سيناريوهات كيفية مغادرة كوكب الأرض واستيطان كواكب أخرى في مجرات بعيدة جداً؟ أم أن العنصر البشري وكوكب الأرض يملكان مقومات استمرارية الحياة كما كانت منذ ملايين السنين الغابرة؟ العلماء من جميع التخصصات تداخلوا بطريقة أو أخرى في هذه الجدلية العلمية التي يبدو أنها لن تستقر قريباً. أما وقود هذه الجدلية فهو التحديات التي تواجهها الحياة على الأرض منذ منتصف القرن المنصرم، ممثلةً بالكثير من الظواهر العالمية ذات المنشأ البشري، مثل التغير المناخي والاحتباس الحراري والحروب وتهديد الرعب النووي وتفشي الأمراض بسبب الفقر والنمط الاستهلاكي لأسلوب الحياة، ممتزجاً بدرجات من التلوث غير مسبوقة في التاريخ البشري أضر بالبيئة وأخل بالتوازن الطبيعي. وتمثل ذلك الضرر في اختفاء الغابات والموائل الطبيعية للحياة الفطرية مما أدى وسيؤدي إلى انقراض الآلاف من الكائنات الحية. لذا بدأت فكرة مغادرة الأرض واستيطان كواكب قابلة للسكنى تبدو خياراً ربما لا يكون هناك بدٌ منه. وأصبحت الأفكار التي كان ينظر لها وإلى معتنقيها بأنها ضرب من الخيال العلمي، تلقى قبولاً، وإن كان حذراً، من أوساط علمية كثيرة ذات ثقل علمي واجتماعي. والسيناريو الأكثر واقعية هو أنه ليس من الممكن لسكان الأرض جميعاً الهجرة إلى كواكب أخرى بعيدة، لكن على الأقل فإن وجود القدرة على حماية النوع البشري بهجرات محدودة لكواكب تقبل الحياة عليها يعتبر من قبيل بطاقة التأمين للحفاظ على الجنس البشري. بيد أن استيطان الكواكب والمجرات البعيدة تكتنفه مصاعب جمة بسبب التحديات التكنولوجية والعلمية لتطويع بيئات عدائية بطبيعتها لسكنى الجنس البشري، ومن المهم للإنسان أن يقطع مراحل متقدمة جداً في تطوير تكنولوجيا الثورة الصناعية الرابعة وفي مقدمتها تطوير الذكاء الاصطناعي والروبوتات؛ لأن الانسان البشري لن يستطيع أن يقطع سنوات ضوئية للوصول إلى الهدف، ومن ثم بناء مدن أو محطات عبارة عن قباب وأنظمة لدعم الحياة تستغرق وقتاً طويلاً في بيئة غير صالحة للسكنى، لكن الروبوتات تستطيع ذلك.

في هذا العدد من مجلتكم التقدم العلمي أردنا أن نسلط الضوء على هذا الحلم المستقبلي، وباعتقادي إذا نجح الإنسان في ذلك فإن هذا سوف يكون أعظم إنجاز منذ الخليقة بلا منازع. فملف العدد يتناول الإجابة عن الكثير من الأسئلة حول الموضوع. كما يطرح إمكانية العيش على كوكب المريخ كمثال على استيطان الكواكب القريبة. كذلك يتناول فكرة اختراع المصعد الفضائي ليكون حلقة وصل مع المحطات الفضائية التي تدور بمدارات حول الأرض. ويتناول العدد أيضاً كيفية إعالة المستوطنات الفضائية لنفسها وحاجاتها لمصادر الطاقة والموارد والمياه والنباتات المعدلة وراثياً للصمود في مثل هذه البيئات القاسية.

النقد العلمي
العدد (106) يوليو 2019

ملف العدد <<<

استيطان الفضاء.. الأسئلة الحرجة
08
حازم محمود فرج

محطة قمرية ومصعد فضائي
14
د. محمد سيد علي حسن

استيطان الفضاء.. حلم البشرية في استكشاف المجهول
18
د. محمد رامي المعري

الكوكب الأحمر..آمال واعدة للاستيطان البشري
22
د. فادي مرقص

طقس الفضاء .. استراتيجية حيوية للوطن العربي
28
د. سليمان محمد بركة

استيطان الفضاء.. ودور المراصد المتطورة
32
د .علاء الدين عبد اللطيف

تركوا بصمات خالدة في الكون الفسيح.. علماء عرب في ميدان الفضاء
36
د. علي حويلي

من مقالات العدد <<<

الموت الرحيم..
حرية إنسانية أم جريمة أخلاقية
د. عماد رنكو 44

الاستدلال على الإنسان من أسنانه !
د. عبد الرحمن النمر 54

مسارات الكربون
في البحار والمحيطات
رجب سعد السيِّد 60

نجوم البحر .. في المياه الكويتية
داود الشراد 69

غازات الشعلة في المنشآت الصناعية
محمد الحسن 80

مجلة كيف تعمل الأشياء – سلسلة العقول الذكية:

إذا كنت تحب أن تعرف كيف تعمل الأشياء من السيارات إلى الأجسام الكاملة، فإن مجلة كيف تعمل الأشياء تحتوي على كل ما تريد معرفته عن عوالم مدهشة من العلوم الطبيعية والتكنولوجيا المتقدمة. يمكنك من خلال هذه المجلة [illegible] من الصور والأشكال التوضيحية الملونة.

ملف العدد

استيطان الفضاء

أخطار الانقراض وأحلام البشرية..

لماذا يهتم العلماء، ومن خلفهم بقية أبناء البشر، بأفكار وسيناريوهات ومشروعات مستقبلية، لا نعلم زمناً أو عنواناً لها بعد، ترسم صورة جديدة لمستقبل حياة للجنس البشري في مكان آخر سوى كوكب الأرض؟ هل هذا ممكن فعلاً؟ ولماذا يقلق هؤلاء العلماء بشأن هذه الفكرة أصلاً، ويعيدون الحديث عنها وعن ضرورتها وحتميتها الآجلة أو العاجلة؟

لكن هل يستطيع الإنسان فعلاً أن يغادر عرينه الأرضي ويستوطن الفضاء؟ وهل تملك دولة مفردة، أياً كانت، أو حتى عدة دول مجتمعة، قدرة إنجاز مشروع مثل هذا؟ الإجابة الواضحة والسريعة هي لا على الأغلب. فمشروع كهذا بحاجة إلى دراسات كثيرة وإعداد كبير وتضافر جهود معظم دول العالم أو جميعها دون استثناء. وهذا الملف يتطرق إلى موضوع «استيطان الفضاء» وآفاقه وفوائده واحتمالات حدوثه، والصعوبات التي قد تحول دون تحقيقه، والأخطار المحدقة به.

استيطان الفضاء..
الأسئلة الحرجة

محطة قمرية
ومصعد فضائي

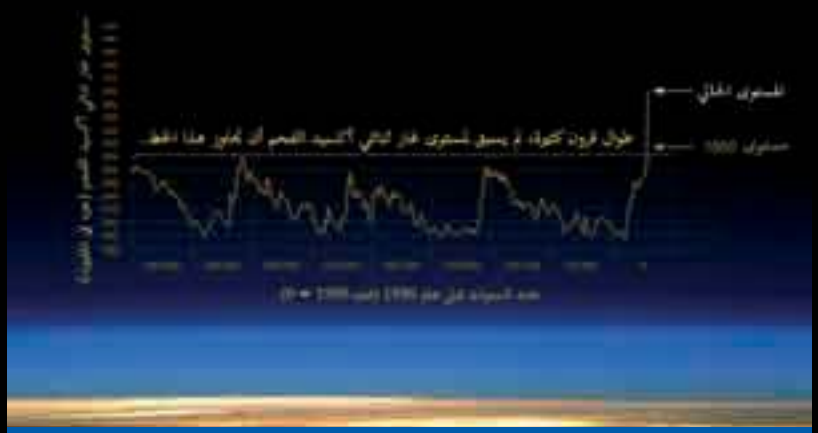
الكوكب الأحمر..
آمال واعدة
للاستيطان البشري

استيطان الفضاء.. الأسئلة الحرجة

حازم محمود فرج *

لماذا يهتم العلماء، ومن خلفهم بقية أبناء البشر، بأفكار وسيناريوهات ومشروعات مستقبلية، لا نعلم زمناً أو عنواناً لها بعد، ترسم صورة جديدة لمستقبل حياة للجنس البشري في مكان آخر سوى كوكب الأرض؟ هل هذا ممكن فعلاً؟ ولماذا يقلق هؤلاء العلماء بشأن هذه الفكرة أصلاً، ويعيدون الحديث عنها وعن ضرورتها وحتميتها الآجلة أو العاجلة؟

* باحث ومترجم متخصص في علم الفضاء والكونيات، له مقالات مترجمة ومؤلفة في عدد من المجلات العلمية (مصر)



في عام 2013، تجاوزت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في غلاف الأرض الغازي عتبة الـ 400 جزء في المليون، لأول مرة منذ قرون كثيرة.

استيطان الفضاء: لماذا؟

مثل غيره من الموضوعات المهمة في العلوم المعاصرة والمستقبلية، فإن استيطان الفضاء محل جدل علمي وخلافي كبير.

فبين قائل إن مستقبل الحياة البشرية، والحياة عامة، على كوكب الأرض يبدو بصورة قاتمة منذ الآن، وذلك لعوامل ما فتئت تزداد عدداً، مثل التغير المناخي والهجرات البشرية المرتبطة به، والصراعات والحروب التي لا تنتهي وما ينجم عنها من ازدياد الفقر وتفشي الأمراض ونزوح السكان، إلى الأنماط الصناعية والاستهلاكية الضارة بمحيطنا البيئي، وما تحدثه من انقراض أنواع كثيرة من الكائنات الحيوانية والنباتية، وإحداث تغيير غير مسبوق مدمر لبيئة كوكب الأرض براً وجواً وبحراً؛ وإننا لهذا كله لا بد أن نضطر إلى التفكير والإعداد بسرعة لسيناريوهات ومشروعات استيطان لمواقع أخرى بديلة في الفضاء غير كوكب الأرض قبل أن نرى نهاية الحياة كما نعرفها عليه.

وفي المقابل، هناك رأي آخر يشير إلى قدرة كوكبنا الأرضي على تأمين مقومات الحياة كلها عليه طوال ملايين كثيرة من السنين المقبلة، شرط أن نعمل جميعاً - ومنذ الآن - على البدء بإصلاح وحماية منظومته البيئية واستدامة دورتها الطبيعية التي تحفظ لنا حياتنا عليه.

آلة تنهض وكوكب ينحدر

كان لبداية عصر الآلة وثورتها الصناعية في أواخر القرن الثامن عشر أثر كبير في حياة المجتمعات البشرية. في الحقيقة، بعد بدء عمل أول آلة بخارية، لم تعد صورة الحياة في بريطانيا والمجتمعات الأوروبية الناهضة الأخرى كما كانت من قبل. أخذت تلك المجتمعات بالتحوّل الكبير إلى التصنيع، ومكننة الزراعة والإنتاج الزراعي، وتطوير صناعة الملابس والمنتجات الحياتية الاستهلاكية الأخرى بعد دوران أول محرك؛ وأدى هذا إلى زيادة عوائد تلك الدول وشركاتها الكبيرة في دورة لم تعد تقبل إلا بالنمو والتوسّع المطرد كماً ونوعاً وزيادة الأرباح، ولو على حساب أشياء أخرى أكثر أهمية. أخذت تلك الآلة، ومن يقودها، تلتهم موارد كواكب الأرض الأولية بنهم بالغ، وأتلفت أماكنها بصورة كارثية، ودون مراعاة لما يمكن أن ينجم من سلبيات أنماط الاستهلاك الجديدة. هكذا جردّت تلك الآلة مساحات كبيرة من الأرض من غاباتها المطيرة وغطائها النباتي الواسع الذي أدى دوراً تاريخياً بالغ الأهمية في حفظ التوازن الدقيق للبيئة والحياة فيها. كما اتجهت تلك الآلة إلى أنواع الوقود الأحفوري المختلفة التي احتاجت إليها من أجل عملها؛ وكان اعتمادها في البداية كبيراً جداً على الفحم الحجري الذي أحدث حرقه ما أحدثه من تخريب بيئي وبخاصة في غلاف الأرض

لعل العالم الروسي قسطنطين تسيولكوفسكي كان أول من تناول موضوع السفر إلى الكواكب الأخرى وتحدث عنه في أفكاره ومؤلفاته الكثيرة

وكالة (ناسا) أجرت عدة دراسات وعقدت عدة مؤتمرات للبحث في إمكانية تأهيل بيئة بعض الكواكب والأقمار في النظام الشمسي

الغازي، الذي امتد منه تالياً إلى محيطاتها وحياتها البحرية.

كان من الطبيعي أن تطال نتائج تلك الثورة والتحوّل الصناعي سلامة وأمن الحياة بصورة عامة على كوكب الأرض، والإخلال بتوازنه البيئي الدقيق. فقد أحدثت عمليات حرق أنواع الوقود الأحفوري زيادة كبيرة في نسب انبعاثات غازات الدفيئة، فقفزت نسبة غاز ثنائي أكسيد الكربون، على سبيل المثال، من قدر هو دون عتبة الـ 300 جزء في المليون في أواخر القرن الثامن عشر - أي تقريباً مع بداية الثورة الصناعية - إلى قدر تخطى عتبة الـ 400 جزء في المليون في عام 2013 (الشكل رقم 1)، وهي زيادة لم تحدث منذ أكثر من 400 ألف عام. يعرف العلماء وعامة الناس الآن أن غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي نضخه بجنون منذ أكثر من 200 عام في غلاف الأرض الغازي، هو أحد أخطر المتهمين في قائمة العناصر المتسببة بالاحتباس الحراري.

يحذر العلماء من مصير أرضي مشابه لمصير كوكب الزهرة إذا استمر مفعول الاحتباس الحراري.

صحة الكوكب

أثارت هذه النتائج السلبية قلق علماء البيئة والحياة على الأرض؛ فهم من يرصد ويسجّل ويوثق تسارع ذوبان الثلوج وانحسار الجليديات وارتفاع درجة حرارة المحيطات ومستوى ارتفاع مياهها ودرجة حامضيتها وتلوث بيئة أحيائها وغير ذلك من عواقب التغير المناخي والاحتباس الحراري وآثارها على صحة الكوكب.

ولعل أكثر الآثار السلبية التي تنذر بعواقب تغير مناخ كوكب الأرض وإتلاف بيئته الطبيعية يتمثل في تسارع معدل انقراض الكائنات الحية. إذ تشير أرصاد المؤسسات العلمية المختصة إلى زيادة غير مسبوقة في انقراض أنواع بكاملها من الكائنات الحية. فإضافة إلى حوادث الانقراض الطبيعي التاريخية التي حصلت في ماضي تاريخ كوكب الأرض، يتسبب الإنسان الآن بما بات يعرف باسم الانقراض الحديث الذي يحدثه من خلال الأنشطة البشرية المتنوعة.

وإذا ما لحظنا عامل التكاثر العددي السريع للبشر، الذي تضاعف في مدة تقل عن 50 سنة (من 3.7 بليون إنسان في عام 1970 إلى 7.6 بليون إنسان حاليا)، لأدركنا حجم الحاجة الكبيرة والمتزايدة لموارد الماء والغذاء والطاقة. وبالفعل، فإن هذه الحاجة البشرية الاستهلاكية المتنامية وتعاملها السلبي مع الموارد الطبيعية الأولية أخلا بتوازن المحيط البيئي للأرض، فزادت نسب انبعاثات غازات الدفيئة، وانحسر الغطاء النباتي الحيوي في أنحاء الكوكب كله. وفيما يتعلق بالعنصر البشري، يمكن أن نذكر، إضافة إلى العوامل المتعلقة بتدهور البيئة والمناخ التي يصنعها بيده، عوامل أخرى، أيضاً بشرية المنشأ، يسببها الإنسان لنوعه مباشرة، لعل أبرزها الحروب التي تأتي على ملايين البشر؛ ويكفي أن نذكر هنا أن الحربين العالميتين الأولى والثانية في القرن الماضي قد تسببتا بإزهاق حياة نحو من 100 مليون إنسان.

أين المفر؟

يعكس هذا الواقع صورة غير مشرقة لمستقبل كوكبنا والحياة عليه في أعين معظم العلماء، الذين بات كثير منهم يطالب بضرورة سرعة اتخاذ التدابير العلاجية والوقائية للواقع الحالي لكوكبنا. وفيما تتجه الخطط والتدابير العلاجية إلى شؤون البيئة لتدارك إصلاحها وإنقاذها، تتناول السيناريوهات الوقائية التي تأمل بنجاة النوع البشري وبقائه حياً أفكاراً متعددة: منها ما يتعلق بمعاهدات الحد من أسلحة الإبادة الشاملة ومنع الحروب، ومنها ما رأى ضرورة التفكير بجدية في الارتحال إلى كواكب أخرى غير الأرض واستيطان البشر لها بعد إعادة تأهيلها وإصلاحها. وفيما تجعل لاعقلانية السلوك البشري من الفكرة الأولى عبثاً أو حلماً،

عواقب التغير المناخي

تغدو الثانية منهما أكثر مدعاة للتفكير والتخطيط الجدي.

بدأت مثل هذه الأفكار في وقت غير بعيد بقدر بدايات القرن العشرين بصورة روايات خيال علمي تتحدث عن السفر بين الكواكب باستخدام الصواريخ والسفن الفضائية. لكن الطرح العلمي لم يتأخر بدوره عن تناول الموضوع أيضاً، وذلك بسبب مجيء عصر الطيران وتحليق الطائرات والصواريخ الأولى، وأيضاً لتطور علم الفلك وأرصاده للكواكب والأقمار الأخرى.

الرؤى الأولى

لعل العالم الروسي الكبير قسطنطين تسيولكوفسكي (1857-1935) كان أول من تناول موضوع السفر إلى الكواكب الأخرى وتحدث عنه في أفكاره ومؤلفاته الكثيرة، بل إن بعض العلماء يعتبره أول من تناول هذا الأمر بجد وإمكان تحقيقه. وكان للعالم تسيولكوفسكي إبداعات مذهلة بتصميم وتطوير محركات الصواريخ الفضائية التي لم يقدّرها أحد في حينه.

أما العالم السويسري فريتز زفيكي Fritz Zwicky (1898-1974) فقد مضى في الموضوع ذاته أبعد من ذلك بأفكاره الجريئة التي تحدثت عن تأهيل الكواكب الأخرى في النظام الشمسي وتحسين بيئتها لكي تصبح ملائمة لحياة الإنسان عليها. كما طرح أفكاراً أبعد وأغرب تحدثت عن تحريك، أو نقل، كواكب النظام الشمسي من مكانها حول الشمس ووضعها قرب نجم آخر قبل أن ينتهي عمر شمسنا.

وتناول عالم الفلك الأمريكي كارل ساغان (1934-1996) الفكرة ذاتها أيضاً، وتقدم باقتراح تأهيل وإعداد كوكب الزهرة ليصبح مناسباً للحياة البشرية؛ ودرس الروايات والأقوال التي تحدثت عن زيارات معاكسة قامت بها كائنات من حضارات كونية أخرى إلى كوكب الأرض، وافترض احتمال وجود أشكال حية من نوع ما على كواكب أخرى، وشجع وكالة ناسا على البحث عنها هناك. ومما يحسب للراحل ساغان، من جهة أخرى، هو وعيه كعالم بخطر الإبادة التي مثلتها أسلحة الدمار الشامل والتجارب النووية، والتي كثيراً ما اعترض عليها وناهضها وحذر منها وعمل على رفع الوعي البشري تجاهها.

في طريقها إلى الانقراض: تهدد الممارسات البشرية الخاطئة الكثير من الكائنات الحية على الأرض.

ربما يبدو عامل التكلفة لاستيطان الفضاء محبطا للبعض على الرغم من علمنا أن بقاء الإنسان يظل الأعلى والأهم

أما العالم ستيفن هوكنغ (1942-2018)، فقد عبّر أيضاً عن أفكاره بضرورة الارتحال في الفضاء من أجل تجنب خطر الانقراض على الأرض. وكان كثيراً ما يتساءل عن كيفية نجاة البشرية أو استمرار بقائها لقرن واحد قادم في ضوء الخراب والحروب والفوضى الهائلة التي يحدثها الإنسان في بيئته.

أخطار بشرية وكونية

للأسف، فإن الصورة التي نراها حاليا للواقع البيئي الحالي والقريب مستقبلاً للأرض لا تسر أحداً. من جهة أخرى، تذكر وكالات الفضاء العالمية بين حين وآخر خبر رصدها لجرم، أو كويكب من حجم ما، يعبر في الفضاء من مسافة قريبة نسبياً من كوكب الأرض، كانت في بعض المرات أقرب من قمرنا؛ وهو ما يدل على الخطر الكبير الذي تمثله على الأرض هذه الأجرام الشاردة في الفضاء. وعلى الرغم من أن عددها قرب أرضنا ليس كثيراً أو معروفاً بدقة، لكنه يذكّرنا بذعر بالغ بحادثة الاصطدام النيزكي الكارثي الذي حصل قبل نحو 65 مليون عام، وأتى حينها على معظم الأنواع الحية على سطح الأرض، خاصة كبيرة الحجم منها.

السويسري فريتز زفيكي (1898-1974) تحدث عن تأهيل الكواكب الأخرى في النظام الشمسي وتحسين بيئتها لكي تصبح ملائمة لحياة الإنسان عليها

وإذا أضفنا عامل زيادة أعداد البشر وتراجع موارد الغذاء ومياه الشرب، سنرى أنه يصبح لدينا من الأسباب ما يدفع فعلاً إلى جدية التفكير العلمي بموضوع استيطان الفضاء. ولهذا نرى وكالة الفضاء الأمريكية ناسا، على سبيل المثال، التي هي صاحبة الموازنة المالية الأكبر بين جميع وكالات الفضاء العالمية، أطلقت عدة دراسات ومؤتمرات علمية للبحث في إمكانات تأهيل بيئة بعض الكواكب والأقمار في النظام الشمسي. ومثل هذا المشروع الخارق، سيكون خارقاً أيضاً للموازنات المالية لجميع وكالات الفضاء العالمية. ويكفي أن نذكر - للمقارنة فقط - أن مشروع بناء محطة الفضاء الدولية، وهي التي تحلق في مدار أرضي قريب واحتفظت بوجود بشري دائم عليها منذ بدء عملها في المدار، قد التهم موازنة مالية فلكية بلغت أكثر من 150 بليون دولار، إضافة إلى نفقات تشغيلها المستمر حتى عام 2024 أو 2025، لتكون بذلك أغلى آلة صنعها الإنسان حتى الآن. من ذلك ربما يبدو عامل التكلفة وحده لمشروع استيطان الفضاء أو تأهيل كواكب أخرى محبطاً للبعض، على الرغم من علمنا وقناعتنا أن بقاء الإنسان يظل هو الأغلى والأهم بالطبع. لكن هل يستطيع الإنسان فعلاً أن

مشروع بنك سفالبارد لحفظ بذور النباتات والمحاصيل الزراعية هو مشروع عالمي يهدف إلى إنقاذ وحفظ بذور النباتات حماية لها من الأخطار المختلفة بهدف مساعدة البشرية على النجاة من كارثة مستقبلية.

يغادر عرينه الأرضي ويستوطن الفضاء؟ وهل تملك دولة مفردة، أياً كانت، أو حتى عدة دول مجتمعة، قدرة إنجاز مشروع مثل هذا؟ الإجابة الواضحة والسريعة هي لا على الأغلب. فمشروع كهذا بحاجة إلى دراسات كثيرة وإعداد كبير وتضافر جهود معظم دول العالم أو جميعها دون استثناء. سيكون من الضروري على جميع بلاد العالم أخذ الموضوع على محمل الجد ودراسته بإمعان، والتشارك تالياً في إطلاقه والالتزام بإنجاحه، فالخطر ماثل أمامنا، وقد يكون أقرب زمناً مما نتوقع.

استيطان الفضاء.. ومبادرة عربية

في سعيها إلى مواكبة التطور العلمي العالمي، والإسهام الفعّال في علوم استكشاف الفضاء وريادته، أطلقت الإمارات مبادرة نوعية في موضوع استيطان الفضاء لتكون الأولى عربياً بهذا الصدد. ففي فبراير عام 2018، وأثناء عقد أعمال (منتدى استيطان الفضاء) في دبي، أعلن عن إطلاق مبادرة (تحدي محمد بن راشد لاستيطان الفضاء) التي هدفت إلى دعم الأبحاث والدراسات ذات الصلة، من خلال إرساء منصة علمية عالمية لرعاية أبحاث جادة عن شؤون استيطان الفضاء وتمويلها، وتشجيع العلماء والمبدعين على إنتاج وإطلاق أفكارهم وإنجاح تجاربهم وتطبيقاتهم وتحويلها إلى حقيقة، بما يفضي مستقبلاً إلى إنشاء أولى البيئات الفضائية الملائمة لحياة الجماعات البشرية التي ستستوطنها. وسترعى تلك المبادرة دراسات تتعلق ببحث فرص وإمكانات تأهيل بيئات بعض الكواكب والأقمار بغية استيطانها بشرياً، ودراسة الفوائد المترتبة من هذه الأبحاث وتطبيقها على بيئة كوكب الأرض.

إن تأهيل كواكب وأقمار أخرى في النظام الشمسي وإعدادها لتصبح ملائمة لحياة البشر عليها واستيطانها لاحقاً قبل أن نرى أرضنا وقد فقدت ظروفها الحياتية الملائمة لنا، سيكون مشروعا عابراً - من حيث التكاليف - لموازنات معظم دول العالم، وسيكون عابراً أيضا لأجيال عديدة من البشر، وأجيال من العلماء والفنيين الذين سيكون عليهم إبداع تقانات جديدة وحلول فنية مبتكرة للتغلب على صعوبات هائلة. كما سيكون عليهم أن يبدعوا في خفض تكاليف المشروع ليصبح حقيقة واقعة يمكن لها أن تنقذ البشر فعلاً.

فالخيارات أمامنا ليست كثيرة، تماماً مثلما هو وقتنا. ■

في فبراير عام 2018، أعلن في دبي إطلاق مبادرة (تحدي محمد بن راشد لاستيطان الفضاء) بهدف دعم الأبحاث ذات الصلة

فيما تتجه الخطط إلى البيئة لإنقاذها تتناول السيناريوهات الوقائية التي تأمل بنجاة النوع البشري أفكاراً متعددة منها الارتحال إلى كواكب أخرى غير الأرض واستيطان البشر لها بعد إعادة تأهيلها وإصلاحها

محطة قمرية ومصعد فضائي

نعلم جميعا أن الحضور البشري الدائم والوحيد في الفضاء موجود حاليا في المحطة الفضائية الدولية التي تدور حول الأرض دورة كاملة كل 90 دقيقة، وهي مع ذلك ليست مكتفيةً ذاتياً، وتكلفة توصيل الإمدادات إليها مكلفة جدا.

وعلى الرغم من ذلك ما زال الإنسان يحلم ببناء مستوطنات فضائية ثابتة في المستقبل على القمر أو كواكب أخرى مثل المريخ، أو أقمار لكواكب أخرى مثل أقمار كوكب المشتري وربما أبعد من ذلك.

د. محمد سيد علي حسن *

لكن هناك جوانب عديدة تمنع تحقق هذا الحلم، وعلينا أخذها في الاعتبار قبل الشروع في استيطان أجرام سماوية أخرى غير الأرض أو حتى بناء محطات فضائية صناعية سيارة، سواء أكانت ستتنقل في مجموعتنا الشمسية أم ربما خارجها. وأهم هذه الجوانب أمران: الأول توافر بيئة مناخية وطبيعية تكون أقرب ما يكون لمثيلتها على كوكب الأرض، والأمر الآخر هو خفض الكلفة الباهظة اللازمة لبدء عملية استيطان البشر لأجزاء أخرى من الفضاء، التي يتمثل جزء كبير منها في عمليات نقل البشر والمعدات والإمـدادات لتلك المستوطنات الفضائية من الأرض.

القمر مستوطنة واعدة

يعد القمر هو المرشح الأول لإنشاء أول مستوطنة بشرية خارج كوكب الأرض لأسباب كثيرة؛ منها قربه إلينا من حيث المكان والبيئة، ولسابق معرفتنا به منذ سلسلة رحلات أبولو المأهولة التي كانت لا تستغرق سوى ساعات على سطح القمر أو أيام في مداره. وكان رائد الفضاء الأمريكي نيل أرمسترونغ أول شخص يمشي على سطح القمر خلال رحلة أبولو 11 التي جرت في 21 يوليو من عام 1969، وقال حينها جملته المشهورة بعد أن وطئت قدماه سطح القمر: هذه خطوة صغيرة بالنسبة لرجل واحد، لكنها قفزة عملاقة للبشرية. ومنذ ذلك الوقت لم تتوقف الجهود العلمية حول أفضل الطرق لاستيطان القمر ليكون أول مستوطنة فضائية دائمة للبشر، أو أن يكون نقطة انطلاق خارجية وارتكاز لاستيطان كواكب أخرى مثل كوكب المريخ أو ربما بعض الكويكبات. ولأن نقل كل مستلزمات إنشاء تلك المستوطنة القمرية أو أي مستوطنة فضائية أخرى أمر باهظ التكاليف ولا تستطيع الدول تحمله، كان لابد من البحث عن حلول مبتكرة. من ضمن هذه الحلول هو إيجاد ملاجئ طبيعية على القمر مثل الكهوف أو الأنفاق تصلح لتكون مستوطنات بشرية في المستقبل وبقليل من المواد والخامات المنقولة من الأرض إلى القمر.

* متخصص في هندسة الفضاء والنانوتكنولوجي، وأستاذ مشارك سابقاً في عدد من الجامعات اليابانية والمصرية، وباحث سابق في وكالة الفضاء اليابانية، (اليابان).

وعلى سبيل المثال، أعلنت وكالة الفضاء اليابانية (جاكسا) عبر موقعها الرسمي على الشبكة الدولية للمعلومات في 18 أكتوبر من عام 2017 أن فريقا دوليا يقوده يابانيون اكتشف عدة أنفاق على عمق يراوح بين بضعة وعشرات الأمتار تحت سطح القمر كانت في السابق عبارة عن أنابيب للحمم البركانية القمرية. تنتهي تلك الأنفاق بفتحات ظاهرة على سطح القمر تسمي بفتحات ضوء السماء Skylight Holes. منها على سبيل المثال، وجود نفق هائل ربما ينتهي بكهف في منطقة تلال ماريوس على الجانب القريب من القمر. هذا النفق يمتد مسافة تبلغ نحو 50 كيلومترا وبعرض 100 متر وهو موجود تحت سطح القمر بنحو 50 مترا مما قد يوفر موقعا محميا محتملا للبشر من الإشعاعات والظروف المناخية القاسية الموجودة على سطح القمر.

ويمكن بتجهيزات إضافية أن يكون هذا النفق إحدى القواعد المستقبلية لإقامة البشر على القمر لفترات طويلة، أو لتخزين المعدات والأدوات لرحلات فضائية تنطلق من القمر بدلاً من الأرض الأسهل في الهروب منه بسبب جاذبيته الضعيفة التي تعادل سدس جاذبية الأرض.

وجرى هذا الاكتشاف من خلال تحليل بيانات المسبار الفضائي الياباني سيلين Selenological and Eng-neering Explorer (SELENE) (أو كما يسمى باللغة اليابانية « كاجويا») الذي أطلقته جاكسا إلى الفضاء عام 2007 عن طريق الصاروخ الياباني إتش2-أ (H-IIA Rocket) ليدور المسبار من حينها وحتى الآن حول القمر لدراسة سطحه بشكل دقيق.

ويعتقد العلماء أيضا أن توافر تلك الأنابيب القديمة للحمم البركانية القمرية سليمة وفي بيئتها البكر سيسهل إجراء فحص علمي لمعرفة عملية تطور القمر منذ بداية تكونه.

نقل المعدات والإمدادات

تواجه وكالات الفضاء مشكلة كبيرة تتمثل في تكلفة نقل المعدات والإمدادات إلى الفضاء. وحالياً تقدر تكلفة نقل كل كيلوغرام بنحو عشرة آلاف دولار لكي يوضع في المدار الفضائي الأرضي المنخفض (400-2000 كيلومتر من سطح الأرض) وفي حدود 20 ألف دولار إذا كان سيرسل إلى المدار الأرضي المتزامن أو المدار الجغرافي الثابت (36 ألف كيلومتر من سطح الأرض). ومعظم تلك التكلفة سببها الخروج من الجاذبية الأرضية، ولاسيما أول مئة كيلومتر من سطح الأرض، وكذلك متطلبات نظم الحماية الضرورية من الحرارة الفائقة التي تواجه المركبات الفضائية أثناء عودتها إلى الأرض بسبب سرعتها الشديدة في اختراق الغلاف الجوي.

دعوني أشرح لكم هذا الجزء بالذات بطريقة مختلفة تجمع ما بين العلم والخيال. تخيلوا معي أن هناك عنكبوتاً عملاقاً آلياً أو معدلاً جينياً أراد أن يصنع مصعدا للفضاء بحيث يصعد صغاره إليه لاحقاً ومن بعدهم البشر. ثبّت هذا العنكبوت العملاق طرف خيطه في منصة ثابتة في المحيط الهادي موجودة على خط الاستواء وانطلق للفضاء على صاروخ بسرعة أعلى من سرعة الإفلات Escape Velo-ity (11.2 كيلومتر/ ثانية) من مجال الجاذبية الأرضية. وعندما وصل العنكبوت العملاق إلى المدار الأرضي المنخفض نفدت طاقة العنكبوت العملاق وأخذ يلف حول الأرض كل 90 دقيقة تقريباً لفة كاملة في حين أن الأرض تدور حول نفسها دورة كاملة كل 24 ساعة. وما حدث هو أن خيوط العنكبوت لفت حول الأرض عددا كبيرا من اللفات وأصبحت الأرض مثل كرة القدم «الشراب» المصنوعة من جورب بداخله حشو وملفوف عليه خيوط. وحتى تنجو الأرض من الظلام الدامس والدائم قرر العنكبوت قطع الخيط والعودة إلى الأرض على أن يعيد المحاولة لكن بطاقة أكبر تكفي للوصول إلى المدار الجغرافي الثابت. المدار الجغرافي الثابت هو مدار دائري على ارتفاع 35786 كيلومترا فوق خط الاستواء وفي نفس

هناك جوانب عديدة علينا أخذها في الاعتبار قبل الشروع في استيطان أجرام سماوية أخرى غير الأرض أو حتى بناء محطات فضائية صناعية سيارة

اتجاه دوران الأرض. وأي جسم في هذا المدار يكون له فترة مدارية تساوي نفس الوقت اللازم ليتم كوكب الأرض دورة كاملة حول نفسه (24 ساعة، أي يوم فلكي) ومن ثم يبدو كأنه في موقع ثابت لا يتحرك بالنسبة إلى المشاهد على الأرض.

أعاد العنكبوت العملاق المحاولة من جديد ونجح هذه المرة في أن يشبك الطرف الآخر من خيطه بكويكب صغير موجود بعد المدار الجغرافي الثابت، ثم طلب إلى صغاره الموجودين على الأرض أن يستخدموا نفس الخيط للصعود إليه، على أن يضيف كل واحد منهم خيطا جديدا إلى الخيط الأساسي الذي صنعه هو ليصبح الخيط أكثر سماكة، وليكون أيضاً ذلك الخيط هو الكابل اللازم لمصعد الفضاء Space Elevator الذي أتصور أن يستخدمه البشر في السفر للفضاء خلال المئة سنة المقبلة.

يعتقد كثير من علماء النانو تكنولوجي أن خيط العنكبوت الذي سيستخدم في هذا المصعد سيكون مصنوعا من أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes. CNTs) والغرافين (Graphene) لأنهما أخف كثيراً من الصلب وأقوى منه بمئات المرات. وهناك ميزة مهمة أخرى لاستخدام أنابيب الكربون النانوية والغرافين في عمل هذا الكابل وهي أن هذا الكابل، سيكون قادراً على توصيل الكهرباء للمصعد ولن نحتاج لأسلاك كهربائية. فهذا المصعد الفضائي سيحل محل المكوكات الفضائية الباهظة التكاليف بسبب تكلفة صيانتها المرتفعة وكذلك نظم الإطلاق الصاروخية نظراً إلى عدم إمكانية إعادة تكرار استخدامه بسهولة. دعوني مرة أخرى أذكركم أن هذه ليست قصة خيال علمي كما يتصور بعضكم، وإنما هو تصوري العلمي الذي شرحته في أحد المؤتمرات العلمية عندما سألني أحد الحضور عن إمكانية تنفيذ الحلم وهو الصعود إلى الفضاء بمصعد لتقليل التكاليف. ففكرة مصعد الفضاء قديمة لكن ما كان يحول دون البدء في تنفيذها هو الوزن الثقيل للكابل الفولاذي الذي يفترض أن يستخدمه المصعد الفضائي للصعود إلى الفضاء والهبوط مما كان سيقلل تكلفة النقل لكل كيلوغرام بشكل كبير، ولكن الفكرة كانت قد ألغيت بسبب عدم استطاعتنا استخدام كابل فولاذي من المحتمل أن ينهار تحت وطأة وزنه الثقيل، لأن طوله كان من المفترض طبقا للشرح المذكور آنفا أن يكون أكبر من 36 ألف كيلومتر! وها هي أنابيب الكربون النانوية والغرافين أعادت فكرة مصعد الفضاء للمسرح من جديد.

ويجدر بنا في نهاية هذا المقال أن نذكر أيضاً أن هناك عقبات أخرى كثيرة بجانب هاتين العقبتين اللتين تحدثت عنهما في هذا المقال يجب التغلب عليها. وفي رأيي الشخصي أهمها استخدام الهندسة الوراثية لتغيير الكائنات الحية لكي تصبح متكيفة مع بيئتها الجديدة والحياة في جاذبية ضعيفة حتى تتجنب الأخطار والأضرار وتستطيع الاستمرار والتكاثر لأجيال كثيرة. ■

أهم هذه الجوانب أمران: الأول توافر بيئة مناخية وطبيعية قريبة للأرض، والآخر خفض الكلفة الباهظة اللازمة لبدء عملية الاستيطان

استيطان الفضاء

حلم البشرية في استكشاف المجهول

د. محمد رامي المعري*

قبيل وفاته في عام 2018، تنبأ الفيزيائي الشهير ستيفن هوكينغ بأن أمام البشرية 100 عام فقط للعيش على الأرض، وأنّهم بحاجة إلى إيجاد أماكن أخرى في النظام الشمسي للحياة فيها. وقبل هذا التصريح بعام واحد تقريبًا، بدا هوكينغ أكثر تفاؤلاً في الإعلان عن أنه لا يزال أمام البشرية 1000 عام للعثور على مكان جديد قبل وقوع كارثة طبيعية (على سبيل المثال، ارتطام كويكب ضخم بالأرض).

* باحث في علوم الفضاء، وأستاذ في قسم علوم الأرض والكواكب بجامعة لندن، (بريطانيا)

لكن يبدو أن المخاوف المتزايدة بشأن تغير المناخ، والانفجار السكاني، ونقص الغذاء، وقرارات جيوسياسية (على سبيل المثال، اعتزام الولايات المتحدة الانسحاب من اتفاق باريس المناخي) هي التي دفعت هوكينغ إلى أن يكون أكثر تشاؤماً قبل وفاته، بعد أن أصبح جلياً أن البشرية قد تندثر بسبب أفعالها، وليس بكارثة طبيعية.

فوائد استيطان الفضاء

لطالما كان استيطان الفضاء بمثابة حلم للإنسانية لأن استكشاف المجهول سمة إنسانية أساسية تبدو متأصلة في جيناتنا. ومع ذلك، هناك أسباب أخرى للاهتمام بغزو الفضاء، لاسيما لمزاياه الاقتصادية الجذابة. على سبيل المثال، الهليوم (نظير عنصر الهيليوم) نادر جدًا على الأرض، لكنه متوفر على القمر. ويمكن استخدامه في الاندماج النووي، وقد يكون مصدرًا مهمًا للطاقة. من جهة أخرى، يحتوي حزام الكويكبات Asteroid Belt على عدد كبير من المعادن مثل الحديد والنيكل والبلاتين والذهب والمعادن النادرة. وحتى الكويكبات القريبة من الأرض Near-Earth Asteroids تحتوي على المياه ومعادن ذات قيمة اقتصادية كبيرة.

ولا يمكن أن نتجاهل حقيقة مفادها أن لاستيطان الفضاء فوائد جيوسياسية للبلدان التي «ستصل إلى هناك أولاً». وما علينا إلا أن نتذكر سباق الفضاء بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفييتي في الستينيات من القرن الماضي لنفهم سبب تركيز الكثير من الدول، مثل الصين والهند، على تحقيق التقدم التكنولوجي اللازم لاستكشاف الفضاء، وضخ المزيد من الأموال والموارد نحو هذا الهدف. ويلاحظ أيضاً أن الفوائد الاقتصادية حفزت الكثير من الشركات الخاصة مثل سبيس إكس SpaceX إلى محاولة الحصول على الوسائل التكنولوجية لاستيطان الفضاء، إضافة إلى ما يسمى التعدين الفضائي Space Mining للتنقيب عن الموارد السابق ذكرها. هناك أيضًا اهتمام أكاديمي كبير باستيطان الفضاء لأنه قد يتيح لنا المزيد من

يجب أن تكون المستوطنات الفضائية قادرة على إعالة نفسها وسيحتاج من يقيم فيها إلى مصادر للطاقة والموارد والمياه للبقاء على قيد الحياة

الفهم لكوكب الأرض، والبحث عن الحياة في مكان آخر في النظام الشمسي، وفهم كيفية تكوين نظامنا الشمسي بشكل أفضل.

إضافة إلى كل هذه الاعتبارات، فإن التطورات الأخيرة على كوكب الأرض تدفعنا إلى البحث بصورة واقعية عن وسائل للحفاظ على استمرارية الجنس البشري. وأصبح بديهياً أنه إضافة إلى الأخطار القادمة من خارج كوكب الأرض مثل الأجرام السماوية، التي تسببت على الأرجح في عمليات انقراض جماعية على مر التاريخ الجيولوجي للأرض، فإنّ هناك مخاوف اقتصادية متزايدة ناتجة من عدم القدرة على التحكم في النمو السكاني، والتغيرات المناخية المتفاقمة، واستهلاك الموارد الطبيعية، مما يجبرنا على البحث عن ملاذ جديد للإنسانية في أقرب وقت ممكن.

تحديات استيطان الفضاء

هناك العديد من العقبات التي يجب التغلب عليها قبل أن نتمكن من استيطان الفضاء بنجاح. على سبيل المثال، يجب أن تكون المستوطنات الفضائية قادرة على إعالة نفسها. سيحتاج من يقيم فيها إلى مصادر للطاقة، والموارد، والمياه من أجل البقاء على قيد الحياة بشكل مستقل عن الأرض. وإحدى المشكلات الكبيرة التي من شأنها أن تواجه المستكشفين هي الضرر الإشعاعي. نحن محميون على الأرض من الأشعة الضارة التي تأتي من الشمس بفضل حزام فان ألن الإشعاعي Van Allen Radiation Belt وطبقة الأوزون التي تحجز الكثير من الجزيئات والأمواج الضارة. ولكن في الفضاء الخارجي قد يتعرض البشر لجرعات مميتة من الإشعاع في وقت قصير نسبياً إذا لم تكن مستوطناتهم محمية بشكل جيد. ومن الجوانب الاجتماعية والفسيولوجية، لا نزال بحاجة إلى فهم أفضل لكيفية تكيف البشر لفترات طويلة من الزمن في عزلة نسبية

مواقع المستوطنات الفضائية

عندما يدور أي نقاش حقيقي حول مستقبل المستوطنات البشرية في الفضاء، فإن هناك هدفين يحظيان باهتمام كبير: قمرنا وكوكب المريخ. الراجح أن القمر سيكون أول جسم كوكبي يؤوي مستعمرة بشرية في المستقبل القريب لعدة أسباب؛ أولاً، إن قُرب القمر من الأرض يسهِّل الاتصال بينهما (خلال ثوانٍ) والسفر من القمر وإليه (في غضون أيام) إذا لزم الأمر؛ ثانياً، تحتوي المناطق القطبية القمرية على موارد للمياه على هيئة جليد يقبع في مناطق ذات ظلام مستديم؛ ثالثاً، قرب القمر من الأرض يعني أن أي مستوطنة على الجانب القريب من القمر (الجانب الذي يواجه الأرض دائماً) ستسمح للقاطنين بأن يروا الأرض باستمرار وبوضوح تام مما قد يسهم في تقليل إحساسهم بالعزلة.

من جانب آخر، يقدم المريخ هدفًا أكثر ملاءمة للاستيطان البشري على المدى الطويل؛ نظرًا لوجود غلاف جوي (على الرغم من أنه أرق كثيرًا من الأرض ويتكون بصورة أساسية من ثاني أكسيد الكربون) مما قد يساعد البشر على منحهم بيئة مشابهة نوعاً ما للأرض. إضافة إلى ذلك، فإن الجاذبية الأعلى للمريخ مقارنة بالقمر (على الرغم من أنها لا تزال 1/3 من تلك الموجودة في الأرض) قد تسهل حركة الإنسان وتقلل من التأثيرات الفسيولوجية الناتجة عن الجاذبية المنخفضة.

يحتوي المريخ أيضاً على الكثير الماء في شكل جليد قريب من السطح، وهو أمر يمكن أن يستخدمه البشر بسهولة. ومع ذلك، يطرح المريخ مشكلات صحية أكثر بسبب الإشعاع، كما أوضحنا سابقًا، ويتطلب رحلة أطول في الفضاء، ونظام هبوط أكثر تعقيدًا بسبب وجود غلاف جوي مما يؤدي إلى احتكاك حراري عال أثناء عملية الهبوط. لذا، حتى إذا كان المريخ يعتبر الخيار الأفضل على المدى الطويل، فمن المحتمل أننا سنستوطن أولاً القمر قبل تطبيق الدروس المستفادة منه على المستوطنات المريخية. وافتقار القمر إلى غلاف جوي وقلة جاذبيته، مقارنة بالأرض، يسهلان إجراءات الإطلاق للمركبات الفضائية التي قد تتجه إلى المريخ مباشرة بعد صنع الوقود اللازم للرحلة على القمر.

وفي بيئة معادية، والكيفية التي سيكون بها البشر قادرين على التفاعل اجتماعيا بطريقة بناءة مع جيرانهم المستوطنين تحت الظروف القاسية والغريبة البعيدة عن الأرض.

ومن الجانب التكنولوجي، يجب أن تكون منصات إطلاق الصواريخ وقدرات الإطلاق كفيلة بإرسال جميع المواد اللازمة لمساعدة المقيمين في الفضاء أثناء الفترة الزمنية التي يحتاجون إليها، حتى تصل مستوطناتهم إلى حالة مرضية من الاكتفاء الذاتي.

من سيستوطن الفضاء أولاً؟

لدى وكالات الفضاء الوطنية، مثل وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)، أهداف واضحة لإعادة البشر إلى القمر، وكذلك الذهاب إلى المريخ. وربما يكون اهتمام الولايات المتحدة المتجدد الواضح بالقمر ناتج من رغبتها السياسية في مواجهة التقدم الذي أحرزته في وقت قصير نسبيًا دول أخرى، ولا سيما الصين. ومع ذلك، فإن «السباق إلى الفضاء» الجديد لم يعد يقتصر على الوكالات الوطنية فحسب، بل إن لدى الشركات الخاصة التكنولوجيا اللازمة لتكون منافسا قويا في هذا السباق. على وجه الخصوص، حققت شركة سبيس إكس نجاحا كبيرا بكونها أول شركة خاصة تطلق مركبة فضائية إلى مدار الأرض (بما في ذلك تسليم حمولة إلى محطة الفضاء الدولية)، وبجهودها في تطوير نظام إطلاق قابل لإعادة الاستخدام. وتهدف الشركة إلى استيطان المريخ في المستقبل القريب. كمثال آخر، حاولت مركبة الفضاء الإسرائيلية «بيرشيت» التابعة لشركة خاصة الهبوط على سطح القمر في وقت سابق من هذا العام، لكنها تحطمت في نهاية المطاف. ومع ذلك، تشير هذه الجهود بوضوح إلى نية الشركات الخاصة استيطان الفضاء، ولاسيما لتحقيق عوائد مجزية إضافة إلى توفير رحلات سياحية للقادرين عليها.

جهود عربية

وفي ضوء الاهتمام الراهن باستيطان الفضاء، فإن العالم العربي لا يزال خارج هذا السباق. وقد اتخذت الإمارات العربية المتحدة أخيرًا خطوات كبيرة في استكشاف الفضاء من خلال عزمها إرسال مركبة فضائية للمريخ في عام 2020. لكن على وجه العموم، فإن العالم العربي بحاجة إلى القيام بجهود حقيقية لتطوير برامج الفضاء الوطنية واستقطاب الخبراء العرب في هذا المجال الذين يعملون في وكالات الفضاء الدولية. قد يكون أحد أهم وأفضل الأهداف الواقعية هو البدء بتطوير وكالة فضائية عربية موحدة، على نهج وكالة الفضاء الأوروبية المتحدة (ESA) لأن هناك العديد من الكوادر العربية التي يمكنها أن تساهم في نمو سريع لبرنامج عربي.

إن التقدم في تكنولوجيا الفضاء يتطلب أيضاً القدرة على إعداد وتدريب جيل جديد من العلماء والمهندسين، وهو ما يمكن تحقيقه من خلال تحسين التعليم التقني في الجامعات العربية، وتخصيص شهادات جامعية لعلوم الفضاء، وفي الوقت نفسه دعم الطلاب المحليين بمنح للدراسة في الخارج واكتساب الخبرات اللازمة لاسيما في المراحل الأولية.

أخيراً، يجدر بنا التذكير أن ما تم اقتراحه هنا لا يعني أننا يجب أن نتجاهل مشكلاتنا على الأرض وأن نبدأ في البحث عن غزو الفضاء. وأحد الانتقادات الرئيسية لاستيطان الفضاء هو أنه قد ينتهي بنا المطاف إلى أن ننقل مشكلاتنا إلى مكان مختلف. من الواضح أن التفكير في استيطان الفضاء يلزمه أيضاً التركيز على معالجة القضايا البيئية والاقتصادية التي تواجهنا على الأرض في المقام الأول. لكن من الضروري أن نعمل على كلا المحورين بالتوازي حتى نتمكن من إطالة أمد إقامتنا على الأرض بما يكفي لتطوير التقنيات اللازمة لاستيطان الفضاء، وحتى لا ينتهي بنا المطاف إلى تكرار الأخطاء نفسها على كوكب آخر! ■

عندما يدور أي نقاش حقيقي حول مستقبل المستوطنات البشرية في الفضاء، فإن هناك هدفين يحظيان باهتمام كبير: قمرنا وكوكب المريخ

حتى إذا كان المريخ يعتبر الخيار الأفضل على المدى الطويل فمن المحتمل أننا سنستوطن أولاً القمر قبل تطبيق الدروس المستفادة منه على المستوطنات المريخية

الكوكب الأحمر.. آمال واعدة للاستيطان البشري

د. فادي مرقص*

تفترض إحدى أكثر النظريات المقبولة على نطاق واسع عن نشأة الحياة على سطح الأرض أن الحياة ولدت في المحيطات ثم شقت طريقها إلى اليابسة؛ إذ إن المحيطات كانت تزدهر بالتنوع البيولوجي قبل أن تظهر أي علامة للحياة على اليابسة. ووفقا لعدد كبير من الأدلة العلمية التي نشرتها مجلات مرموقة، فإن حيوان التيكتاليك Tiktaalik، وهو من الأنواع الانتقالية بين الأسماك وفصيلة رباعيات الأطراف (حيوانات رباعية

* أستاذ هندسة الفضاء المشارك في كلية العلوم والهندسة - الجامعة الأمريكية بالقاهرة، (مصر)

ثمة شيء نعلمه يقينًا، وهو أن الطبيعة أدت دورًا رئيسيًا في تطور الأنواع على الأرض؛ فالطبيعة بشكل غير مباشر تملي علينا الاختلافات البيولوجية والسلوكية الأكثر ملاءمة، للبقاء على قيد الحياة في مختلف البيئات والحقب الزمنية. والكائنات التي فشلت في التأقلم مع تحديات الطبيعة توجد فقط في سجلنا الأحفوري؛ في حين أن تلك التي تمكنت من التكيف مع ظروف الطبيعة القاسية، ازدهرت واستمرت سلالتها في التطور على كوكب الأرض.

الطبيعة والجنس البشري

إن التحديات التي تواجه كوكبنا لا تقل في صعوبتها عن تلك التي واجهت من سبقنا. فعلى سبيل المثال، تشكل كل من ظاهرة الاحتباس الحراري، وذوبان الجليد القطبي، تهديدًا كبيرًا لكل المدن الساحلية. وإذا ما استمر سلوكنا البيئي في النهج نفسه، فإن الخطر سيطول المدن الداخلية عما قريب.

على صعيد آخر، تشكل الكويكبات تهديدًا كبيرًا البشرية، وأشكال الحياة الأخرى على الأرض. ووفقًا للمرصد الوطني لعلم الفلك البصري- The National Optical Astronomy Observatory، فإنه في عام 2028 سيمر الكويكب 1997FX11 قريبًا جدًا من سطح كوكبنا، غير أنه سيعبر بسلام من دون أن يصطدم بالأرض. لكن إذا تغير شيء ما وحدث أن اتجه نحونا، فإننا سنكون على موعد مع كويكب يبلغ عرضه ميلا، وينطلق بسرعة 50 ألف كيلومتر في الساعة، ليصطدم بكوكب الأرض. ومثل هذا الاصطدام سيولد طاقة هائلة تعادل تقريبًا قنبلة بحجم مليون ميغاطن، وهي كافية لأن تتسبب في انقراض معظم أشكال الحياة على سطح الأرض، بما في ذلك الحياة البشرية. بيد أن هذا السيناريو ليس جديدًا على كوكبنا، حيث يُعتقد أن اصطدام نيزك بسطح الأرض قبل 66 مليون عام تسبب في انقراض الديناصورات وإبادة 70% من الحياة البيولوجية على سطح الكوكب. ومثل هذه التهديدات الوجودية وغيرها الكثير تعد بمثابة ناقوس خطر يستدعي من البشر توسيع مداركهم، وتسخير قوتهم المعرفية والتكنولوجية من أجل أن يتمكنوا من زراعة بذرة للبشرية خارج الأرض.

والحياة على الأرض ليست سهلة الاستنساخ؛ فلقد استغرق كوكبنا قرابة أربعة بلايين سنة ليصل إلى التعقيد البيئي والبيولوجي الذي نشهده حاليا. ومع ذلك، فإن البدء ببيئة ناضجة، وبمساعدة التكنولوجيا البشرية، يمكننا من استنساخ الظروف الأساسية والضرورية لدعم الحياة خارج كوكبنا. وعلى الرغم من الأمور المتداولة في وسائل الإعلام عن توسيع نطاق الحياة، لتمتد إلى الكواكب الخارجية التي اكتشفت مؤخرا في مجرتنا، فإن الحل الأكثر واقعية هو أن نجد البيئة الواعدة داخل نظامنا الشمسي.

الكواكب المُؤهلة للحياة

هناك عدة شروط يجب استيفاؤها لدى أي جرم سماوي لتوفير بيئة صالحة لنشأة الحياة على سطحه؛ ثلاثة من أبرز هذه الشروط هي: وجود غلاف جوي، ومجال مغناطيسي، وامتلاك القدر المناسب من

الأرجل)، كان من أوائل الكائنات الحية التي زحفت خارج المحيط إلى اليابسة، مستخدمًا أطرافه الأربعة للسير على سطح الأرض. ويعتقد أن التيكتاليك ربما يكون سلفًا لمعظم البرمائيات والزواحف التي تجول كوكبنا حاليا. ولطالما سعت الحياة على الأرض إلى عبور حدودها التقليدية والتوسع في بيئات جديدة.

على الرغم مما يتداول عن توسيع نطاق الحياة لتمتد إلى الكواكب الخارجية التي اكتشفت مؤخرا فإن الحل الأكثر واقعية هو أن نجد البيئة الواعدة داخل نظامنا الشمسي

قوة الجاذبية. والغلاف الجوي لكوكبنا يحمينا من الإشعاعات الشمسية والكونية الضارة، ولولا طبقة الأوزون التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية الضارة لما ازدهرت الحياة على سطح الأرض. إضافة إلى ذلك، فإن الغلاف الجوي يحافظ على درجة حرارة ثابتة، فلا نجد تباينا كبيرا بين درجات الحرارة في النهار عن الليل، أما غيابه فسيجعل درجة الحرارة في النهار تتعدى 120 درجة سيليزية وتقل في الليل لتصل إلى 170 درجة سيليزية تحت الصفر، مما قد يجعل الحياة على الأرض أمرًا مستحيلًا.

ويعتبر المجال المغناطيسي درعًا واقيًا للكوكب؛ حيث يحجز الإشعاعات الضارة المحملة بالجسيمات المشحونة، ويمنعها من الوصول إلى سطح الكوكب، مما يساعد أيضًا على الحفاظ على الغلاف الجوي، وحمايته من التآكل عند تفاعله مع هذه الجسيمات القادمة من الشمس، أو النجوم المجاورة.

وأخيرًا، فإن مقدار الجاذبية التي يمتلكها كوكب ما، يحدد بشكل كبير إمكانية وجود الحياة على سطحه من عدمها. فكما هو معلوم من قانون الجذب العام -الذي وضعه نيوتن- فإن قوى الجذب تتناسب تناسبًا طرديًا مع كتلة الكوكب، مما يعني أنه كلما زاد ثقل الكوكب زادت قوة جاذبيته. وفي حالة الكواكب الصغيرة، مثل: كوكب عطارد، فإن صغر حجمه يؤدي إلى قلة جاذبيته، التي بدورها تمنعه من الحفاظ على غلافه الجوي لفترة طويلة. فلو لم نمتلك جاذبيتنا الأرضية لكنا فقدنا أيضا غلافنا الجوي منذ زمن طويل. لكن من ناحية أخرى، إذا كان كوكبنا أثقل بكثير مما هو عليه، فإنه كان سيمتلك مقدارا أكبر من الجاذبية، كما هو الحال على كوكب المشتري العملاق، فيتكون من حوله غلاف جوي سميك، محولًا الكوكب إلى كتلة غازية هائلة من دون سطح صلب لتقوم الحياة عليه، لذا يُعتبر الكوكب المتوسط الحجم -أي ما يقدر بثلث إلى عشرة أضعاف حجم كوكب الأرض- هو المناسب لنشأة الحياة على سطحه.

أهم 3 شروط لتوفير بيئة صالحة لنشأة الحياة على سطح أي جرم سماوي هي وجود غلاف جوي، ومجال مغناطيسي، وامتلاك القدر المناسب من قوة الجاذبية

آمال الكوكب الأحمر

على الرغم من أن كوكب المريخ يقع بعيدا إلى حد ما عن كوكب الأرض، حيث تستغرق الرحلة إليه ما بين 6 و 8 أشهر، مقارنة بالقمر الذي تستغرق الرحلة إليه نحو ثلاثة أيام، فإنه لا يزال يعتبر الوجهة الأقرب والأكثر جدوى لإقامة مستوطنة بشرية بعيداً عن كوكب الأرض. ويمتلك الكوكب الأحمر جاذبية بمقدار 40% من جاذبية الأرض، ما يجعله مناسباً للحفاظ على غلافه الجوي، والإبقاء على مياهه في حالة سائلة.

ومع أنه

يبدو لنا حاليا كصحراء حمراء واسعة، فإن هناك العديد من الدلائل العلمية القوية التي تؤكد أنه في مرحلة ما من الماضي السحيق كان عامرًا بالمحيطات والبحيرات والأنهار، مثلما هو الحال الآن على كوكب الأرض. وقبل أن نعيد بناء الغلاف الجوي، علينا أن نمنعه من النضوب. وكما ذكرنا آنفا فإن المجال المغناطيسي هو المسؤول عن حماية الأرض وغلافها الجوي من الإشعاعات الشمسية والكونية. ونظرًا لأن المجال المغناطيسي للمريخ غير قادر على حماية غلافه الجوي، فقد اقترحت وكالة (ناسا) وضع درع مغناطيسي ثنائي القطب Dipole Magnet في نقطة "لاغرانج إل-1 L1 Lagrange" المريخية، وهو ما سيمكن من تشكيل غلاف مغناطيسي اصطناعي يحيط الكوكب بكامله، ومن ثم يحميه من الجسيمات المشحونة، والرياح الشمسية والكونية.

وحاليا، تؤدي الانفجارات البركانية على سطح المريخ دورا مهما في زيادة سمك غلافه الجوي

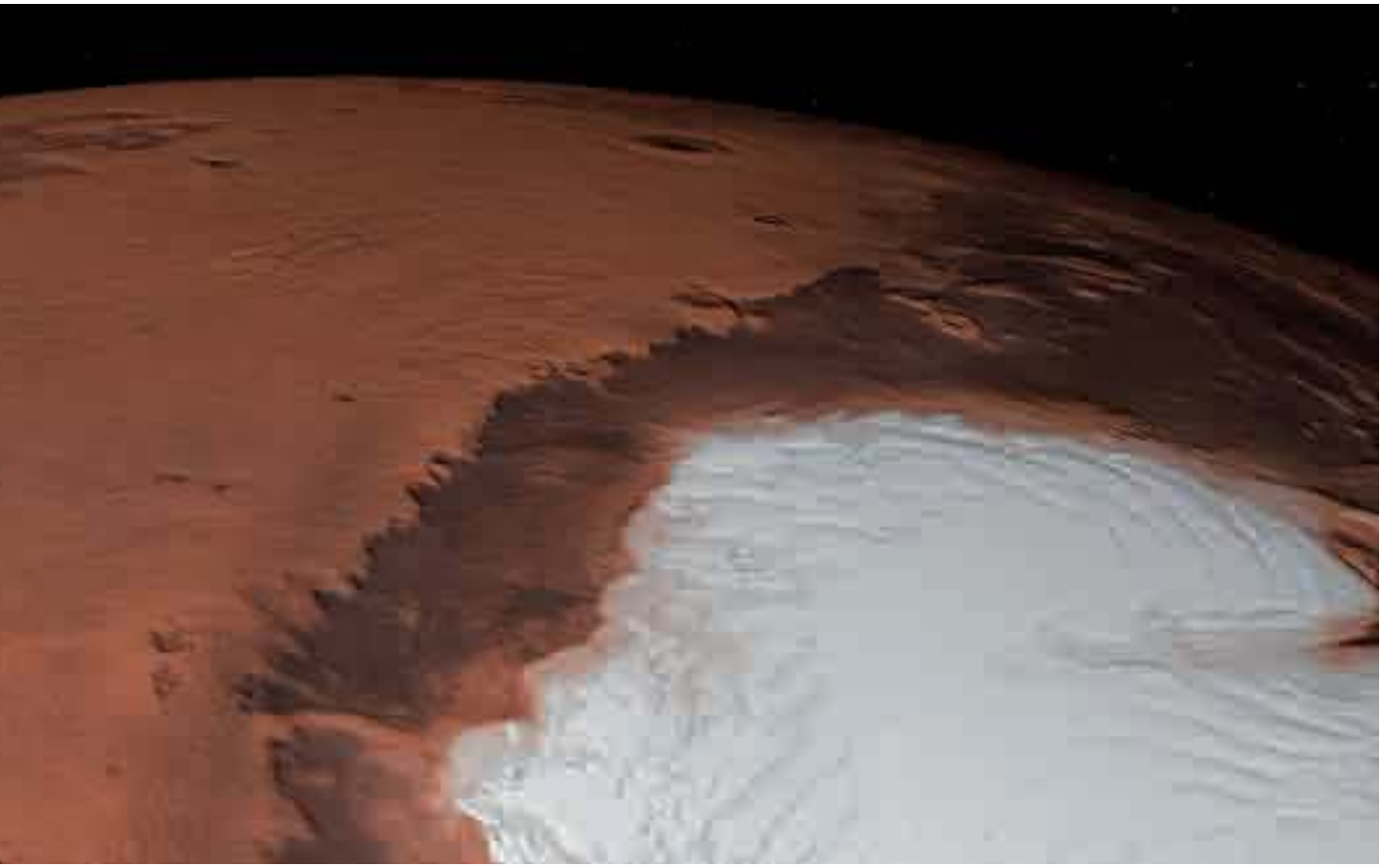
تحديات الحياة على المريخ

على الرغم وجود كوكب المريخ على أطراف النطاق الصالح للحياة فإن هناك تحديات خاصة تواجهنا للحياة على سطحه. وهو يمتلك غلافا جويا بيد أن معظمه يتكون من غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى 95%، كما أنه أقل سمكا بمقدار 100 مرة من الغلاف الجوي لكوكب الأرض، وهذا يجعله غير فعال في إبقاء الحرارة بداخله، والذي يؤدي بدوره إلى وجود تفاوت كبير بين درجات حرارة النهار والليل؛ ففي فصل الصيف تصل درجة حرارته في النهار إلى 20 درجة سيليزية وتنخفض في الليل لتصل إلى 70 درجة سيليزية تحت الصفر.

وينعكس ضعف الغلاف الجوي أيضا على انخفاض الضغط الجوي، الذي يؤدي إلى صعوبة وجود المياه في صورتها السائلة على سطح الكوكب، لكننا نجدها موجودة بكميات كبيرة على شكل جليد في القطبين الشمالي والجنوبي للكوكب الأحمر حيث تم اكتشاف أكثر من 21 مليون كيلومتر مكعب من الجليد على سطح المريخ، أو بالقرب من السطح، وهو ما يكفي لأن تغمر المياه سطح الكوكب بكامله لعمق يصل إلى نحو 35 مترا، ومن المتوقع العثور على المزيد من الجليد في الأعماق تحت سطح الكوكب.

ويحيط بالمريخ مجال مغناطيسي، لكنه أضعف بكثير من مجال كوكب الأرض، ومع ذلك فإنه يوفر بعض الحماية للكوكب من الإشعاعات الكونية النشيطة، لكنه لا يستطيع حماية الغلاف الجوي من التآكل، وهو ما يؤدي إلى ترقق سمكه بمرور الوقت. وعلى الرغم من كل ذلك، فإن العلماء يرون إمكانية إعادة المريخ إلى سابق عصره، حينما كان يمتلك غلافًا جويًا سميكًا، ومتوسط درجة حرارة مناسبا، ونسبا كبيرة من الأكسجين والنتروجين في غلافه الجوي، مع جريان المياه السائلة على سطحه.

وتتمثل خطة التحول في إيقاف استنفاد الغلاف الجوي للمريخ، وإعادة بنائه، مع زيادة غازات الدفيئة التي ستؤدي إلى الحفاظ على درجات حرارة مناسبة لمستوطنات بشرية، إضافة إلى زيادة كمية النتروجين والأكسجين، وإطلاق الماء المحاصر في الأغطية القطبية. وفي خلال 250 عاما سنكون قد استطعنا تحويل المريخ إلى كوكب يشبه كثيراً كوكبنا الأم. ويمكننا أن نجعل أناسًا يعيشون في قباب مضغوطة على سطح المريخ، مزودة بأنظمة دعم للحياة، في وقت قبل ذلك بكثير؛ لكن امتلاك مستوطنة ذاتية الاستدامة، مع إمكانات نمو عالية، يستدعي منا إعادة بناء الكوكب من البداية.



بغازات الدفيئة مثل الهيدروكربونات، لكن سرعان ما يتم فقدانها. ولكن مع وضع مغناطيس ثنائي القطب قرب مدار المريخ، سيعمل الكوكب طبيعيًا على زيادة محتويات غلافه الجوي، وهو ما سيرفع متوسط درجة حرارة الكوكب نحو أربع درجات سيليزية، وهي الدرجة الكافية لإذابة جليد ثاني أكسيد الكربون الموجود في الأغطية القطبية الشمالية للكوكب. وهذا من شأنه أن يتسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري، التي سترفع بدورها درجة حرارة الغلاف الجوي، مما يؤدي إلى ذوبان المياه المتجمدة في الأغطية القطبية الجنوبية للكوكب. وحينما تطأ قدما الإنسان على هذا الكوكب، يمكن استخراج غازات الكلوروفلوروكربون التي هي إحدى مجموعات غازات الدفيئة، وهو ما سيؤثر بشكل كبير على ارتفاع درجة حرارة الكوكب.

يُعتبر الكوكب المتوسط الحجم -أي ما يقدر بثلث إلى عشرة أضعاف حجم كوكب الأرض- هو المناسب لنشأة الحياة على سطحه

البكتيريا الزرقاء

أما أصعب التحديات التي ستواجه مهمة استيطان المريخ فهو رفع مستوى الأكسجين على الكوكب. سيحتاج المريخ إلى خطة مشابهة للتي مر بها كوكب الأرض في بداية نشأته، والتي رفعت مستوى الأكسجين عليه من 1% في بداياته إلى 21% حاليا.

مع تتبع الخطوات نفسها التي مرت بها الأرض، يمكننا استخدام البكتيريا الزرقاء سيانو بكتيريا Cyanobacteria لتكسير مركبات النتروجين في تربة المريخ، واستخدام عمليات البناء الضوئي لإنتاج الأكسجين، وإطلاقه في طبقات الغلاف الجوي. وقد استغرق هذا الأمر مئات الملايين من السنين حتى وصل كوكبنا إلى هذا المستوى المرتفع من الأكسجين، لكن يعتقد العلماء أن استخدام أنواع البكتيريا المعدلة جينيًا، يمكن أن يختصر الكثير من هذا الجدول الزمني. وأحد الحلول الواعدة الأخرى هو

الماء والنطاق الصالحان للحياة

يعد الماء هو العنصر الأساسي لنشأة واستمرار الحياة على ظهر الأرض، حيث أنه يمثل أكثر من ٦٥٪ من جسم الإنسان. كما أن الماء هو عنصر اساسي لمعظم التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تميز الكائنات الحية عن غيرها من الأشياء؛ فأينما وجدت المياه وجدت الحياة. واحتواء كوكب ما على المياه في صورتها السائلة هو دليل قاطع على أن درجة حرارته مشابهة لدرجة حرارة كوكب الأرض، مما يشير إلى إمكانية استضافة الحياة على سطحه.

وتبعد الكواكب المُؤهلة للحياة في مدارها حول نجمها مسافات محددة، فلا هي قريبة جدًا، مثل: كوكب عطارد، أو الزهرة، فتتبخر مياه سطحها، ولا هي بعيدة جدًا، مثل: المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون، فتتجمد مياهها؛ لذا نطلق على المنطقة الواقعة بينها اسم النطاق الصالح للحياة Habitable Zone، الذي يضم كوكبي الأرض، والمريخ فقط من بين كواكب مجموعتنا الشمسية.

إنتاج الأكسجين الجزيئي O_2، عن طريق انشقاق ثاني أكسيد الكربون باستخدام الأشعة فوق البنفسجية، أو التحليل الكهربائي. وهذه التجربة ستختبر لإنتاج الأكسجين الجزيئي على سطح المريخ من غلافه الجوي، عن طريق المركبة الفضائية «موكسي» MOXIE، المقرر إطلاقها في شهر يوليو 2020.

زراعة البذرة الأولى للبشرية

كما هو حال جميع الأنواع الأخرى على كوكب الأرض، فإن البشرية ليست بمنأى عن خطر التعرض للانقراض. وهناك فئة قليلة جدًا من الكائنات التي سكنت كوكب الأرض، استطاعت التغلب على تحديات الطبيعة، وكانت قادرة على التكيف لفترات طويلة عبر التاريخ البيولوجي لكوكبنا؛ في حين فشلت معظم الكائنات في مقاومة هذه التحديات. وما يميز الجنس البشري هو امتلاكنا القدرة المعرفية للوصول إلى تقدم تكنولوجي غير مسبوق، يسمح لنا بتشكيل مستقبلنا؛ لذا علينا أن نستخدم هذه القوة، ونكرس جهودنا لزرع بذرة جديدة للبشرية في الفضاء، وإعادة أمجادنا السابقة حينما نزحنا من إفريقيا واستوطنا بقية القارات السبع، لكن هذه المرة، لنغادر كوكبنا في رحلة البحث عن مستقبل جديد.

إن الأرض والمريخ يشبهان توأمين شقيقين غير متماثلين، نما كل منهما بعيدًا عن الآخر ببطء بمرور الوقت. يعتقد العلماء أنه لولا فقدان المريخ مجاله المغناطيسي قبل ثلاثة بلايين عام، لكان من الممكن أن يكون موطنًا لتنوع بيولوجي معقد آخر، يشبه مثيله على الأرض. ونمتلك حاليا التكنولوجيا اللازمة لتحويل المريخ إلى ما كان عليه في الماضي، ليصبح زرع بذرة للحياة على ظهر الكوكب الأحمر مسعىً وجوديًا للبشرية. ■

أصعب التحديات أمام استيطان المريخ هو رفع مستوى الأكسجين عليه وسيحتاج لخطة مشابهة لما حدث لكوكب الأرض في بداية نشأته

هناك دلائل علمية تؤكد أنه في مرحلة ما من الماضي السحيق كان المريخ عامرًا بالمحيطات والبحيرات والأنهار مثلما هو الحال الآن على الأرض

طقس الفضاء

استراتيجية حيوية للوطن العربي

د. سليمان محمد بركة *

تعد جميع الدول العربية جزءا لا يتجزأ من المنظومة الدولية الاقتصادية والاجتماعية فيما يتعلق باستخدام التكنولوجيا في النقل والمواصلات والاتصالات والأقمار الاصطناعية والطيران المدني والعسكري والبحث العلمي. لذلك فإن (طقس الفضاء) كعلم ومجال بحثي أصبح حاجة ملحة أكثر مما مضى، فيما يتعلق بحماية ممتلكات الدول، الأرضية منها والمحمولة جوا. وعلى الرغم من أن الوطن العربي يقع جغرافيا في المنطقة الممتدة من أقصى غرب المغرب العربي وحتى الخليج العربي، ويشمل إحداثيات خطوط الطول والعرض التي تقع - بشكل مبدئي- خارج تأثير الفضاء المباشر من خلال الجسيمات ذات الطاقة العالية والأشعة الكونية المنبعثة من الشمس أو من خارج المجموعة الشمسية،

* أكاديمي وباحث في علوم الفضاء في المعهد الوطني للفضاء التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا)، هامبتون، فرجينيا، (الولايات المتحدة)

العواصف المغناطيسية

للعواصف المغناطيسية أمثلة كثيرة، منها حادثة الهالووين التي وقعت في عام 2003 وتسببت في حدوث هزات هددت شبكة الطاقة في أمريكا الشمالية وعدد من المناطق الأخرى القريبة من القطب الشمالي، مما أدى إلى توقف عمل الأقمار الاصطناعية والملاحة والاتصالات.

إن ما سيحصل هو أن المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن الناتج من العاصفة الشمسية يولد تيارا كهربائيا متغيرا مع الزمن، وإذا كان هذا التيار قويا سيُحدثُ فرق جهد كبيرا بين الأنابيب وبين التربة يتخطى تكنولوجيا الحماية الكهربائية للأنابيب، مما يؤدي إلى حدوث تآكل فيها وانفجارها.

إن مثل هذه الحوادث تستوجب اهتمام الجامعات ومراكز الأبحاث في الوطن العربي ووزارات البحث العلمي والتعليم العالي لوضع استراتيجية للتطبيقات الفيزيائية في الفضاء، مثل فيزياء الشمس، والمجالات المغناطيسية بين الكواكب، والمجال المغناطيسي الكروي للأرض، وفيزياء المجال الجوي. ونعطي مثالاً على هذه الأهمية خمس بعثات فضائية عالمية هي: مشروع الفضاء الأوروبي Cluster space mission ومشروع الفضاء الأمريكي المتموضع في نقطة تعادل الجاذبية بين الأرض والشمس L1- Advanced Composition - Explorer -ACE، ومشروع المرصد الشمسي Solar Heliospheric Observatory-SOHO، ومشروع Solar Dynamic Observatory (SDO). ومشروع The NASA Magnetospheric Multiscale (MMS) Mission.

علم ناشئ

إن علم طقس الفضاء الناشئ حديثا (تبنته أوروبا عام 2004 تقريبا) هو محاولة علمية لفهم العواصف الفضائية وتأثيراتها المباشرة على البنية التحتية التكنولوجية لكوكب الأرض. والهدف منه هو الاستطاعة والقدرة على التنبؤ بطقس الفضاء وتجنب الأخطار الناتجة منه. ويمكن تعريف طقس الفضاء بأنه الظرف المكاني على الشمس وفي

المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن الناتج من العاصفة الشمسية يولد تيارا كهربائيا متغيرا مع الزمن

إذا كان التيار الكهربائي قويا سيحدث فرق جهد كبير بين أنابيب النفط وبين التربة يتخطى تكنولوجيا الحماية الكهربائية للأنابيب مما يؤدي إلى حدوث تآكل فيها وانفجارها

فإن بعض الجسيمات ذات الطاقة العالية تستطيع أن تكسر هذه القاعدة، ولا تصل فقط إلى المجال الجوي القريب من الأرض، بل تصل إلى الأرض حيث شبكات الضغط العالي الكهربائية، والأهم من هذا كله هو خطوط أنابيب البترول والغاز والمياه المصنعة من المعادن! فماذا سيحصل إذا حدثت عاصفة مغناطيسية؟

على الجهات العربية المعنية وضع استراتيجية للتطبيقات الفيزيائية في الفضاء مثل فيزياء الشمس والمجالات المغناطيسية بين الكواكب وفيزياء المجال الجوي

علم طقس الفضاء هو محاولة علمية لفهم العواصف الفضائية وتأثيراتها المباشرة على البنية التحتية التكنولوجية لكوكب الأرض

أضرار النشاطات الشمسية

أهم الأضرار المباشرة التي يمكن أن تنتج عن تأثير النشاطات الشمسية المفاجئة على كوكبنا، بعد أن أصبح عالمنا العربي في القرن الحالي يعتمد اعتمادا كبيرا على التكنولوجيا، هي.

- شبكات الاتصالات الخلوية
- أنظمة الملاحة GPS
- التبادلات التلفزيونية التجارية
- اتجاهات الأقمار الاصطناعية الخاصة بالاتصالات
- عمليات أنابيب نقل النفط
- أنظمة الطاقة في الأقمار الاصطناعية
- أنظمة الاتصالات الهاتفية البعيدة المدى
- الرادارات التي تعمل فيما فوق الأفق.
- أنظمة بث الراديو ذات الموجة القصيرة.

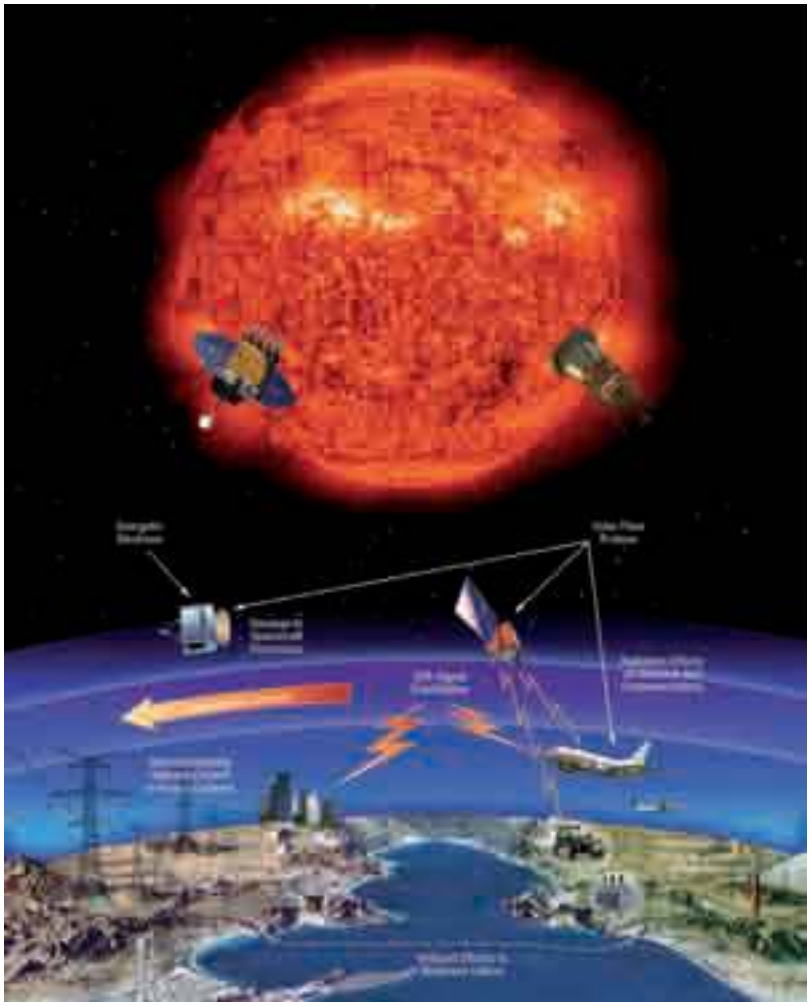
الرياح الشمسية وفي المجال المغناطيسي الكروي والمجال الأيوني والمجال الحراري الكروي المحيط بالكوكب، الذي يؤثر تأثيرا مباشرا على أداء وفعالية الممتلكات المحمولة جوا (مثل الطائرات والصواريخ والأقمار الاصطناعية) والأنظمة التكنولوجيا الموجودة على الأرض (مثل شبكات الاتصالات والضغط العالي وأنابيب النفط). وطقس الفضاء مصطلح مرتبط بالنظام الشمسي، ينتج من الجسيمات والإشعاعات المقذوفة من الشمس. والمنتج الرئيسي لهذه المقذوفات هو الرياح الشمسية والكتل الهالية الشمسية المقذوفة من سطح الشمس. وأصبح طقس الفضاء حاجة استراتيجية ماسة لجميع المجتمعات، سواء التي تنتج التكنولوجيا أو تستهلكها. فأي دولة فقيرة تمتلك حاليا أسطولا من الطائرات المدنية وشبكات اتصال سلكي ولاسلكي وشبكات تلفزة وراديو، وكلها تعتمد على بث الأقمار الاصطناعية التي يمكن أن تتأثر بالنشاطات الشمسية المفاجئة.

مجال جوي عنيف

بعد مسح شامل للنظام الشمسي بعدد كبير من الأقمار الاصطناعية والمركبات الفضائية في السنوات الـ 50 الماضية، تبين أن الناس يعيشون في مجال جوي ديناميكي عنيف للشمس يوفر الطاقة لاستمرار الحياة، لكنه من جانب آخر قد يسبب الخراب الشامل والدمار للأقمار الاصطناعية وأجهزة الاتصالات.

إن المشاهدات المنظمة والمتتابعة والمراقبة الحثيثة للظواهر الطبيعية، مثل الشفق القطبي والمجال المغناطيسي لكوكب الأرض والبقع الشمسية على سطح الشمس، تعتبر مجتمعة من العناصر التي انطلق منها علم طقس الفضاء. ومنذ الستينيات ومركبات الفضاء والقياسات الموضعية ينتج منها كميات هائلة من البيانات التي من المثبت، في المجتمع العلمي لفيزياء الفضاء، أن ديناميكية بلازما الفضاء (الحالة الرابعة للمادة، باعتبار أن 99% من الكون بلازما) في بيئة الفضاء المحيط بكوكب الأرض تقودها جسيمات الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي بين الكواكب، حيث تقذف الكوكب من الجهة المواجهة لنجمنا الشمس. و وكالات الفضاء، مثل ناسا الأمريكية، وفكا الروسية، وجاكسا اليابانية، وسنسا الصينية، وكنوس الفرنسية، وإيسا الأوروبية، تعتبر الاهتمام بطقس الفضاء أولوية قصوى للعقود المقبلة. وتأثير الرياح الشمسية على الكوكب يشمل قدرتها على إدخال ونقل كتل جُسيمية وطاقة وزخم حركي من الفضاء إلى حيز فضاء الأرض وحتى المجال الجوي لها.

إننا - نحن العرب - لا نملك ولا نشغل مركبات فضائية، سواء لاكتشاف الفضاء



أم لطقس الفضاء، لذا فإني أدعو جميع الزملاء في الجامعات ووزارات البحث العلمي والدراسات العليا في الوطن العربي إلى الاهتمام بهذا المجال من باب التوجه إلى البحث العلمي في فيزياء الفضاء ونمذجة طقس الفضاء بالتعاون مع الجامعات العالمية التي تعمل في هذا المجال، وتدريب طواقم شبابية لحماية مستقبل بلادهم العلمي والاقتصادي وحتى العسكري. فنحن لا نستطيع أن نبقى مستهلكين للمعرفة، بل يجب أن نشارك في صناعتها وتسخيرها لخدمة الأمة العربية.

مشروع مستقبلي

هناك مقترح مقدم من كاتب هذا المقال والزميلين الدكتور كيلي تشانص والدكتور رائد سليمان من مركز سميثسونيان للفيزياء الفلكية في جامعة هارفارد ببوسطن في الولايات المتحدة. ويتلخص المقترح في مشروع يسمى :(TEMPO:Tropospheric emission Monitoring of Pollution). وهو يعمل على قياس نسبة التلوث في الولايات الشمالية باستخدام أنظمة الطيف فوق البنفسجية والمرئية. كما باستطاعته قياس نسبة O_3 ، H_2O، $C_2H_2O_2$، H_2CO ، SO_2 ، NO_2، والغبار الجوي والأشعة فوق البنفسجية.

ويهدف هذا المشروع إلى حماية طبقة الأوزون من غاز ثاني أكسيد النتروجين وثاني أكسيد البروميد. وهذا مشروع استراتيجي، نوصي به، لكنه يحتاج الى إرادة سياسية وقرار سيادي أبعد بكثير عن داوئر البحث العلمي والجامعات ومراكز الأبحاث الخاصة والعامة. ■

أدوات بحثية مقترحة للدخول في مجال علم طقس الفضاء

1- المشاهدات العينية أو بواسطة مركبات الفضاء: وهنا نورد ما تقدم سابقا مثل مهمات الفضاء Cluster, ACE, SOHO, MMS, Themis, SDO ومهامها باختصار هي:

- Cluster: تابعة لوكالة الفضاء الأوروبية (إيسا) ومهمتها هي دراسة الخصائص الزمنية والمكانية للنشاطات ذات القياسات الصغيرة لبلازما الشمس القريبة من المجال الكروي المغناطيسي للأرض.
- ACE: لقياس عناصر ونظائر حالة الشحنة لأنوية العناصر من الهيدروجين إلى النتروجين.
- SOHO: لدراسة خصائص الشمس عن قرب.
- DSO: لدراسة التغيرات الشمسية وأثرها على الأرض.
- Themis: لدراسة العواصف الشمسية.
- MMS: أكثر مهمات الفضاء دقة، حيث تراوح القياسات الزمنية بين 30-150 ملي ثانية.

2- أدوات النمذجة الحاسوبية، وتشمل:

- النموذج الهيدرومغناطيسي الديناميكي Magnetohydr-dynamic model MHD
- النموذج الكاينتيكي الكهرومغناطيسي النسبي PIC-EM Relativistic Model.

استيطان الفضاء
ودور المراصد المتطورة

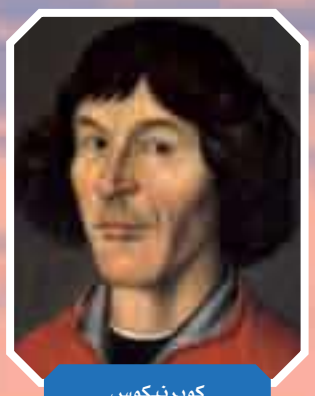
د .علاء الدين عبد اللطيف*

بعد أن هبط الإنسان على سطح القمر، وتحقق ذلك الحلم الذي لطالما راود البشرية، تسارعت وتيرة استيطان الفضاء مدفوعة بأخطار الانقراض بفعل نووي أرضي أو زيادة السكان على عشرة بلايين نسمة، وهو رقم ربما يمثل أقصى ما يمكن للأرض أن تتحمله.

* له أبحاث عديدة في مجال الفضاء، ويعمل أستاذاً في قسم الفيزياء – الجامعة الألمانية في القاهرة، (مصر)

من كوبرنيكوس إلى هابل

كانت الخطوة الأولى في علم الفلك الحديث بهذا الصدد هي نظرية عدم مركزية الأرض التي أعلنها كوبرنيكوس، المعروفة بمركزية الشمس أو «الهيليوسنترك»، التي لم تُقبل في حينها لافتقادها إلى الدعائم التجريبية والبيانات التي يمكن استخدامها لاختبار صحة النظرية.



كوبرنيكوس

تيكو براهي

براهي و"الملاحظة والمشاهدة"

يُعد تيكو براهي أحد أهم الفلكيين الذين رصدوا وراقبوا السماء باستخدام العين المجردة ومن داخل مرصد أسسه ملك الدنمارك فريدريك الثاني. وأتاح المرصد وأجهزته الفرصة لبراهي لتطوير البيانات الفلكية بهدف تحديد مواقع الأجرام السماوية. واستطاع دراسة حركة المذنبات ورصد واكتشاف أول سوبرنوفا (مستعر أعظمي) عام 1572. وبذلك أسقط النظرية الإغريقية التي تبنتها الكنيسة والقائلة بعدم حدوث أي تغير في السماء. وعلى الرغم من الإنجازات التي حققها براهي في علم الفلك فإنه لم يستطع تقديم معلومات وافية عن حركة الأرض.

كبلر وحركة الكواكب

واصل يوهان كبلر (1571-1630) إنجازات براهي. ولما كان كبلر تواقاً للوصول إلى نموذج رياضياتي هندسي للكون فقد استعمل نتائج وبيانات متاحة لوضع النموذج الهندسي لحركة الأجرام السماوية، فصاغ قوانينه الثلاثة الخاصة بحركة الكواكب في مدارات بيضاوية. وشهد عام 1690 المحاولة الأولى للإنسان لاستكشاف حركة كواكب المجموعة الشمسية لإثبات صحة نظرية كوبرنيكوس القائلة بعدم مركزية الأرض والتأكيد على صحة قوانين كبلر. وأجرى هذه المحاولة الفلكي الإيطالي غاليليو غاليلي. وهو أول شخص يوجه

شهد عام 1690 المحاولة الأولى التي أجراها الإنسان لاستكشاف حركة كواكب المجموعة الشمسية لإثبات صحة نظرية كوبرنيكوس

إن تسليط الضوء على مراحل تطور علم الفلك الحديث والتكنولوجيا المصاحبة لهذا التطور يساهم في فهم إشكالية استيطان الفضاء والوقوف على إمكانية تحقيقه.

استخدم غاليلي التلسكوب ورصد جبال القمر وحفره مما يعد ثورة علمية أدت إلى تغير كبير في فهم السماء ومحتوياتها

تلسكوبا نحو السماء عرف فيما بعد بتلسكوب الانكسار. ويتكون ذلك التلسكوب من عدستين على طرفي أنبوب يكون مساويا لمجموع أطوال البعدين البؤريين للعدستين.

وعلى الرغم من أن ذلك التلسكوب كان صغيراً وأن الصور التي كوَّنها لم تكن بالوضوح والتكبير الكافيين، فإن غاليلي كان قادراً على رصد الجبال والحفر على القمر، وتمكن من رصد شريط من الضوء المنتشر عبر السماء تم تحديده لاحقاً على أنه المجرة التي ننتمي إليها؛ مجرة درب التبانة. ويعد عمل غاليلي في النظر نحو السماء باستخدام التلسكوب ورصد جبال القمر وحفره وحركة المريخ حول الشمس ثورة علمية أدت إلى تغير شديد الأثر في الفكر الإنساني وفهمه للسماء وما تحويه، وهو ما يعرف بالثورة العلمية الكبرى الأولى.

غاليليو غاليلي

يوهان كبلر

ومن المعروف أن أكبر تلسكوب انكسار في العالم بني عام 1897 في خليج ويليامز بويسكونسن في الولايات المتحدة.

عصر نيوتن

في عصر إسحاق نيوتن الذي يعد من أهم عباقرة العلوم الفيزيائية ازدهر علم الفلك نتيجة لبناء واستخدام تلسكوبات أكبر وأكثر تعقيداً من سابقاتها. وكان للتقدم العلمي الذي شهدته الفيزياء على يد نيوتن أثر بالغ في التقدم التكنولوجي الذي مكن الإنسان من صنع تلسكوبات ذات خصائص فيزيائية فريدة وقدرات رصد وتكبير عالية، ومن ثم تمكن العلماء من اكتشاف العديد من النجوم وحساب المسافات النجمية.

وشكلت أفكار نيوتن ومفاهيمه الأساس لاستكشاف الفضاء؛ فقد قدم بقوانينه الثلاثة للحركة وفهمه للكتلة والقصور

تطور التلسكوبات

مر علم الفلك بمراحل تطور كبيرة أدت إلى تراكم معرفي قادنا للانتقال من الاستكشاف إلى غزو الفضاء، ومن ثم السعي نحو استيطان الفضاء. ومثّل التلسكوب مرحلة متطورة في الحصول على معارف فلكية. ولا يزال العلم مستمرا في تطوير قدراتنا لرؤية الأجسام السماوية، بما فيها تلك الخافتة الإضاءة، وتحليلها تحليلاً دقيقاً.

ونتيجة لذلك فإن علم الأرصاد الفلكية الحديث مستمر في إمداد العلماء ببيانات متعلقة بالطبيعة الفيزيائية للكون الذي نعيش فيه. وفي سبيل ذلك استخدم علم الفلك الرصدي الضوء والطيف الكهرومغناطيسي والإشعاعات الكونية التي ترصدها وتقيسها أجهزة الرصد المستخدمة في المجال النووي. واستخدمت التلسكوبات الضوئية والراديوية في استكشاف الفضاء، كما استخدمت كواشف الإشعاعات النووية في رصد الإشعاع الكوني. وأدى التقدم في الاستكشاف إلى وضع الإنسان قدمه على القمر، ومن ثم تطور الرحلات الفضائية من رحلات لمرة واحدة إلى رحلات متعددة باستخدام مكوك الفضاء.

واستلزمت الرحلات المكوكية إنشاء المحطات الفضائية التي يُرسل إليها رواد الفضاء لإجراء مهمات ودراسات استكشافية في مختلف العلوم.

الذاتي الأساس العلمي لعمل الصواريخ. وكانت نظريته في الجاذبية العامة الأساس الفيزيائي لاستنتاج قوانين كبلر على أسس أكثر رسوخا.

المطياف وتركيب الأجرام السماوية

في القرن التاسع عشر، استخدم علماء الفلك أداة جديدة تسمى المطياف لجمع معلومات حول التركيب الكيميائي للأجرام السماوية ودراسة حركاتها.

وطور علماء الفلك في القرن العشرين التلسكوبات. لكن تلك التلسكوبات المكبرة لم تتمكن بعد مدة من تحسين فهمنا ونظرتنا للأجرام السماوية بسبب الغلاف الجوي للأرض؛ إذ يعمل ذلك الغلاف على تشتيت الأشعة الضوئية المكونة للصورة التي نتلقاها باستخدام التلسكوب من قواعد أرضية محاطة به. وحلم علماء الفلك بوجود مرصد في الفضاء خارج الغلاف الجوي للتغلب على مشكلات التشتت والانكسار وامتصاص الضوء. وقدم هذا المفهوم واقترحه عالم الفلك ليمان سبيتزر في الأربعينيات من القرن الماضي، مقترحا أنه من موقع أعلى من الغلاف الجوي للأرض، سيكون التلسكوب قادراً على استقبال الضوء من النجوم والمجرات وغيرها من الأجسام الموجودة في الفضاء قبل امتصاصه او انكساره أو تشويهه، وستكون الصورة أكثر حدة وتمييزا بكثير من الصور التي نحصل عليها باستخدام أكبر تلسكوب على سطح الأرض من داخل الغلاف الجوي. ونتيجة للتطوير المستمر فإن المراصد تمد العلماء بالطبيعة الفيزيائية والخواص الكيميائية للفضاء.

حلم أصبح حقيقة

في سبعينيات القرن الماضي، بدأت وكالة الفضاء الأوروبية والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) العمل معاً لتصميم وبناء ما أصبح معروفا بتلسكوب هابل الفضائي. ففي 25 إبريل 1990، وضع خمسة رواد فضاء على متن مكوك الفضاء ديسكفري تلسكوب هابل في مدار يبعد نحو 660 كم فوق سطح الأرض. والصور غير المسبوقة التي قدمها هابل حققت حلما انتظره العلماء طويلا.

أرسل هابل إلى مداره حول الأرض لمهام محددة أهمها:

1. استكشاف النظام الشمسي.
2. قياس عمر وحجم الكون.
3. البحث عن جذورنا الكونية.
4. رسم خريطة لتطور الكون.
5. كشف أسرار المجرات والنجوم والكواكب والحياة نفسها.

استكشاف الفضاء

يتم استكشاف الفضاء حاليا إما عن طريق المركبات الفضائية المأهولة وغير مأهولة (باستخدام الروبوتات)، أو المراصد من خارج الغلاف الجوي للأرض.

وتستخدم المعلومات المكتسبة من هذه الاستكشافات لتزيد من معرفة الإنسان بالكون. ومع التقدم في مجال الصواريخ والإلكترونيات تمكن البشر من إرسال معدات وحيوانات إلى الفضاء الخارجي.

وشكل استكشاف الفضاء، ثم القدرة على إرسال المعدات والإنسان والحيوان في رحلات فضائية، إثارة عقلية للكثير من الناس، فبدأ الحلم يكبر ويزداد الطموح في استيطان الفضاء لاسيما مع وجود دوافع عديدة لذلك أهمها احتمال انقراض الجنس البشري، وعدم كفاية الموارد المتاحة على الأرض لأكثر من عشرة بلايين نسمة، واحتمال تعرض الأرض للاصطدام بأجسام كونية تقضي على الحياة. وهكذا اتجهت الدول نحو المستوطنات الفضائية للحفاظ على الجنس البشري من الانقراض. وهذه المستوطنات تقسم إلى ثلاثة أنواع هي المستوطنات المدارية، والمستوطنات القمرية، والمستوطنات المريخية. ■

شكلت أفكار نيوتن ومفاهيمه الأساس لاستكشاف الفضاء وكانت قوانينه الثلاثة للحركة وفهمه للكتلة والقصور الذاتي الأساس العلمي لعمل الصواريخ

علم الفلك مر بمراحل تطور كبيرة أدت إلى تراكم معرفي قادنا للانتقال من الاستكشاف إلى غزو الفضاء، ومن ثم السعي نحو استيطانه

تركوا بصمات خالدة في الكون الفسيح

علماء عرب في ميدان الفضاء

د. علي حويلي *

قدر لكوكبة من العلماء العرب أن يتألقوا كرواد في علوم الفلك والفضاء، وأن يستكشفوا أسرار الكون، وتخلد إنجازاتهم في سجلات الفضاء الكونية، لا سيما في تسيير المركبات الآلية (روبوتات الفضاء) أو الرحلات الاستكشافية لمعالم الكواكب والمجرات والنجوم. ويجدر التنويه هنا بالعنصر النسائي العربي الذي غير الصورة النمطية للمرأة، وسجل إنجازات مهمة في علوم الفضاء.

واستفادت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) من إنجازات هؤلاء العلماء، كتصدير الصواريخ السريعة المزودة بالبلازما أو المحاولات الرامية إلى استيطان القمر أو المريخ، وشكلت أحد الروافد المهمة التي تثري منظومة العلم في العالم.

واللافت أن معظم العلماء العرب ما زالوا يقفون بصلابة ضد كل أشكال التغريب رغم اكتسابهم جنسيات أجنبية؛ فهم ما زالوا يتواصلون مع أوطانهم الأم ويترددون على جامعاتها ويرفدونها بتجاربهم وخبراتهم، ويسعون إلى تطويرها ونهضتها.

* باحث وأكاديمي لبناني مقيم في كندا، له عدة كتب عن العلماء العرب المقيمين في المهجر وإنجازاتهم المتميزة، (كندا).

شارل العشي

من مدينة رياق في البقاع اللبناني إلى وكالة الفضاء والطيران الأمريكية (ناسا) و(مختبر الدفع النفّاث)، رحلة تمتد عشرات السنين، تألق خلالها شارل العشي عالماً في فيزياء الفلك ورائداً في استكشاف الفضاء وأسرار المنظومة الشمسية وملاحقة الكواكب والنجوم. وكرّمته (ناسا) بإطلاق اسمه على الكويكب 1614، فصار جزءاً من الفضاء الكوني.

ترعرع العشي في كنف أسرة محبة للعلم، وأولع في طفولته بمشاهدة النجوم والكواكب ورصد حركاتها. حصل على البكالوريوس في الفيزياء من جامعة (غرينوبل) الفرنسية، وعلى الماجستير (1969) والدكتوراه (1971) في العلوم الكهربائية من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا. ثم نال شهادتي ماجستير في إدارة الأعمال (1978) والجيولوجيا (1983).

أثناء تحضيره لشهادة الدكتوراه، عيّن في مختبر الدفع النفاث، وتدرّج في العمل هناك، بعد حصوله على الدكتوراه، إلى

تألق العشي عالماً في فيزياء الفلك ورائداً في استكشاف الفضاء وأسرار المنظومة الشمسية وملاحقة الكواكب والنجوم وكرّمته (ناسا) بإطلاق اسمه على الكويكب 1614

أن عيّن في عام (2001) مديرا لذلك المعهد الذي يضم نحو خمسة آلاف عالم ومهندس يعملون في اكتشاف الفضاء، لاسيما طُرُق إرسال الأقمار الاصطناعية لدراسة الكواكب وجيولوجيتها.

في عام 1978، تسلّم العشي مسؤولية تجهيز مكوك فضاء يتخصّص بالتصوير الراداري، بحيث يدور حول الأرض ويراقبها ويصوّر مكوناتها الجيولوجية من الفضاء. وساهم في اكتشافات جيولوجية شملت صحارى مصر والأردن وشبه الجزيرة العربية والصين وغيرها. وتركزت بحوثه على اكتشاف مدن مدفونة تحت الأرض والتعرف إلى طرق التجارة القديمة واتجاهاتها. وابتكر نُظُم استشعار من بُعد، ساهمت في نجاح مركبات الفضاء الأمريكية التي هبطت على المريخ، مثل (فايكينغ) عام 1976، ثم روبوتي الفضاء (سبيريت) و(أبورتشونيتي) عام 2004.

في عام 2004، ولّته (ناسا) مسؤولية برامج المركبات الفضائية الآلية (روبوت الفضاء). ويقول العشي: "نحن أمام تساؤلات كبيرة. ولم نصل حتى الآن الى إجابات علمية قاطعة عنها. لقد عثرت الروبوتات التي أرسلت إلى المريخ وبعض الأقمار التابعة لكوكب الزهرة وزحل، على بحيرات وبحار وبترول جليدية. سيستمر إرسال المركبات للتأكّد مما يحويه باطن المريخ، وتلك مهمة تتكرر كل سنتين أو 26 شهراً...ومن يدري؟، ربما بعد 100 أو 200 سنة تصبح الهجرة إلى المريخ شبيهة بالهجرة إلى الولايات المتحدة"!

ويضيف "إذا كان هناك بلايين الكواكب فلماذا لا توجد الحياة إلا على كوكب الأرض؟ علمياً ومنطقياً، ثمة احتمال مفاده أن بعض الكواكب فيها أشكال حيّة، وليس بالضرورة أن تتشابه مع ما نعرفه على الأرض...عندما نملك تكنولوجيا متطورة، ربما نستطيع استطلاع الـ 2000 أو 3000 نجم الأقرب إلينا، كي نرى إذا كان لديها كواكب تدور حولها. وإذا تأكدنا من وجود كوكب يشبه الأرض، بمعنى وجود ماء وهواء ومواد عضوية، نستطيع أن نقارنه بالحياة على الارض. ربما يحدث ذلك في العقد المقبل". ويتابع: "إذا توقّف الحلم تنعدم الحياة...جميع أعمال الفضاء بدأت أحلاماً. وشخصياً، أحلم بإرسال مركبات فضائية إلى كواكب قصيّة تشبه الأرض...أحلم أيضاً بوضع محطة علمية دائمة على المريخ".

جميع أعمال الفضاء بدأت أحلاماً. وشخصياً، أحلم بإرسال مراكب فضائية إلى كواكب قصيّة تشبه الأرض... أحلم أيضاً بوضع محطة علمية دائمة على المريخ

ابتكر نُظُم استشعار من بُعد ساهمت في نجاح سفن الفضاء الأمريكية التي هبطت على المريخ، مثل (فايكينغ) عام 1976، ثم روبوتي الفضاء (سبيريت) و(أبورتشونيتي) عام 2004

جوائز

شارك العشي في نحو 300 بحث ودراسة علمية، جلّها في التصوير الراداري والاستشعار من بُعد والنظرية الكهرومغناطيسية. وألف ثلاثة كتب عن نظام الاستشعار من بُعد. وحصل على جوائز عدة منها: (أفضل القادة الفضائيين في أمريكا) (2001)، و(جائزة فيليب حبيب للتميز في الخدمة) (2006)، و(جمعية رواد الفضاء الأمريكية) (2005). ومنحه لبنان (وسام الأرز برتبة ضابط) (2006).

إدغارشويري

يعتبر إدغار شويري الذي عمل في وكالة (ناسا) مدة طويلة أحد كبار العلماء اللبنانيين المنتشرين في دنيا الاغتراب. لَمَعَ نجمه في الفضاء الأمريكي رائداً في علومه وتقنياته، ومُصمّماً مبدعاً لمركباته، ما جعله مصدر فخر للبنانيين والعرب.

ولد في مدينة طرابلس عام 1961، وتَرعرع في بيت مُحب للعلم وأهله، ومنذ صغره أولع بأخبار الفضاء. حصل على البكالوريوس في الهندسة الفضائية، ثم الماجستير من جامعة (سيراكوز) الأمريكية. وأتبعهما بشهادتي الماجستير والدكتوراه في الهندسة الفضائية والعلوم الفيزيائية من جامعة (برنستون) في نيويورك.

الشغف بمركبات الفضاء

بدأ شويري بحوثه العلمية في مختبرات جامعة برنستون، مُركّزاً اهتمامه على محركات دفع المركبات الفضائية. فوضع تصاميم مبتكرة لها، في سياق دراساته النظرية والتطبيقية لاكتشاف أسرار الكون. وفي عام 1993 وجدت بحوثه طريقها إلى التطبيق من خلال مشروع مكوك الفضاء الأمريكي والقمر الاصطناعي الروسي «إيبكس» Apex . ومنذ 1996، تدرّج شويري في السلك الأكاديمي لجامعة برنستون. فعُيّن في مناصب عدة حتى تولى إدارة (مختبر الدفع الكهربائي وديناميكية البلازما) الذي تموله (ناسا).

وتتمحور بحوث شويري حول اكتشاف المزيد من المعلومات للوصول إلى كوكب المريخ من طريق تطوير المحركات التي تدفع المركبات الفضائية وتُسيّرها، كي تصبح أكثر فعالية.

مُدن الكواكب الكونية

يوضح شويري أن مركبات البلازما تمهّد الطريق لإطلاق مركبات فضاء بأحجام كبيرة والقيام برحلات استكشافية في الكون تستمر شهوراً. وكذلك تؤهلها محركاتها لنقل معدات ثقيلة قد تستعمل مستقبلاً في بناء مدن ومنازل وفنادق على سطح القمر، أو حتى بعض الكواكب السيّارة. وفي سياق إنجازاته المتصلة بالدفع بالبلازما، أطلق شويري تصميماً لصاروخ من نوع جديد، سمّاه (فارد)، يعمل بطريقة تحرص على ألا تمس البلازما الجدار الداخلي للصاروخ، الأمر الذي يؤدي إلى إطالة عمر الصاروخ وزيادة فعاليته، ورفع قدرته على الوصول إلى كواكب بعيدة.

نال شويري عدداً كبيراً من الجوائز التقديرية مثل (جائزة الخدمة المتميزة في مجال الدفع الكهربائي) (2008) من (المعهد الأمريكي للملاحة الجوية والفضائية)، و(جائزة الاحتراق والدفع الكهربائي) (2002) من (حلقة العمل الدولية) في نابولي (ايطاليا). وفي 2004، حاز وسام الاستحقاق من درجة فارس من لبنان.

ويتضمن رصيده العلمي نحو 150 مقالة علمية منشورة في مجلات وموسوعات متخصصة، وعشرات المحاضرات والندوات والمؤتمرات الدولية والعربية.

جورج حلو

منذ صغره ، ومن تلال بلدته جزين في لبنان، كان جورج حلو الأمريكي اللبناني مولعا بتأمل النجوم والكواكب ومواكبة أسرارها في بطون الكتب والمجلات العلمية، دون أن يدور في خلده حينذاك أنه سيصبح ذات يوم على لائحة المشاهير من علماء الفلك في العالم.

بعد حصوله عام 1975 على البكالوريوس في الفيزياء من الجامعة الأمريكية في بيروت، نال الماجستير والدكتوراه في الفيزياء الفلكية والراديوية من جامعة (كورنيل) الأمريكية عامي 1977 و1980.

تتمحور بحوث شويري حول اكتشاف المزيد من المعلومات للوصول إلى كوكب المريخ من طريق تطوير المحركات التي تدفع المركبات الفضائية وتُسيّرها كي تصبح أكثر فعالية

مركبات البلازما تمهّد الطريق لإطلاق سفن فضاء بأحجام كبيرة ونقل معدات ثقيلة قد تستعمل مستقبلاً في بناء مدن ومنازل وفنادق على سطح القمر، أو حتى بعض الكواكب السيّارة

بدأ حياته المهنية أستاذا وباحثا في جامعة (فلورانس) ومرصد (Arcetri) في إيطاليا. عاد بعدها إلى جامعة كورنيل ليعين في مرصد (Arecibo) للفيزياء الفلكية. ثم التحق في عام 1983 بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا للعمل في مشروع فضائي لمسح السماء ورسم خريطة للكون بما فيه من نجوم وكواكب ومجرات بالأشعة دون الحمراء.

وعن هذا المشروع يقول حلو «كنت واحدا من فريق أعدته وكالة ناسا لإطلاق أول تلسكوب أو مسبار (Infrared Astronomy Satellite المعروف اختصارا باسم «ايرس Iras-» إلى الفضاء لإجراء أول مهمة في التاريخ لدراسة المجرات بالأشعة دون الحمراء» ويضيف» استغرقت تلك الرحلة نحو عشر سنوات وتكللت بالنجاح وانجلت عن نتائج مثيرة لم تكن مرتقبة أو معروفة من قبل، كدراسة طبيعة النظام الشمسي والنيازك والشهب والكواكب وبداية تكوين الكون والنجوم وولادتها والغبار الذي يحيط بها وتحولها من غازات منتشرة إلى مكثفة ومضيئة، فضلا عن ألوانها وتكوينها وتطورها ومكوناتها وموقعها ومزاياها وانفجاراتها بفعل ضغط الغازات التي تتكثف حولها وولادة سلالات جديدة منها، واكتشاف ما بين 40 إلى 50 ألف مجرة جديدة».

أرشيف فلكي عالمي

وفرت خبرت حلو الطويلة في المراصد الحصول على قاعدة مهمة من البيانات عن المجرات وفهم خصائصها المعقدة ونشوئها وتطورها، وترجمة الأسئلة العلمية إلى نشاطات رصدية، وتزويد المراقبين بنتائجها وتحويلها إلى علماء الفلك والتنسيق المستمر بين مراكز الرصد في العالم.

وحاليا ينكب حلو على بحوث تتمحور «حول كيفية تطور المجرات وتداخل بعضها ببعض وتطور الكون منذ 13 بليون سنة حتى اليوم، وانفجارات النجوم التي لم نعرف أسبابها ومكان انفجارها ومداراتها، وكيفية تحول الغاز والغبار إلى نجوم، وكيفية تطور الجيل الأول منها ومن المجرات حتى أصبحت على ما هي عليه اليوم».

وحظيت بحوث حلو الفلكية برصيد علمي كبير داخل أمريكا وخارجها، فهو - كما تشير وثائق أرشيف الفلك العالمي - أول من وصف ألوان المجرات بالأشعة دون الحمراء وفسر مغزاها بالنسبة إلى نشاط تكوين النجوم، كما اكتشف وفسر عدة علاقات فيزيائية بين الإشعاعات دون الحمراء والراديوية التي تعتمد عموما في دراسة المجرات خاصة الشديدة البعد عن الأرض.

ومن الناحية المهنية، شغل حلو مناصب مهمة في عدد من المراصد العالمية، ونشر أكثر من 200 مقالة وبحث في مجلات علمية متخصصة، ونظم وشارك وحاضر في أكثر من 40 مؤتمرا عالميا، إضافة إلى عضويته في عدد من الجهات الفلكية أبرزها

كان مولعا بتأمل النجوم والكواكب ومواكبة أسرارها في بطون الكتب والمجلات العلمية، دون أن يدور في خلده حينذاك أنه سيصبح من مشاهير علماء الفلك في العالم

كان أول من وصف ألوان المجرات بالأشعة دون الحمراء وفسر مغزاها بالنسبة إلى نشاط تكوين النجوم، واكتشف وفسر عدة علاقات فيزيائية بين الإشعاعات دون الحمراء والراديوية

الجمعية الفلكية الأمريكية والاتحاد الدولي للفلك.

شادية الرفاعي

رسمت شادية رفاعي حبّال (أمريكية من أصل سوري) في سجلات البحوث الغربية، صورة للعربي بوصفه باحثا صبورا وأكاديميا مقتدرا. وما يزيدها إعجابا واحتراما أنها امرأة عربية تخالف الصورة النمطية عن نساء العرب، خصوصاً تلك المستقرة في تفكير الغربيين باعتبارها جزءاً من مجتمعات محافظة ومنغلقة. نالت حبّال شهادة البكالوريوس من جامعة دمشق في علوم الفيزياء والرياضيات، وتابعت دراسة الماجستير في الفيزياء النووية في الجامعة الأمريكية ببيروت، وحصلت على الدكتوراه في الفيزياء عام 1977 من جامعة (سنسيناتي) الأمريكية.

من الجو إلى الشمس

عيّنت حبّال باحثة في (المركز الوطني للبحوث الجوية) بمدينة بولدر في ولاية كولورادو. وفي 1978، التحقت بـ (مركز هارفارد سميثونيان للفيزياء الفلكية) حيث أجرت مجموعة بحوث في فيزياء الشمس هدفها استكشاف مصدر الرياح الشمسية، وسعت إلى التوفيق بين الدراسات النظرية وعمليات المراقبة الواسعة التي أجرتها المركبات الفضائية وأجهزة الرصد الأرضية عن الشمس.

واستطاعت من خلال تعاونها مع فرق بحثية في الجامعات الأمريكية أن تحصل على برنامج مستمر لرصد الظواهر المرتبطة بكسوف الشمس، وبما يساهم أيضاً في معرفة أصل رياح الشمس. كما شاركت فريقاً من علماء الفضاء الأمريكيين أعدّ أول رحلة فضائية إلى الشمس، أو بالأحرى لطبقة الهالة الشمسية التي تمثل الجزء الخارجي من الغلاف المحيط بذلك الفرن الهائل، الذي لا يمكن رؤيته من الأرض إلا أثناء الكسوف حين تبدو هذه المنطقة كتاج أبيض محيط بالشمس.

نشاط نسوي وعلمي

نشرت حبّال أكثر من مئة بحث في مجلات علمية عالمية. وألقت ما يزيد على 30 بحثاً في مؤتمرات دولية متنوّعة. وشغلت مجموعة من المناصب العلمية، منها منصب أستاذ زائر في جامعة (ويلز)، وترأّست لجنة الفيزياء الفلكية الأمريكية، ورئاسة تحرير (المجلة الدولية لفيزياء الفضاء وبحوث الفيزياء الأرضية).

ونالت جوائز عدّة، منها (الرواد) من مؤسسة الفكر العربي (2004) و(أعلى مستوى من الإنجاز العلمي) من مؤسسة سميثونيان (1993).

وتصر حبّال على أنها على الرغم من طول بقائها في الولايات المتحدة فلم تتغرب أو تتنكر لوطنها الأم ولا لتقاليدها ولا لغتها العربية. وتأمل بتوظيف علومها وبحوثها في خدمة بلدها أو أي قطر عربي آخر. ■

رسمت في سجلات البحوث الغربية صورة للعربي بوصفه باحثا صبورا وأكاديميا مقتدرا وما يزيدها إعجابا واحتراما أنها امرأة عربية تخالف الصورة النمطية عن نساء العرب

تصر على أنها على الرغم من طول بقائها في الولايات المتحدة فلم تتغرب أو تتنكر لوطنها الأم ولا لتقاليدها ولا لغتها العربية وتأمل بتوظيف علومها وبحوثها في خدمة بلدها أو أي قطر عربي آخر

نهايـــة
ملف العدد

استيطان الفضاء

سباق الأمم ومشكلات الكوكب

إن التطورات الأخيرة على كوكب الأرض تدفعنا إلى البحث بصورة واقعية عن وسائل للحفاظ على استمرارية الجنس البشري. وإضافة إلى الأخطار القادمة من خارج كوكب الأرض فإنّ هناك مخاوف اقتصادية متزايدة ناتجة من عدم القدرة على التحكم في النمو السكاني، والتغيرات المناخية، مما يدعونا إلى البحث عن ملاذ جديد للإنسانية وهو المستوطنات الفضائية. لكن التفكير في استيطان الفضاء يلزمه أيضاً التركيز على معالجة القضايا البيئية والاقتصادية التي تواجهنا على الأرض. ومن الضروري أن نعمل على كلا المحورين بالتوازي حتى نتمكن من إطالة أمد إقامتنا على الأرض بما يكفي لتطوير التقنيات اللازمة لاستيطان الفضاء، وحتى لا ينتهي بنا المطاف إلى تكرار الأخطاء نفسها على كوكب آخر.

اشترك الآن!

+

اشتراك بمجلتين

25 د.ك

الاشتراك بمجلة واحدة

15 د.ك

للطلبات الخارجة عن الكويت الرجاء التواصل معنا

كيف تعمل الأشياء

مدار

MIT Sloan Management Review بالعربية

العلوم

للاشتراك:

shop.aspdkw.com

قيمة الاشتراك تشمل أجور البريد إلى كل أنحاء العالم.

الموت الرحيم..
حرية إنسانية أم جريمة أخلاقية

د. عماد رنكو *

لطالما كان موضوع (الموت الرحيم) مثار جدل بين الأطباء والقانونيين والمعنيين بحقوق الإنسان وأولئك المدافعين عن الحريات الشخصية، فمنهم من دافع عنه باعتباره حقا مشروعا للإنسان وتمتعا بحريته الشخصية، في حين وقف آخرون ضده معتبرين إياه جريمة أخلاقية يجب محاربتها وتشديد العقوبات على منتهكيها.

وعلى الرغم من الصراع الشديد المحتدم بين المؤيدين للموت الرحيم والمعارضين له،

* طبيب وكاتب ومترجم، (كندا)

جدل مستمر

وهذا الجدل المستمر يطفو على المشهد العالمي بين فينة وأخرى، فيظهر فيه المؤيدون الذي يرون أن الإنسان حر في اختيار مصيره، وأن قتل المريض ينهي معاناته ومعاناة أهله، ويوفر للمجتمع الكثير من المال الذي ينفق على علاج الأمراض المستعصية، وأن نزع أعضاء المقتولين يتيح الفرصة لزراعتها لدى مرضى آخرين يحتاجون إليها. لكن هذه الآراء تواجه بشدة من المعارضين الذين يرون أن الحياة هبة من الله تعالى ولا يحق للإنسان التصرف بها، وأن الأعباء الاقتصادية التي يتحملها المجتمع لا تشكل مبررا للقتل الرحيم لأن المريض قدم شبابه وجهده ووقته لمجتمعه وساهم في نموه الاقتصادي، وحقه على المجتمع أن يتحمل هذه الأعباء. أما موضوع توفير الأعضاء فيرون أن هناك طرقا كثيرة بديلة يمكن من خلالها توفير هذه الأعضاء، ومن ثم لا تجوز التضحية بحياة إنسان من أجل حماية حياة إنسان آخر.

ويركز الفريق المعارض على أن كثيرا من الحالات الميؤوس من شفائها قد شفيت، فضلا عن التطور العلمي المستمر الذي يتيح علاجات جديدة بشكل مستمر. ويرى هؤلاء أن منح الطبيب حق إنهاء حياة المريض قد يجر إلى انزلاق ضعاف النفوس لممارسات غير أخلاقية كتجارة الأعضاء وسواها، أو فتح المجال لشركات التأمين الفاسدة للتخلص من المرضى. ويرون أن واجب الطبيب هو تقديم العلاج والرعاية بكل ما هو متاح فحسب، وليس من مهامه إطلاقا قتل المريض أو المساعدة على ذلك.

فإن هناك دولا أيدته وشرّعت التعامل به، وصارت محجا للراغبين في إنهاء حياتهم، في حين لا تزال هناك مجتمعات كثيرة تعارض ذلك الأمر وتحظره وتسن قوانين صارمة لردع المخالفين.

ويتخوف المعارضون من المنحدر السلبي؛ إذ إن الأمر يبدأ بالحالات الميؤوس منها، ثم يتدرج ليشمل حالات أقل شدة كالمعاقين وهكذا. ويتساءل هؤلاء: ماذا لو أخطأ الطبيب في تشخيص الحالة وتقديرها فقتل المريض، ثم تبين أن التشخيص كان خطأ.

ويرى هؤلاء أن من غير المنطقي القبول بقرار مريض واقع تحت ضغط الألم والكآبة والضغوط الاجتماعية والاقتصادية، أو التسليم لقرار أهله الذين ربما سيستفيدون ماديا كورثة؛ أي إن لهم شبهة مصلحة في التخلص منه. أما فيما يتعلق بمعاناة المريض وأهله فهناك وسائل كثيرة غير القتل للتخفيف منها، كالدعم النفسي والاجتماعي والعلاجات التلطيفية وخدمات الرعاية الاجتماعية والتمريضية.

ويؤكد أنصار هذا الفريق أن نجاح مهنة الطب يعتمد على عوامل كثيرة، منها الثقة المتبادلة بين المريض والطبيب، وأن ممارسة القتل الرحيم ستقوض هذه الثقة، ولن تكون مهنة الطب موضع احترام وتقدير كما هي عليه دائما. والقتل في نظر المعارضين ليس حلا بالمطلق لأي مشكلة طبية مهما صعبت، فضلا عن أن كثيرا من دوافع المريض للمطالبة بالقتل الرحيم هي نفس دوافع الانتحار، وفي مقدمتها الأمراض النفسية، وهي عموما دوافع قابلة للعلاج.

نظرة تاريخية

والموت الرحيم أو القتل الرحيم هو التدخل بنية مسبقة معلنة لإنهاء حياة شخص للحد من معاناته من مرض مؤلم غير قابل للشفاء أو من عجز جسدي، وذلك بناء على طلب المريض أو من ينوب عنه. والمصطلح ذو أصل يوناني (Euthanasia) ويعني الموت الجيد أو الكريم.

والقتل الرحيم ليس مستحدثا؛ ففكرة أفلاطون أن البقاء للأصلح دعت إلى قتل أصحاب العيوب الجسدية والنفسية. وكان سقراط من الداعين إلى الموت الرحيم وسماه اتباعه (التدبير الذاتي للموت

هناك دول شرَّعت الموت الرحيم وصارت محجا للراغبين في إنهاء حياتهم في حين لا تزال هناك مجتمعات كثيرة تعارضه وتحظره

يرى بعض الباحثين أن فكرة الموت الرحيم تعود إلى الفيلسوف البريطاني بيكون من فلاسفة القرن الـ 17 الذي رأى أن على الأطباء حين يفقدون الأمل في شفاء مرضاهم أن يهيئوا لهم موتاً هادئاً وسهلاً

بشرف)، ورفض سقراط الهرب من السجن وانتحر بتناول السم أثناء محاكمته مطبقا قناعته على نفسه.

وكانت مساعدة المرضى ذوي الأمراض أو الجراح الخطرة على إنهاء حياتهم مسموحة عند الإغريقيين. أما في المدن اليونانية القديمة فكان مصير أصحاب البنية الجسدية الضعيفة القتل؛ لأنهم يشكلون عبئا ثقيلا في الحروب.

ورفض أبوقراط (أبو الطب - 400 قبل الميلاد) فكرة الانتحار، ومن أقواله المشهورة في هذا المجال: « لن أصف أبدا دواء قاتلا لمن يطلبه، ولن أقترحه على أحد أو أشير به». ودأبت الشعوب البدائية على قتل الكسيحين حتى لا يعوقوا حركة تنقلهم، كما كانوا يدفنون أصحاب الأمراض المعدية وهم أحياء حتى لا تنتشر العدوى.

أنواع الموت الرحيم ووسائله

صنف الموت الرحيم إلى ثلاثة أنواع، تبعا للمسؤول عن اتخاذ قرار الموت:

- **الموت الرحيم الطوعي:** أكثر الأنواع شيوعا، حيث يتخذ المريض قرار موته بملء إرادته، ويكون ذلك غالبا قبل خضوع المريض لعمل جراحي معقد أو عندما يغلب احتمال دخول المريض في غيبوبة.
- **الموت الرحيم غير الطوعي:** حين يتخذ أحد أقرباء المريض من الدرجة الأولى قرار الموت. ويغلب ذلك عندما يكون المريض طفلا أو عندما تكون إصابة المريض مفاجئة وغير متوقعة.
- **الموت الرحيم القسري:** حين يتخذ الطبيب قرار الموت الرحيم، وغالبا ما يكون هذا الأمر عندما يكون المريض مجهول الهوية.

أما وسائل الموت الرحيم، فهي:

- **القتل المباشر:** وذلك بإعطاء المريض جرعة فورية قاتلة من أدوية معينة.
- **القتل غير المباشر:** وذلك بإعطاء المريض أدوية علاجية يكون من نتائجها مثلا توقف التنفس أو توقف القلب.
- **القتل السلبي:** يكون بإهمال المريض أو إيقاف التدابير العلاجية التي تقود في النهاية إلى موت المريض كإيقاف أجهزة التنفس الصناعي مثلا.

وقد يمارس الطبيب القتل الرحيم بنفسه، كأن يحقن المريضَ دواء قاتلا، أو يمارسه عن طريق المريض من خلال إرشاده إلى وسائل الانتحار وطرقه.

وجهات نظر قانونية

حرمت الشرائع السماوية الثلاث القتل الرحيم بشكل مطلق. ولايزال ذلك القتل يصنف في معظم بلدان العالم على أنه جريمة قتل جنائية، حتى لو كان الشخص على وشك الموت. ففي بريطانيا مثلا تكون مساعدة أي شخص على قتل نفسه جريمة عقوبتها الحبس 14 عاما. وعلى الرغم من أن بعض الحكومات شرَّعت قوانين تسمح بالقتل الرحيم فإنها لاتزال تعتبره قتلا، إلا أن فاعله لا يعاقب ولا يلاحق لأنه مستثنى بموجب القانون.

وأول بلد أجاز القتل الرحيم هو هولندا عام 2001، ثم بلجيكا عام 2002. وهو مشرَّع حاليا في سويسرا ولوكسمبورغ وولايات أوريغون وواشنطن وفيرمنت ومونتانا وكاليفورنيا ونيومكسيكو في الولايات المتحدة الأمريكية، إضافة

يتخوف المعارضون من المنحدر السلبي إذ إن الأمر يبدأ بالحالات الميؤوس منها ثم يتدرج ليشمل حالات أقل شدة كالمعاقين وهكذا

إلى الدنمارك و فنلندا وفرنسا والهند وإيرلندا وإيطاليا وكولومبيا والمكسيك. والبلدان التي أجازته لم تجزه على إطلاقه، بل قيدته بقيود دقيقة وصارمة؛ ففي هولندا وضعت درجات لمبررات الموت الرحيم منها الغيبوبة الكاملة، والغيبوبة الجزئية المتكررة أو الإصابة بمرض مستعص لا يستطيع المريض معه أداء أي أمر مهما كان بسيطا. وفي سويسرا لا يعاقب القانون على القتل الرحيم غير المباشر، كحقن المريض كميات كبيرة من المورفين، كما لايعاقب على وضع حد للعلاج الذي يؤدي إلى الوفاة، ويسمح بمرافقة المريض للانتحار على أن يقوم المريض نفسه بالخطوة الأخيرة.

بلد القتل الرحيم

تعد سويسرا الدولة الوحيدة التي تقبل بمساعدة غير المقيمين فيها على الانتحار. وقد أنشئت فيها جمعيات تؤمن المساعدة على الانتحار وهو ما جعلها مقصدا للراغبين في الانتحار. وفي لوكمسبورغ تتطلب الموافقة على طلب المريض موافقة طبيبين معتمدين ولجنة من الخبراء. أما القتل الرحيم في البلاد العربية فهو محظور مهما كانت دوافعه.

وتعد قضية الطبيب الأمريكي جاك كيفوركيان من أشهر قضايا القتل الرحيم، إذ سجن مدة ثماني سنوات بتهمة القتل لمساعدته 130 مريضا على إنهاء حياتهم.

تاريخ الموت الرحيم

يرى بعض الباحثين أن فكرة الموت الرحيم تعود إلى الفيلسوف البريطاني بيكون، وهو من فلاسفة القرن الـ 17. وقد رأى أن على الأطباء حين يفقدون الأمل في شفاء مرضاهم أن يهيئوا لهم موتاً هادئاً وسهلاً.

وفي عهد هتلر طُبق برنامج القتل الرحيم على المعوقين عقليا أو بدنيا بإشراف الاطباء الذين كانوا يقتلون الكبار في غرف الغاز، أما الصغار والرضع فكانوا يقتلونهم بالتجويع أو بحقن جرعات دوائية قاتلة. وكانت حجتهم في قتل الأطفال المولودين بتشوهات خلقية هي الحفاظ على عرق خال من الأمراض. وكانت الحصيلة قتل نحو 275 ألف شخص بين عامي 1939 و 1945.

وفي الوقت الذي حسمت فيه الأديان السماوية موقفها من الموت الرحيم، ترى معظم قوانين الدول أن القتل الرحيم هو جريمة كيفما وقعت، في حين أخذت قوانين بعض الدول دافع الشفقة بالاعتبار فخففت العقوبة ، فيما شرعته دول قليلة بقيود دون أن تتفي عن الفعل صفة القتل. ■

الموت الرحيم هو التدخل بنية مسبقة معلنة لإنهاء حياة شخص للحد من معاناته من مرض مؤلم غير قابل للشفاء أو من عجز جسدي

مآلات الصورة في العصر الرقمي

د. علي وطفة *

تهيمن ثقافة الصورة حاليا في العصر الرقمي الجديد، وتطغى على الحياة الثقافية في مختلف مظاهرها وتجلياتها، وهي تسعى إلى ترسيخ هيمنتها ضخّاً لملايين الأطنان من الألوان والومضات الضوئية لتوظفها في تشكيل وعي البشر وهندسة أذواقهم. وتحولت الصورة بما تمتلكه من جمال وجاذبية إلى طاقة سحرية يوظفها النظام الثقافي الجديد في عملية إنتاج وعي الإنسان بالعالم وهندسة إدراكه.

وتؤدي الصورة دورا مضاعفاً يتجاوز حدود التأثير الذي أحدثته الكلمة في التاريخ الثقافي للإنسانية. كما أن الصورة تتميز عن الكلمة بقدرتها اللامتناهية على اختراق الوعي وإعادة تشكيله وأحيانا تدميره، بما تستحوذ عليه من فتنة وسحر وقدرة على التوغل في أعمق طبقات الوعي واللاشعور الإنساني بوصفها خطابا خفيا يستطيع التسلل والتخفي، كما بوصفها نصا أو لغة تكتفي بذاتها وتستغني عن الحاجة إلى غيرها.

* أستاذ في كلية التربية بجامعة الكويت

النسق الرمزي للصورة

تنطلق الثقافة الرقمية اليوم من ثقافة الصورة وومضها، لتعمل على هندسة النوازع وتشكيل القيم عبر الإغراء والجاذبية والإدهاش، وتنتهك الوعي الإنساني وتعيد تشكيله على نحو يستجيب لتطلعات الشركات الإعلامية الجديدة في تشكيل الإنسان على مقياس الاستهلاك والانصياع لنسق رمزي جديد يريد أن يفتك بالقيم الإنسانية الخلاقة، ويدمر المنطق العقلاني، ويغرق الإنسان المعاصر في لجة المتعة.

ومن هذا المنطلق ينظر إلى الثقافة المعاصرة حاليا بأنها امتداد مخيف لثقافة الصورة والومض الضوئي، وذلك إلى الحد الذي دفع بكبار المفكرين إلى إطلاق عصر الصورة على العصر الذي نعيش فيه. وهو عصر يتصف بتراجع كبير في الثقافة النقدية المكتوبة التي تفسح مكانها لثقافة الضوء والصورة وومض الصورة وسحر الشاشات الضوئية.

حرب الصور

تتجاوز الصورة حدود الثقافة إلى جغرافية الصراع بين الدول والأمم والشعوب والثقافات، حيث تدور المعارك الكبرى بين الدول في تقاسيم الهيمنة والسيطرة. وهنا يتجلى دور الصورة عبر وسائط الإعلام الجبارة التي تتمثل في الفضاء الإعلامي عبر الشاشات والقنوات الفضائية وشبكات الإنترنت المعززة بوسائل التواصل الاجتماعي.

والصورة كسلاح غالبا ما تكون مشفرة محمّلة بمضامين وغايات وأهداف خفيّة مضمرة تستهدف عقل الإنسان وقيمه. فالصورة التي تبث عبر الأقمار الاصطناعية والحواسيب والإنترنت لا يمكنها أن تكون حيادية وشفافة، بل غالبا ما تكون أداة أيديولوجية تستهدف الآخر في قيمه ومعانيه. فالمجتمعات الإنسانية تعيش حالة استلابية اغترابية تحت تأثير الصورة الإعلامية بوصفها طاقة استلابية كليّة القدرة.

الثقافة الرقمية تنطلق من ثقافة الصورة وومضها لتعمل على هندسة النوازع وتشكيل القيم عبر الإغراء والجاذبية والإدهاش

ونجحت الصورة في العصر الرقمي بتوليد طيف غير متناهٍ من التدرجات الصورية المرئية، لمخلوقات شتَّى، بعضها يمكن أن نعدَّه مسخًا اختياريًا، يمزج بين الحقيقة وعبث الخيال البشري، وآخر يلجأ إلى توليد صور جديدة لمخلوقات مستحدثة، لم تألفها النفس البشرية؛ بَيْدَ أنها بدأت تتعود على التفاعل معها، بعد أن عجز الخيال المودع في نصوصنا عن اللَّحاق بركب الإنشاء الصوري المعاصر بواسطة تقنيات المعلومات وأدواتها.

وتطور الصور الرقمية أدى في ثمانينيات القرن الـ 20 وتسعينياته إلى تحولات جذرية في معنى الصورة في الثقافة الإنسانية. والصور الرقمية هي نوع من الصور التي يتم توليدها عبر البرمجيات الحاسوبية المتطورة. وتستمد الصورة الرقمية قيمتها من الدور المعرفي الذي تمارسه في الفضاء المعلوماتي، وتتميز بتدفقها الهائل في العصر الرقمي لتكون في متناول الراغبين والمستهلكين، وبخصائصها الفنية التي تتمثل في سهولة التعامل والقدرة على معالجتها والتفنن في فهمها وتحليلها وتخزينها ونشرها. ومكنت الحواسيب مستخدميها من إنتاج الصورة وبنائها وإعادة تشكيلها وتوزيعها بطريقة مذهلة. وغدت الصور البصرية عناصر أساسية في الروايات التفاعلية التي يمكن من خلالها الإبحار لخلق مسار فردي لشخصياتها.

أدت الصورة بأشكالها المختلفة في التلفزيون والسينما والإنترنت والإعلان والإعلام دوراً أساسياً في تشكيل وعي الإنسان المعاصر بأشكال إيجابية حينا وسلبية حيناً آخر

الصور والذكاء التكنولوجي

لم تعد الصور التي يشاهدها المتلقون مجرد صور، لكنها صور تمثل الذكاء التكنولوجي الذي حوَّل طرائق الرؤية الإنسانية ذاتها من الأفراد إلى ما يشبه الأقنعة المهجنة حيث لا تكمن الهوية في مكان أو موضوع أو شخص بعينه. لقد تحول المشاهد من التعامل مع «تمثيلات» للأحداث إلى التعامل مع «صور» للأحداث، أصبحت كأنها هي الأحداث.

وتحول المشاهد من التعامل مع مجرد تمثيلات عقلية للموضوعات والأشخاص والأحداث إلى التعامل الإدراكي البصري معها والذي يوشك أن يكون فعليا، مع أن التكنولوجيا والوسيط الخاص بالصور يقومان بالتوسط بين الصور والمتلقي. والطرائق المألوفة حاليا في الحديث عن عوالم الصور تجعل عمليات الوساطة أو التوسط هنا كما لو كانت غير مهمة.

لقد أدت الصورة بأشكالها المختلفة في التلفزيون والسينما والإنترنت وفنون الإعلان والإعلام دوراً أساسياً في تشكيل وعي الإنسان المعاصر بأشكال إيجابية حينا وسلبية حيناً آخر، فهناك حضور جارف للصور في حياة الإنسان الحديث، وهي حاضرة في التربية والتعليم، وفي الأسواق والشوارع، وعبر وسائل الإعلام، وفي قاعات العرض للأعمال السينمائية والمسرحية والتشكيلية، وفي بطاقات الهوية، والحواسيب، وفي ملاعب كرة القدم والتنس والمصارعة، وفي العروض الفنية.

حضرة صورية عابثة

تحت تأثير التقدم الهائل في استخدام الصورة وتنامي سطوتها الهائلة، أصبحت الإنسانية سجينة قضبان حضارة صورية

عابثة فقدت اتصالها مع التناسق الكوني في انعكاساته المرئية، وأصبحت كل توليفة مرئية من أجزاء صورية متناثرة مقبولةً ما دامت قابلة للإنتاج بالتقنيات المعلوماتية الصورية المعاصرة.

وأسهمت الصورة في حدوث انتقال جذري في العلاقة التقليدية بين التربية والثقافة والمجتمع، فحلت ثقافة الصورة محل ثقافة الكلمة. وهناك فرق جوهري بين صور اليوم وصور الماضي؛ ذلك أن صور اليوم تسبق الواقع الذي يفترض أنها تمثله في حين كانت صور الماضي تجيء تالية للواقع ومتوقفة عليه. وأصبح الواقع صورة شاحبة من الصورة، فالصورة هي الأساس، وليس الواقع.

وما زالت مباحث الصورة في الوطن العربي تعاني الضعف والوهن، نظراً إلى هيمنة اللغوي على البصري في حقل الثقافة العربية المعاصرة، وللتعقيد المنهجي الذي تفرضه مقاربات الصورة بمختلف أنواعها وأنماطها.

إن الفيض الغامر من الصور التي تقطن في كل مساحات المواقع على الإنترنت، وزواياها المظلمة والمضيئة، هو الذي يجعل المخيالَ الإنساني العام يتجه بقوة وسرعة نحو ما يمكن أن نسميه بحالة فقد الاتصال بمحددات الزمان والمكان، التي تعين الإنسانَ على الإحساس القوي بمعنى وجوده ووجود الآخرين من حوله. وفي زحمة السياق الصوري المكثف، تفقد الكلمةُ جاذبيتها وهيبتها، بعد أن أصبحت تابعًا للصورة، حتى لكأن اللغة لم تَعُد بيت الكائن؛ لأن الصور أصبحت حلمه ومتاهته، وإن كان البعض يمتلك من فرص ووسائل التكيف مع هذه الوضعية الثقافية «الصورية» بمعنى ما؛ وذلك لقدرتها على إدراك فحوى الخطاب الجديد، وحضوره في كل تفاصيل حياته اليومية.

وبفعل الثورة التكنولوجية نعيش عصر الصورة، ويعتبر التصوير الرقمي مميزاً لحقبة ما بعد الحداثة، وأصبحنا في عالم تهيمن عليه الصورة والواقع في خلفيتها، ولم تعد هناك صورة وأصل، بل صور ذات أصول متعددة. إنه عالم أزرار إلكترونية تجعل المرء يشعر ويحس بإحساسات واقعية وهي ليست كذلك. ■

الصورة الرقمية تستمد قيمتها من الدور المعرفي الذي تمارسه في الفضاء المعلوماتي وتتميز بتدفقها الهائل في العصر الرقمي وبخصائصها الفنية

من سلسلة كتب

كيف تعمل الأشياء

تابعونا subscriptions@kfas.org.kw Scipubkw Scipubkw Scipubkw

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

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

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

الاستدلال على الإنسان من أسنانه !

من أعجب ما يتميز به خَلْقُ الإنسان «التفرد»، فكل إنسان «فريد» بين سائر أفراد جنسه، وله خصائصه التي تميزه دون سواه. وقد يتشابه اثنان من البشر في ملامح الوجه، أو شكل الجسم، لكن يبقى كل منهما متميزا عن الآخر بخصائص لا تشابه فيها.

ومن المعروف أن بصمات أصابع اليدين هي من الخصائص التي يتميز بها الإنسان، وأنها لا تتطابق - وإنْ تشابهت - بين اثنين من البشر.

د. عبد الرحمن النمر *

* طبيب وكاتب علمي، (مصر)

حلُّ المعضلة

عندما يكون المطلوب التعرف على جثة إنسان، وليس على شخص حي، وتكون الجثة مشوهة إلى حد لا يسمح بتطبيق وسائل التعرف التقليدية، تصبح الأسنان كافية للاستدلال على هوية صاحبها.

ونظرًا لأن القوانين المعمول بها في معظم بلدان العالم تحول دون دفن أي جثة قبل التعرف على هوية صاحبها، فربما يستحيل الاعتماد على وسائل التعرف التقليدية لتقنين دفن جثة ما. إضافة إلى أن مسألة الميراث وتقسيم التركة لا يمكن التصرف فيها على نحو قانوني إلا بعد إثبات وفاة صاحب الملكية. وهذا يستلزم التعرف على جثته، مهما كان فيها من تشويه.

ووجد الطب الشرعي حلَّ هذه المعضلة في الأسنان. وهذه الأسنان تعتبر جزءًا من الهيكل العظمي للإنسان، بيد أنها تنفرد عن باقي عظام الجسم بخصائص مميزة، تؤهلها لأن تكون وسيلة فريدة من وسائل التعرف على الإنسان، مثلها في ذلك مثل بصمات الأصابع. فالأسنان تقدم معلومات دقيقة عن عمر الإنسان وجنسه وفصيلة دمه وعرقه، وغير ذلك.

تحديد العمر

تتبع الأسنان نظاما معينا ثابتا في النمو. وهي بذلك تختلف عن باقي عظام الجسم التي تتعرض لما يسمى «الهدم والبناء» طوال عمر الإنسان. وعملية الهدم والبناء عملية حيوية يقوم بها الجسم بصورة دائمة لتجديد نسيج العظام.

ذلك أن نمو الأسنان يكون على هيئة شرائح، أو طبقات، يختلف عددها وسُمْكُها باختلاف عمر الإنسان. وبفحص قطاع من الأسنان تحت المجهر تبدو هذه الطبقات في صورة مماثلة للطبقات التي توجد في جذع شجرة مقطوع. وكما يمكن تحديد عمر شجرة من عدد الطبقات التي تظهر في جذعها، فكذلك يمكن تحديد عمر الإنسان من الطبقات الموجودة في أسنانه.

خصائص مميزة

للتعرف على جنس الإنسان من أسنانه، تؤخذ عينةُ خلايا من لُبِّ Pulp الأسنان. ولب السن هو تجويف خَلَوي في وسطها يسمح بمرور الأوعية الدموية والأعصاب إليها. وبفحص عينة الخلايا تحت المجهر، باستخدام ضوء فلورسنت، يمكن إظهار نوع كروموسوم الجنس في الخلايا، ومن ثم تحديد جنس الإنسان من حيث الذكورة والأنوثة.

ومن خلايا لب الأسنان يمكن معرفة فصيلة الدم، والحمض النووي، أيْ إن الأسنان تقدم معلومات قيمة عن الخصائص

هناك خصائص كثيرة تفيد في تمييز الإنسان منها الأسنان التي تمثل منجم معلومات لاسيما حينما تكون هي المتبقية منه فقط

وهناك خصائص كثيرة تفيد في تمييز الإنسان، وتؤكد تفرده. من ذلك بصمة العين، والحمض النووي. وأضيفت الأسنان إلى القائمة باعتبارها منجم معلومات لاسيما حينما تكون هي المتبقية منه فقط.

الأسنان تفيد في معرفة الجرائم فتقدم معلومات دقيقة عن عمر الإنسان وجنسه وفصيلة دمه وعرقه وغير ذلك

المميزة لصاحبها، إذا لم يبق منه سوى أسنانه!

كذلك يمكن الكشف عن انتماء الإنسان إلى جنس بشري من أسنانه. فالمعروف أن الزنوج لهم عظام فك ناتئة، وهذا يجعل أسنانهم بارزة إلى الأمام. ويتميز الأنغلوساكسون بأسنان صغيرة حادة، قلما توجد بينها فراغات. وتتوفر لدى الأطباء الشرعيين قوائمُ بالصفات المميزة لكل جنس بشري.

ويشير الباحثون في الطب الشرعي إلى أن هذه الخصائص التي تكشف عنها الأسنان، والتي تفيد في التعرف على صاحبها، تبقى موجودة في الأسنان سنوات كثيرة، إذْ تقاوم الأسنانُ التعفنَ والتحللَ ودرجاتِ الحرارة العالية.

في حقل الجريمة

تمتد الدلائل التي تقدمها الأسنان على هوية إنسان بعينه إلى حقل الجريمة. وكثيرا ما كانت آثار عضة مجرم على جسم ضحيته دليل الإدانة الوحيد؛ ذلك أن كل إنسان له بصمة أسنان تميزه عن غيره.

وفي أحيان أخرى، تكشف أسنان شخص ميت عن وقوع جريمة أودت بحياته. فمثلا حين يتعلق الأمر بطفل حديث الولادة، ربما تكون الأسنان هي الفيصل الوحيد بين وقوع جريمة من عدمه. ذلك أن الطفل بمجرد ولادته، تظهر على أسنانه وهي ما تزال داخل اللثة، خطوط عَرْضية تسمى خطوط النمو. فإذا وضعت امرأة مولودا، ثم قتلته بعد مولده، وزعمت أنه ولد ميتا، فإن خطوط النمو تحمل دليل الإدانة!

أما حوادث التسمم بمواد مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ، فإنها تؤدي إلى ظهور علامات معينة في أماكن كثيرة من الجسم، ومنها الأسنان. وتظهر علامات التسمم على الأسنان نتيجة ترسب السموم في جذورها، فيمكن الكشف عنها حتى بعد مرور عشرات السنين.

وعلى ذلك، فإن اعتماد الأسنان في حقل الطب الشرعي، كواحدة من أهم وسائل التعرف على إنسان بعينه، والاستدلال على وقوع جريمة من عدمه، يعتبر بحق إضافة علمية كبيرة، وخطوة مهمة يقطعها الطب الشرعي، في كشف النقاب عن سبب الوفاة، وإماطة اللثام عن جرائم القتل. ■

الأسنان تتبع نظاما معينا ثابتا في النمو وتختلف عن باقي عظام الجسم التي تتعرض لما يسمى «الهدم والبناء»

متحف المستقبل بدبي
سبقٌ حضاري وإنجازٌ تاريخي

د. محمد أحمد عنب *

متحف المستقبل بدبي هو متحف لا يطلعك عن الماضي فحسب لكن يخبرك بالكثير عن المستقبل، لا ينبئ بالغد لكن يتأهب ويستعد له؛ بما يقدمه من حلول مستقبلية مبتكرة تهدف إلى إبعاد كوكب الأرض عن الأخطار المحدقة به من خلال ابتكارات تكنولوجية واعدة تعتمد على معرفة علمية بتراث الأجداد. ويمثل ذلك المتحف الحضاري اختبارا لقدرات وحدود العقل البشري في تطوير حلول تنموية طويلة المدى للتحديات التي ستواجه مدن المستقبل.

* مدرس في كلية الآثار بجامعة الفيوم، (مصر)

فكرة متاحف المستقبل

عرفت فكرة متاحف المستقبل منذ نحو ربع قرن، وكانت عبارة عن مراكز بحثية، أقدمها ثلاثة مراكز موجودة في الولايات المتحدة واليابان والنمسا. وكان الهدف منها هو دعم التجارب الجديدة في التعامل مع الأجهزة الإلكترونية وتوظيف الحواسيب لاختراق مجالات الحياة المختلفة. وبجانب وظائف المتحف الرئيسية، وهي الحفاظ على الهوية والتراث، فإن الدور المهم لمتحف المستقبل يتمثل في التربية والتعليم ومواكبة العصر والتطّلع للمستقبل والاستعداد له.

وكانت الإمارات السباقة عربيا في بناء متحف المستقبل، وذلك في عام 2015 حين صدر قرار بإنشائه تحت إشراف (مؤسسة دبي المستقبل)، مع تخصيص وقف كبير له لضمان استمراريته للأجيال القادمة.

ويتخذ شكل المتحف طرازا معمارياً بديعاً. وقد صممه شوان كيل وفق فلسفة فينغ شوي (Feng Shui)؛ لإضفاء التناغم مع الحيز المحيط به؛ فنجد الهيكل الخارجي للمتحف يتخذ الشكل البيضاوي شبه المستدير مطلاً على ناطحات السحاب الزجاجية التي تشتهر بها دبي، كما أنه جاء يشبه العين المفتوحة المطلة على إمارة دبي. وغطي المبنى من الخارج بألواح معدنية عاكسة تتخذ اللون الفضي، مع إضافة لمسات فنية بالخطوط العربية مضمونها عبارات وأشعار عن المستقبل. فالمبنى من الخارج يشكل لوحة فنية بديعة تجمع ما بين الفن والإبداع والابتكار مع الحرص على الهوية والموروث العربي. أمّا من الداخل؛ فيتميز متحف المستقبل بتصميمه الذي يعبر عن المستقبل؛ فينقل زواره في رحلة مثيرة وعرضٍ تفاعلي إلى عام 2050؛ ليتعرفوا إلى دور الذكاء الاصطناعي في برمجة جميع أمور الحياة. ويضم المتحف مختبرات ابتكارية للصحة، والتعليم، والمدن الذكية، والطاقة، والنقل صممت بطريقة هندسية وإنشائية رائعة. ويهدف المتحف إلى تطوير حلول تنموية علمية ومبتكرة لمعالجة تحديات المستقبل، واستكشاف مستقبل العلوم والتكنولوجيا، وتشجيع الابتكارات الحديثة لخدمة الإنسان وتطوير أسلوب حياته، واستقطاب الباحثين والمخترعين ومراكز الأبحاث تحت سقف واحد من كل أنحاء العالم.

المتحف يمثل اختبارا لقدرات وحدود العقل البشري في تطوير حلول تنموية طويلة المدى للتحديات التي ستواجه مدن المستقبل

أقسام المتحف

يضم المتحف أحدث الإبداعات من كل أنحاء العالم في التكنولوجيا والتصميمات العلمية، ويتميز بتغيير معروضاته كل ستة أشهر؛ لكي يبقى مواكباً أحدث التغيرات في مجال التكنولوجيا، ويركز على قطاع الروبوتات والذكاء الاصطناعي باعتباره واحداً من أهم القطاعات الحيوية التي

سيكون لها تأثير مباشر ومحوري في الحياة.

ويتكون متحف المستقبل بشكل أساسي من ثلاثة أقسام؛ القسم الأول عبارة عن منصة تتناول نماذج من الروبوتات وبرامج الذكاء الاصطناعي وتوضيح مدى تأثيرها في تحسين قدرات الإنسان الذهنية والبدنية.

أمّا القسم الثاني فيركز على برامج الذكاء الاصطناعي الهجين الذي يجمع بين ذكاء الإنسان والآلة وكيفية استغلال ذلك في مجالات الفن والإبداع. ويعرض كذلك الروبوتات وعلاقتها بالإنسان.

أمّا القسم الثالث فيوضح كيفية تأثير تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، وما تتيحه من سياسات واستراتيجيات تساهم في عمليات الإدارة ودعم اتخاذ القرار

أشهر مقتنيات المتحف

يضم المتحف عددا من الابتكارات والتقنيات العالمية، من أمثلتها ابتكار يعرف بـ(أتو لينغوا). وهو سماعة ذكية تمكن مستخدمها من تعلم اللغات بطرق تفاعلية مرنة وسريعة، إضافة إلى تقديمها خدمة الترجمة الفورية باللغة التي يحددها المستخدم. ويقدم المتحف ما يعرف (بالركبة الذكية)؛ وهي تقنية مستقبلية تمنح مستخدمها قدرات خارقة للقفز والركض. ومن مقتنيات المتحف تقنية (مود فيو) التي تتيح قراءة أفكار الآخرين وأمزجتهم، وتعطي نصائح لهم بناءً على تحليل فوري لهذه التعابير. أمّا في المجال الطبي؛ فيعرض المتحف عددا من التقنيات منها كبسولة تتمدد في المعدة وتبقى أسبوعين، ووظيفتها هي المحافظة على المعدة ضد أي ماء ملوث أو طعام فاسد.

حلول لمشكلات عالمية

يقدم المتحف حلولا لمشكلات عالمية مستقبلية؛ حيث يطرح المشكلة ورؤيته في الحل وفق ابتكارات وتقنيات متطورة. ومن أبرز هذه المشكلات مشكلة المياه والغذاء والمدن. فبالنسبة لمشكلة المياه؛ يقدم المتحف تصوراً هندسياً بيولوجياً، حيث سيتم الاعتماد على قناديل البحر وأشجار القرم (المانغروف) المعدلة وراثياً. أمّا في مشكلة الغذاء فيقدم المتحف مفاهيم جديدة حول التقنيات الحديثة للمزارع؛ بحيث تُصمم شبكات غذائية ذكية تخدم أحياء كاملة وتعرف باسم (المزرعة الذكية). وهي تستطيع التعرف على احتياجات الأفراد الغذائية، وتنتج المكونات الغذائية التي يحتاجون إليها مسبقاً وتمدهم بها، ثم تحصد المكونات وتوصلها إلى المنازل. وستتصل هذه المزارع بسلسلة التوريد المحلية ومتاجر الأغذية، بما يتيح للمزارعين مشاركة البيانات مع أسواق أوسع وتحديد الاحتياجات الصحية واستباق أزمات المدن الغذائية. ■

متحف المستقبل يتميز بتصميمه الذي يعبر عن المستقبل فينقل زواره في رحلة مثيرة وعرض تفاعلي إلى عام 2050

مسارات الكربون في البحار والمحيطات

رجب سعد السيِّد *

لم يتفق علماء المناخ والبيئة حتى الآن على تقدير موحَّد لكمية الكربون التي تنتج من النشاطات البشرية؛ غير أننا سنعتمد في هذا المقال تقديراً نشرته دراسة حديثة يقول بأن البشر (ألقوا) في مناخ الأرض، في التسعينيات من القرن العشرين، كميات تزن نحو سبعة بلايين طن سنويا، معظمها في صورة غازية (الغاز الرئيسي فيها هو ثاني أكسيد الكربون).

وتلك الكمية الهائلة تنطلق في الجو،

* باحث ومترجم، (مصر)

دوران الكربون

إنها (الدورة) التي يقضي طلبة الدراسات البيئية وقتاً طويلاً في دراستها. والحقيقة، أن دوران عنصر الكربون، بمختلف صوره، في الأنظمة البيئية للكون، يشتمل على حلقات معقدة ومثيرة، وتستحق أن يخصص لها وقت طويل في برامج الدراسات البيئية. والحقيقة – أيضاً – هي أننا لا نزال بحاجة لأن نعرف أكثر عن سلوكيات ومسارب ومسالك تلك الذرة من الكربون، التي غالبا ما تتبدى لنا متشبثة بذرتين من الأكسجين، لتتخذ هيئة غاز ثاني أكسيد الكربون، وهو غاز يشيع – مع غازات أخرى أقل أهمية منه – الاختلال في الاتزان الحراري لكوكبنا، فيحتجز الحرارة، ويمنعها من الارتداد إلى الفضاء، حتى إن الأرض تكاد تصير (صوبة زجاجية)، أو (دفيئة)، نتيجة للازدياد المطرد في درجة حرارتها.

والمتفق عليه هو أن المستوى الطبيعي لوجود غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو لم يعد طبيعياً. وثمة تقديرات تشير إلى أن مناخ العالم، قبل ما يعرف بالثورة الصناعية، كان يحمل 280 جزءاً في المليون من هذا الغاز. وأجريت عملية قياس لتركيز ثاني أكسيد الكربون في نهاية الخمسينيات من القرن العشرين عند أعلى نقطة من جبال جزر هاواي، حيث نتوقع أن يكون الهواء (نظيفاً)، فكانت المفاجأة أن رقم ما قبل الثورة الصناعية قفز إلى 315 جزءاً بالمليون؛ ولما أجريت عملية القياس، في النقطة نفسها بعد 30 عاماً، قفز الرقم ثانية ليبلغ 350 جزءاً بالمليون. وعلى الرغم من عدم وجود بيانات حديثة فإن أحوال المناخ تجعلنا نتوقع أن يكون تركيز ثاني أكسيد الكربون في هواء الأرض حاليا قد تجاوز ذلك كثيراً.

ولا يلبث نصفها أن يختفي من الهواء.. أين؟!؛ هذا هو السؤال الذي يجب البحث عن إجابة واضحة محددة له بهدف تعقب عنصر الكربون في مساراته بمختلف الأنظمة البيئية للأرض.

كارثة الانبعاثات الكربونية

نعود إلى نصف كمية الكربون التي تختفي، أو يبدو لنا أنها تختفي، كل سنة. هل تعتقد أن الأرقام التي نذكرها هائلة بحيث يتسرب إليك شك في صحتها؟.

لا. المؤكَّدُ أنها صحيحة؛ فهذه هي طبيعة الأرقام الكونية. إن كمية الانبعاثات الكربونية السنوية، على ضخامتها، تبدو عادية تماماً عند مقارنتها بكمية الكربون الكلية الموجودة، فعلاً، في المياه – مالحها وعذبها – التي تقدَّر بنحو 35 ألف بليون طن، أو بتلك الموجودة أصلاً في الهواء، وتزن نحو 740 بليون طن. وإذا كانت هذه الأرقام الكبيرة تثير الدهشة، فإن الأكثر إثارة لها هو أن هذه الكميات الضخمة من الكربون ليست ساكنة، ولا تكاد تستقر على حال، بل هي في حركة دائبة وسريعة، وتتخذ، في معظم أوقات دورانها، هيئة الغاز – ثاني أكسيد الكربون – الذي يظل متنقلاً بين الكائنات الحية والتربة، أو بين الجو والبحار والمحيطات. وقد تعتقله الصخور الصلدة زمناً، غير أنه لا يلبث أن يتحرر منها إذا ذابت، فينتقل إلى المياه الجارية.

قد يكون من المفيد لملاحقة الكربون في تنقلاته بين بحار العالم ومحيطاته أن نتعرف على نظرية علمية تقول بأن مياه البحار والمحيطات تخضع لأنظمة دورانات محددة؛ منها الدوران الرئيسي، الذي تتجه فيه المياه الاستوائية الدافئة إلى قطبي الأرض، حيث تبرد فتثقل ثم تغوص إلى الأعماق، لتدخل في دورة أخرى، فتزحف على هيئة تيارات باردة، عائدة إلى خط الاستواء. وعند وصولها إلى المناطق الدافئة، تكون خصائصها الفيزيائية قد تبدلت، بما يجعلها تصعد إلى السطح، متخذة صورة الظاهرة الطبيعية المعروفة باسم (التيارات القلابة)، محمَّلَةً بالأملاح الغذائية، والمواد العضوية، المحتوية على الكربون.

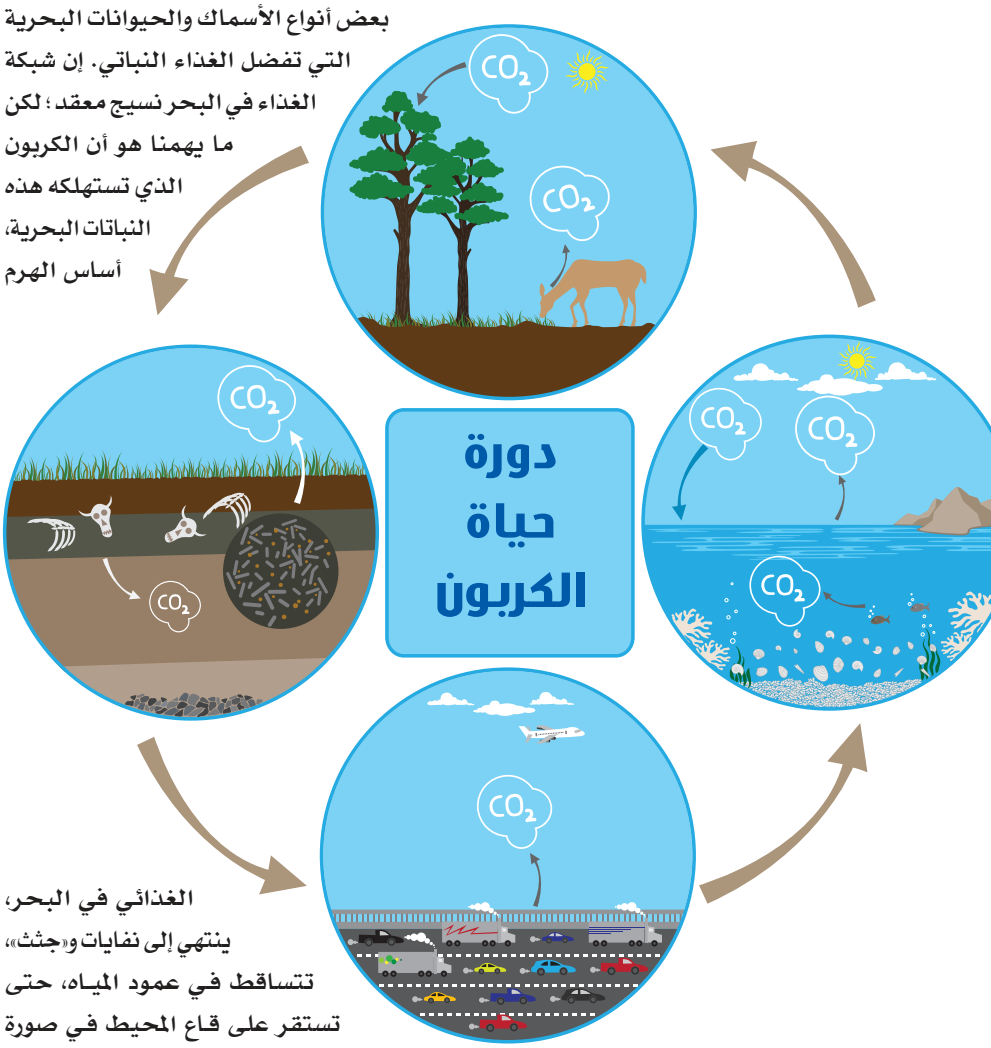
في التسعينيات من القرن العشرين ضخ البشر في مناخ الأرض كميات تزن نحو 7 بلايين طن سنويا معظمها في صورة غازية

الكميات الضخمة من الكربون هي في حركة دائبة وسريعة وتتخذ في معظم أوقات دورانها هيئة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يظل متنقلاً بين الكائنات الحية والتربة

تنطلق كميات هائلة من غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو لكن لا يلبث نصفها أن يختفي دون أن يعلم أين!

دور الكائنات الدقيقة

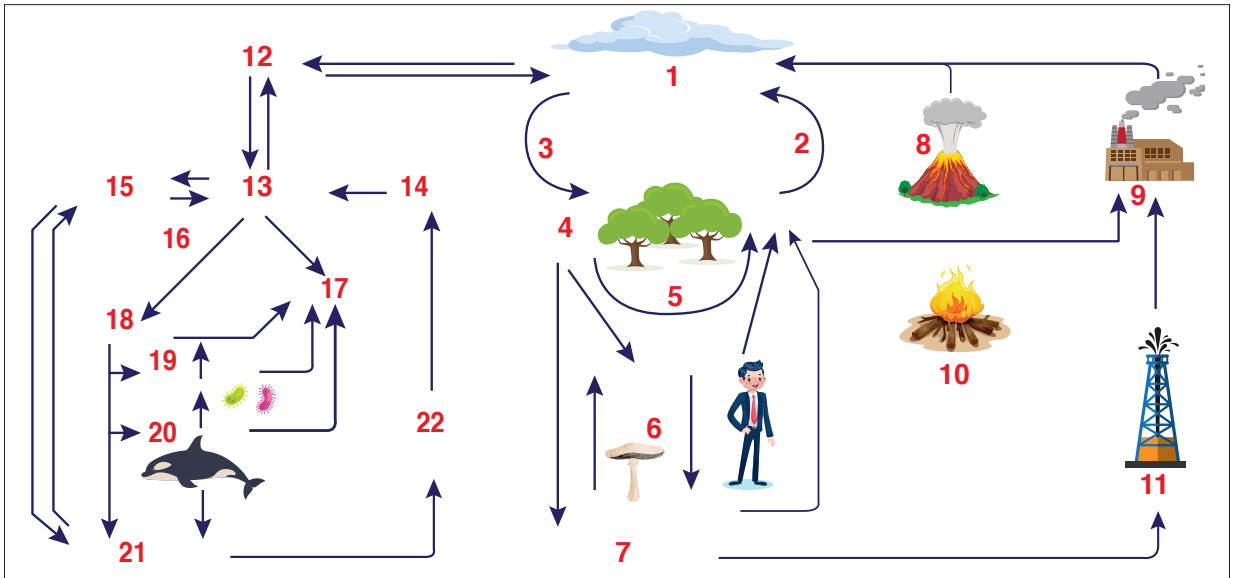
ويجدر بنا أن نتوقف أمام حلقة مهمة في مسلسل الكربون؛ فلا يمكننا أن نغفل دور تلك الكائنات الدقيقة التي تعيش معلّقةً وهائمة في الطبقة السطحية المضيئة من مياه البحار والمحيطات. إنها الهائمات النباتية، أو (الفيتوبلانكتون)؛ صحيحٌ أنها نباتات بدائية، وحيدة الخلية، لكنها لا تختلف كثيراً عن شبيهاتها الناميات على اليابسة، وتشترك معها في استهلاك ثاني أكسيد الكربون. إنها تستخلص هذا الغاز، الذائب في مياه المحيطات، مع الأملاح المغذية، وفي وجود أشعة الشمس، لتبني مادة نموها. وهي بذلك توفر الغذاء لمجموعة أخرى من الكائنات الحية الدقيقة – حيوانية هذه المرة – هي الهائمات الحيوانية (زوبلانكتون)، إضافة إلى بعض أنواع الأسماك والحيوانات البحرية التي تفضل الغذاء النباتي. إن شبكة الغذاء في البحر نسيج معقد؛ لكن ما يهمنا هو أن الكربون الذي تستهلكه هذه النباتات البحرية، أساس الهرم الغذائي في البحر، ينتهي إلى نفايات و«جثث»، تتساقط في عمود المياه، حتى تستقر على قاع المحيط في صورة رسوبيات تحبس الكربون بداخلها، إلى حين.



ويجب ألا ننسى دور البكتيريا البحرية؛ فهي تنشط على هذه البقايا العضوية، فيتحول جزء كبير منها إلى غاز الميثان. وهنا، يجب علينا أن نشير إلى أن الارتفاع المتزايد في درجة حرارة الكرة الأرضية يتضمن تهديداً إضافياً لمناخ الأرض، يتمثل في احتمالات كبيرة لتحرر كميات ضخمة من غاز الميثان، الناتج من النشاط البكتيري. وفي هذه الحالة، لن يبقى الميثان في قاع المحيط، بل سيصعد إلى السطح لينطلق في الجو ويسهم في رفع درجة حرارة الكوكب، فهو أحد غازات الدفيئة.

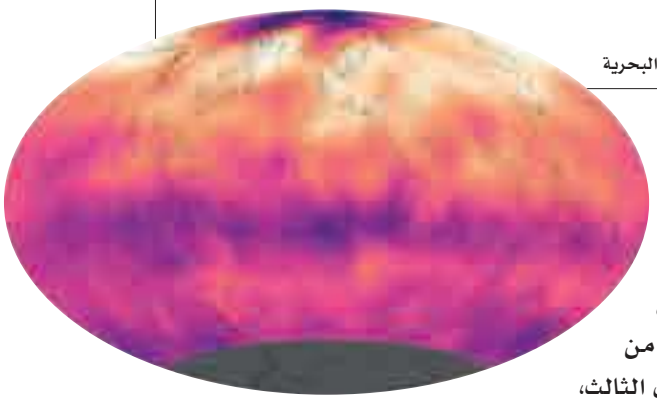
ابتلاع المحيطات للكربون

من المعروف أن المحيطات «تبتلع» الكربون؛ وقد استوقفت هذه الحقيقة العلماء، وجعلتهم يفكرون في طرق لزيادة استهلاك المحيطات للكربون، أملًا في تخليص المناخ الأرضي من فائض غازات هذا العنصر. ومن الأفكار التي تفتقت عنها عقول العلماء زراعة بعض المسطحات المائية، المعروف عنها فقرها بالحياة النباتية، ومنها المحيط الجنوبي؛ فمياه هذا المحيط تفتقر إلى عنصر الحديد بالتركيز الكافي لنمو وازدهار هذه المسطحات. ويتصور المتحمسون لهذه الفكرة أن استخدام الطائرات في (تسميد) هذا المحيط بتراب الحديد قد ينعش النباتات في مياهه، فتستهلك كميات أكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون، وتحتجزها في الأعماق البعيدة! من جانب آخر، يشكك عدد من علماء البيئة البحرية في جدوى هذه الفكرة؛ ويرون أن سبب (تصحّر) ذلك المحيط الضخم هو افتقاره إلى التيارات القلابة التي تجلب الأملاح المغذية من القاع إلى السطح، لتكون في متناول النباتات الدقيقة في طبقة المياه التي يتخللها الضوء. وفي تقدير المنتقدين لفكرة التسميد أن مئة سنة من العمل المتصل، تنفيذاً لتلك الفكرة، قد تأتي بنتيجة متواضعة تتمثل



مفاتيح الشكل التخطيطي :

1 – أهم صور وجود الكربون في الغلاف الجوي للأرض، هي غاز ثاني أكسيد الكربون.
2 – تنفس الكائنات الحية.
3 – عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النباتات.
4 – الكائنات المنتجة للمواد الأولية الضرورية للحياة.
5 – مستهلكو تلك المواد.
6 – عمليات تفكيك وتحليل تقوم بها الكائنات البكتيرية.
7 – عمليات دفن النفايات والبقايا العضوية ودمجها في الرسوبيات.
8 – نشاطات بركانية تنتج غازات كربونية.
9 – احتراق الوقود الأحفوري في آلات المصانع والمركبات.
10 – إحراق الوقود للأغراض المعيشية.
11 – إنتاج الوقود الأحفوري (هو في الحقيقة إعادة إنتاج لعنصر الكربون).
12 – انتشار الغازات الكربونية، وأهمها ثاني أكسيد الكربون والميثان.
13 – تفكك ثاني أكسيد الكربون في مياه المحيط.
14 – عمليات التعرية، تسهم في إطلاق عنصر الكربون المحبوس في الصخور.
15 – الكربون المذاب.
16 – بناء ضوئي بواسطة الهائمات النباتية البحرية (الفيتوبلانكتون).
17 – تنفس الكائنات البحرية.
18 – منتجو المواد العضوية بالمحيط.
19 – عمليات تفكيك وتحليل بواسطة البكتيريا البحرية.
20 – مستهلكو المواد العضوية في المياه.
21 – الكربون يحبس في رسوبيات المحيط.
22 – تحرر الكربون من الرسوبيات على طول الزمن الجيولوجي.



في خفض نسبة الكربون في المناخ الأرضي بمقدار 30 جزءا بالمليون، وهو مردود لا يساوي كلفة هذا العمل الشاق.

غير أن أحوال المحيط الجنوبي لا تنتقص من حقيقة مفادها أن بحار ومحيطات الأرض كانت، وستظل، البالوعة الرئيسية لثاني أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود الأحفوري. فإذا تحرينا الدقة، وجب علينا أن نشير إلى أن بقعا محددة من المحيطات، مثل مساحات محدودة من المياه المدارية بالمحيط الهادي، تقوم بعمل معاكس، فتعطي الجو غازات كربونية ناتجة من عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية متداخلة. ولحسن الحظ، فإن هذا النشاط في الاتجاه العكسي لا يدوم على مدار السنة، فهو يتحول إلى الاتجاه الآخر، بالتبادل، مع تغير الفصول. أما مياه المحيط الهادي القريبة من قطبي الأرض، فتوصف بأنها مراع دائمة الازدهار، غنية بالطحالب والهائمات النباتية.

ويقول العلماء إن محيطات الأرض وبحارها تمتص بليوني طن من ناتج النشاط البشري من ثاني أكسيد الكربون؛ أما البليون الثالث، فتتكفل به نباتات الأرض. وعلى هذا، فأي ضرر يصيب (المروج البحرية) – التي لا نراها – في المحيطات، كأن تتلوث بالنفط في حوادث غرق الناقلات؛ أو أي مساس بالكساء الأخضر لليابس، يعني أن كمية من غازات الكربون ستظل طليقة في الجو؛ وهذا بدوره يعني ارتفاعاً في قراءة ميزان الحرارة الكونية، ومزيداً من الاضطراب والفوضى في أحوال المناخ الأرضي، ومن ثم في أحوالنا، نحن سكان الأرض.■

الكربون الذي تستهلكه النباتات البحرية ينتهي إلى نفايات تستقر على قاع المحيط في صورة رسوبيات تحبس الكربون بداخلها

التحول في نظام الطاقة العالمي:
خريطة طريق لعام 2050

بحلول عام 2050، يمكن لجميع البلدان أن تحقق زيادة كبيرة في نسبة الطاقة المتجددة ضمن مجموع استخداماتها من الطاقة . ومصادر الطاقة المتجددة قادرة على تعويض 60% أو أكثر من مجموع الاستهلاك النهائي من الطاقة لكثير من الدول. وعلى سبيل المثال، يمكن للصين أن تزيد حصة الطاقة المتجددة في استخداماتها من الطاقة من 7% في عام 5102 إلى 76% في عام 0502. وفي الاتحاد الأوروبي، يمكن أن ترتفع هذه الحصة من نحو 71% إلى أكثر من 07%. وقد تشهد الهند والولايات المتحدة ارتفاعا في حصص الطاقة المتجددة بمقدار الثلثين أو أكثر.

د. عبد الله بدران *

* المحرر العلمي للمجلة.

هذه إحدى النتائج التي خلص إليها تقرير عالمي حديث أعدته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (إرينا) بعنوان (التحول في نظام الطاقة العالمي..خريطة طريق لعام 2050). داعيا إلى التوسع في تبني مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة استهلاك الطاقة عبر جميع القطاعات، بحيث يرتفع إجمالي حصة الطاقة المتجددة من نحو 15% من مجموع إمدادات الطاقة الأولية في عام 2015 إلى نحو الثلثين بحلول عام 2050. ولتحقيق الأهداف المناخية المنشودة، لا بد من خفض كثافة استهلاك الطاقة في الاقتصاد العالمي بمقدار الثلثين بحلول عام 2050 بما يخفض مجموع إمدادات الطاقة الأولية في ذلك العام إلى ما دون مستويات عام 2015 بقليل. وعلى الرغم من النمو السكاني والاقتصادي الكبير، فإنه يمكن تحقيق ذلك عبر تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بصورة ملحوظة.

الطاقة وكفاءة استهلاكها

وقال التقرير في ملخصه التنفيذي إن الطاقة المتجددة وكفاءة استهلاك الطاقة تشكلان الركيزتين الأساسيتين لإنجاز التحول المنشود في قطاع الطاقة. ولئن كانت المسارات المختلفة قادرة على الحد من ظاهرة تغير المناخ، فإن هاتين الركيزتين تشكلان المسار الأمثل لإنجاز معظم الخفض المطلوب في الانبعاثات الغازية بالسرعة اللازمة؛ حيث يمكنهما معا تحقيق ما يزيد عن 90% من التخفيضات المطلوبة في الانبعاثات الكربونية المرتبطة بالطاقة، وذلك باستخدام تقنيات آمنة وموثوقة وميسورة التكلفة ومتاحة على نطاق واسع.

يسعى اتفاق المناخ التاريخي، الذي وقع في باريس عام 2015 إلى الحد من معدل ارتفاع درجات الحرارة عالميا بحيث لا يتجاوز درجتين مئويتين في القرن الحالي مقارنةً بمستويات ما قبل العصر الصناعي. وتشكل مصادر الطاقة المتجددة، مقرونةً بالتحسن السريع في كفاءة استهلاك الطاقة، حجر الأساس في إيجاد حل فعال لظاهرة تغير المناخ.

ويرى التقرير أن الحفاظ على مقدار الارتفاع العالمي في درجة الحرارة بما يقل عن درجتين مئويتين ممكن من الناحية التقنية و سيعود بفائدة أكبر من الناحية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، قياسا بالمسار الناتج عن الخطط والسياسات الحالية، ومع ذلك، فلا بد أن يخضع نظام الطاقة العالمي لعملية تحول عميقة، من نظام يعتمد اعتماداً كبيراً على أنواع الوقود الأحفوري إلى نظام يعزز الكفاءة

مصادر الطاقة المتجددة قادرة على تعويض 60 % أو أكثر من مجموع الاستهلاك النهائي من الطاقة لكثير من الدول

حصة الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء قد ترتفع من 25% في عام 2017 إلى 85% بحلول عام 2050

التكاليف الإضافية لتحول نظام الطاقة على المدى الطويل قد تبلغ 1.7 تريليون دولار سنويا في عام 2050

مجالات التركيز

يُحدد التقرير ستة مجالات تركيز ينبغي لصناع السياسات والقرار اتخاذ إجراءات فاعلة فيها، وهي:

1 - **الاستفادة من أوجه التضافر بين كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة:** ينبغي أن يتصدّر هذا الجانب قائمة الأولويات عند تصميم السياسات المعنية بالطاقة؛ لأن التأثير المشترك لهذين العاملين كفيل بتلبية احتياجات التخلص من انبعاثات الكربون المرتبطة بالطاقة بحلول عام 2050 وعلى نحو يتسم بكفاءة التكلفة.

2 - **التخطيط لقطاع كهرباء تستأثر فيه المصادر المتجددة بحصة كبيرة من إنتاج الطاقة:** ينبغي وضع خطط طويلة الأجل لنظام الطاقة واتباع منهجيات أكثر شمولا وتنسيقا في صنع السياسات عبر القطاعات والبلدان. ولهذا الأمر أهمية بالغة في قطاع الكهرباء، إذ يعتبر نشر البنى التحتية المناسبة وإعادة تصميم اللوائح التنظيمية للقطاع شروطا أساسية لتحقيق التكامل في توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على نطاق واسع بتكلفة معقولة. .

3 - **زيادة استخدام الكهرباء في قطاعات النقل والبناء والصناعة:** يجب إزالة الكربون من قطاعي النقل والتدفئة بتكلفة معقولة عبر تبني أنظمة كهربائية. بيد أن الكهرباء المتجددة هي فقط جزء من الحل في تلك القطاعات. وحيثما لا يتسنى استخدام الأنظمة الكهربائية في قطاعات النقل والصناعة والمباني، فلا بد من نشر حلول متجددة أخرى بما فيها الطاقة الحيوية والطاقة الحرارية الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية.

ويقوم على الطاقة المتجددة. إن مثل هذا التحول في الطاقة العالمية - الذي يُنظر إليه على أنه ذروة «الانتقال في الطاقة» والذي يجري تنفيذه بالفعل في بلدان كثيرة قادر على خلق عالم أكثر ازدهارا وشمولا .

كهرباء بلا كربون

إن قطاع الكهرباء الخالي من الكربون، الذي تغلب عليه مصادر الطاقة المتجددة، يندرج في صلب عملية الانتقال إلى مستقبل الطاقة المستدامة، وفق ما يقول التقرير. ويضيف إن حصة الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء قد ترتفع من 25% في عام 2017 إلى 85% بحلول عام 2050. وسيكون ذلك غالبا من خلال النمو في توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وسيتطلب هذا التحول وضع منهجيات جديدة في تخطيط منظومات الكهرباء، وعمليات النظم والسوق، والأنظمة والسياسات العامة. وحالما تصبح الكهرباء منخفضة الكربون هي المصدر الرئيسي للطاقة، عندها قد تتضاعف حصة الكهرباء المستهلكة في قطاعات الاستخدام النهائي من 20% تقريبا في عام 2015 إلى 40% في عام 2050. وستصبح المركبات الكهربائية والمضخات الحرارية أكثر شيوعا في معظم أنحاء العالم. أما من حيث الطاقة، فمن شأن الكهرباء المتجددة أن توفر نحو 60% من مجموع استخدام الطاقة المتجددة، وهذا أكثر بمرتين ونصف من مساهمتها الحالية في إجمالي استهلاك الطاقة المتجددة.

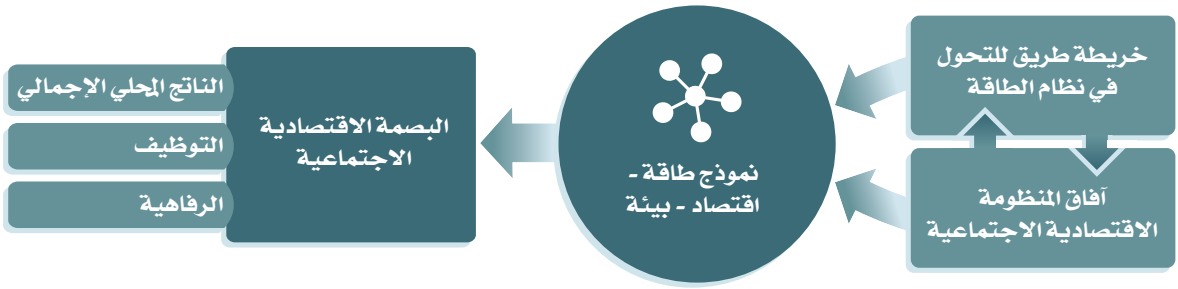
و شكلت الطاقة المتجددة نحو ربع إجمالي القدرة الإنتاجية العالمية من الطاقة، وهذا رقم قياسي جديد. كما تم تسجيل أرقام قياسية جديدة على صعيد توليد الطاقة

4 - رعاية الابتكار على نطاق المنظومة:
يجب مواصلة الابتكار التقني مستقبلا لإنجاز التحول المنشود في نظام الطاقة العالمي. وينبغي لجهود الابتكار أن تغطي دورة الحياة الكاملة للتكنولوجيا بما في ذلك العرض والنشر والطرح التجاري. غير أن نطاق ابتكار التقنيات لا يقتصر على جهود البحث والتطوير، وإنما يتخطاه إلى اعتماد منهجيات جديدة في تشغيل أنظمة الطاقة وأسواقها فضلا عن تبني نماذج أعمال جديدة أيضا.

5 - مواءمة البنى الاقتصادية والاجتماعية والاستثمارات مع عملية التحول:
يتطلب إنجاز التحول في نظام الطاقة استثمارات كبيرة تضاف إلى الاستثمار المطلوب للتكيف مع التبعات القائمة أصلا لظاهرة تغير المناخ. وكلما قصرت المدة المستغرقة لإنجاز عملية التحول هذه، انخفضت معها تكاليف التكيف مع تبعات تغير المناخ وتراجع حجم الاضطراب الاقتصادي والاجتماعي. ويجب أن يتواءم النظام المالي مع المتطلبات الأوسع للاستدامة وتحول نظام الطاقة. .

6 - ضمان التوزيع المنصف لتكاليف التحول ومنافعه: إن نطاق التحول المطلوب لا يمكن تحقيقه إلا من خلال عملية تعاونية تشمل المجتمع برمته. ولتوليد مثل هذه المشاركة الفعالة، لا بد من تقاسم تكاليف ومنافع تحول نظام الطاقة بشكل منصف، وتنفيذ عملية التحول نفسها على نحو عادل. ويشكل حصول الجميع على الطاقة عنصرا أساسيا في عملية التحول المنصفة والعادلة هذه. وبعيدا عن الحصول على الطاقة، هناك أوجه تفاوت هائلة في الوقت الحاضر في خدمات الطاقة المتوفرة عبر مختلف المناطق. ولن تكتمل عملية التحول بطبيعة الحال إلا حينما تتقارب خدمات الطاقة في جميع المناطق..

نظام الطاقة العالمي يجب أن يتحول من نظام يعتمد اعتماداً كبيراً على أنواع الوقود الأحفوري إلى نظام يعزز الكفاءة ويقوم على الطاقة المتجددة



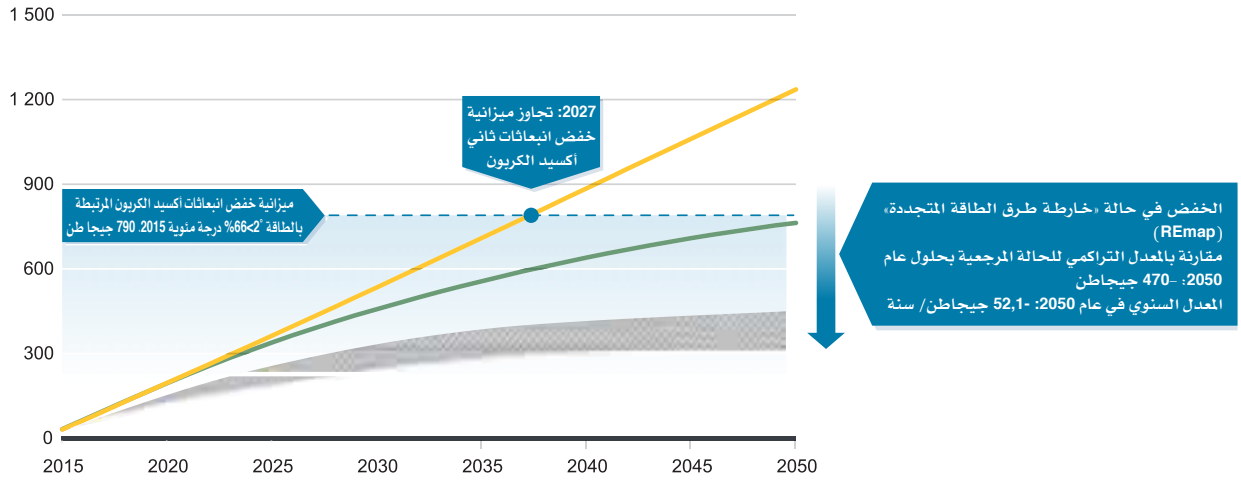
الحصول على البصمة الاقتصادية والاجتماعية عبر مزيج محدد من خريطة طريق للتحول في نظام الطاقة مع بنية وآفاق منظومة اقتصادية واجتماعية

الشمسية وطاقة الرياح، حيث زاد توليد الطاقة الشمسية الكهرضوئية بمقدار 94 جيجاوات وطاقة الرياح بمقدار 47 جيجاوات بما فيها 4 جيجاوات من طاقة الرياح البرية. ويرى التقرير أن على قطاعات الصناعة والنقل والبناء أن تستخدم مزيدا من الطاقة المتجددة. وفي هذا السياق، يمكن للكتلة الحيوية أن توفر نحو ثلثي الطاقة المتجددة المطلوبة لاستخدامات التدفئة والوقود، على حين توفر الطاقة الحرارية الشمسية نحو الربع، وتوفر الطاقة الحرارية الأرضية وغيرها من المصادر المتجددة النسبة المتبقية.

فوائد اقتصادية

يركز التقرير على الفوائد الاقتصادية الناجمة عن التحول في نظام الطاقة العالمي، ويوضح أن التكاليف الإضافية لهذا التحول على المدى الطويل قد تبلغ 1.7 تريليون دولار

المعدل التراكمي لانبعاثات الكربون المرتبطة بالطاقة (ثاني أكسيد الكربون جيجا طن)



أمريكي سنويا في عام 2050، بيد أن وفورات التكلفة الناجمة عن انخفاض معدلات تلوث الهواء وتحسن مستويات الصحة العامة وتراجع الضرر البيئي ستفوق هذه التكاليف بكثير. والوفورات المحققة ضمن هذه الجوانب الثلاثة وحدها ستبلغ وسطيا ستة تريليونات دولار أمريكي بحلول عام 2050. إضافة إلى ذلك، من شأن عملية التحول هذه أن تحسن البصمة الاقتصادية والاجتماعية لنظام الطاقة العالمي بدرجة كبيرة قياسا مع نهج العمل المعتمد حاليا، عدا تحسين معدلات الرفاهية والناتج المحلي الإجمالي والتوظيف. وعلى صعيد الاقتصاد العالمي، سيرتفع الناتج المحلي الإجمالي بحلول عام 2050 في كلا السيناريوهين المرجعي والتحولي. حيث إن التحول في نظام الطاقة يحفز نشاطا اقتصاديا يضاف إلى النمو الممكن توقعه ضمن نهج العمل المعتمد حاليا. وسيبلغ الربح التراكمي الناجم عن ارتفاع الناتج المحلي الإجمالي من عام 2018 حتى عام 2050 نحو 52 تريليون دولار.

البصمة الاقتصادية والاجتماعية

ويرى التقرير أن الاستثمار الإضافي الكبير في التقنيات المنخفضة الكربون سيكون مطلوبا مقارنة بالسياسات الحالية والمزمعة. فالحاجة تستدعي زيادة الاستثمار في نظام الطاقة بين عامي 2015 و 2050 بنسبة 30% تقريبا - من 93 تريليون دولار أمريكي وفقا للسياسات الحالية والمزمعة إلى 120 تريليون دولار - لتمكين عملية التحول في نظام الطاقة. وقد تتمحور معظم استثمارات الطاقة حول تقنيات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة. ويعتبر فهم البصمة — الاقتصادية والاجتماعية لتحول نظام الطاقة أمرا أساسيا لتحسين النتائج. فالتحول في نظام الطاقة لا يمكن التفكير فيه بمعزل عن المنظومة الاقتصادية والاجتماعية التي يحدث فيها. ويمكن اتباع مسارات تحول مختلفة، فضلا عن تحولات شتى في المنظومة الاقتصادية والاجتماعية. وتسعى خريطة طريق الطاقة المتجددة إلى تحسين البصمة الاقتصادية والاجتماعية العالمية لنظام الطاقة (قياسا بالحالة المرجعية). وبحلول عام 2050، سيثمر ذلك ارتفاع معدلات الرفاهية بنسبة 15%، والناتج المحلي الإجمالي بنسبة 1%، والوظائف بنسبة 0.1%. ويتوقع التقرير أن يؤدي تحول نظام الطاقة إلى فقدان 7.4 مليون وظيفة في قطاع الوقود الأحفوري بحلول عام 2050، لكنه سيخلق في المقابل 19 مليون وظيفة جديدة في مجالات الطاقة المتجددة، وكفاءة الطاقة، وتحسين الشبكات، ومرونة الطاقة، وهذا يعني في المحصلة كسب 11.6 مليون وظيفة. ■

وفـــورات التكلفة الناجمة عن انخفاض معدلات تلوث الهواء وتحسن مستويات الصحة العامة وتراجع الضرر البيئي ستبلغ وسطيا 6 تريليونات دولار بحلول عام 2050

نجوم البحر في المياه الكويتية

نظرا إلى طبيعة البيئة البحرية الكويتية وقربها من مصب شط العرب، فقد تدرجت ملوحتها، وتباينت رواسبها، ومستويات المد والجزر على امتداد شواطئها، وهو ما ساعد على ازدهار الكائنات الحية فيها، وارتفاع تراكيز المغذيات المذابة، ولاسيما في فصل الربيع.

وأسهم ذلك في اتسام الحياة البحرية فيها بكثرة تنوعها عن أي بقعة أخرى في الخليج العربي، لذا يلاحظ أن المسطحات الطينية الشمالية تحظى بأنواع متعددة من الحيوانات البحرية، مثل الديدان والحلازين والسرطانات البحرية وأسماك نطاط الطين البرمائية. وفي الشواطئ الجنوبية والوسطى هنالك عدد من الكائنات البحرية منها شوكيات الجلد، مثل قنافذ البحر ونجوم البحر.

داود الشراد*

* كاتب وباحث متخصص بالحياة البحرية، (الكويت)

في الشواطئ الجنوبية والوسطى من الكويت هنالك عدد من الكائنات البحرية منها شوكيات الجلد مثل قنافذ البحر ونجوم البحر

النجميات الحديثة

تنتمي طائفة النجميات الحديثة Asteroidea اللافقارية إلى شعبة شوكيات الجلد، تحت شعبة الحيوانات النجمية Asterozoa. ولنجوم البحر Sea Stars (Starfish) شكل النجمة. وتطلق تلك التسمية أيضا على طائفة الأفعوانيات التي تمثلها أساسا النجوم الهشة، أو النجوم السلية.

ولعل أول من استخدم اسم «نجم البحر»، كان عالم الحيوان الفرنسي بلينيفل Deblainville (1777-1850) في عام 1830، وهو مشتق من اليونانية، ويعني شبيه نجم البحر، وتعرف النجوم محليا بالعوعو.

ويوجد نحو 2000 نوع من النجوم التي تنتشر على قيعان البحار في موائل مختلفة في كل المحيطات، وفي شعاب المرجان في المناطق الاستوائية، وحتى في المياه القطبية القارسة. وتظهر في برك مناطق المد والجزر، وبمقدورها الابتعاد عن الماء أثناء الجزر لعدة ساعات، ويمتد وجودها حتى مناطق قيعان الأعماق السحيقة على عمق نحو 6 كم. وليس لها وجود في المياه العذبة، وإنما أعداد محدودة في المياه القليلة الملوحة (المويلحة). وتشاهد على كل من: الشواطئ الحجرية، والقيعان الرملية، والطينية، وأحراج العشب البني (القحلة) ومروج الأعشاب البحرية، ولها تنوع كبير في المناطق الشاطئية، وتعيش ملتصقة بسطح مرتكز صلب ملائم بواسطة أقدامها الأنبوبية، وبمقدورها أن تندس في شق ما بين الرمال، أو الصخور. ويعرف عن النجوم أن لها سجل أحافير قديما جدا، يعود إلى نحو 450 مليون سنة خلت إلى العصر الأرودفيشي. ولعل ضعف سجلها الكبير يعود إلى سرعة تحللها بعد فنائها مخلّفة وراءها الأشواك والعظميات فقط..

وللطائفة نحو تسع رتب، منها اثنتان منقرضتان، ويفتقد أفراد رتبة النجميات الشوكية، التي لها نحو 121 نوعاً، الملاقط والصفائح الثانوية حول الأذرع، ولها على سطحها اللافموي مجموعة كبيرة من الأشواك القصيرة. وتتوافر لأفراد رتبة النجميات الملقطية، التي لها نحو 269 نوعاً، رجيلات ملقطية ظاهرة، ورجيلات قصيرة، وثلاث عظميات هيكلية، ولمعظم الأنواع في رتبة مصراعية الباب Valvatida، التي لها نحو 695 نوعاً، خمس أذرع، وصفان من الأقدام الأنبوبية والممصات، ولها أيضا صفائح ثانوية ظاهرة على القرص والأذرع. ومن المجموعة أيضا نجم الوسادة، والنجم الجلدي، ولولية البحر الضئيلة.

نجوم البحر في المياه الكويتية

هناك عدد من أنواع نجوم البحر التي تشاهد في المياه الكويتية هي:

- نجم البحر الحديث

ينتمي نجم البحر الحديث نوع (Asterina Aquilonastra burtoni (b. إلى شعبة شوكيات الجلد، طائفة النجميات الحديثة، رتبة المصراعية التي لها نحو 695 نوعا في 172 جنسا في 17 فصيلا.

ويوجد النوع الحديث في المياه الكويتية على المرتكزات الرملية، من منطقة رأس الأرض (في منطقة السالمية القريبة من العاصمة الكويت) وحتى رأس الزور جنوبي البلاد. ويعرف محلياً بالعوعو، ويوجد في معظم البحار من السطوح وحتى الأعماق السحيقة، ومن القطبين حتى المناطق الاستوائية. ويتحمل في البرك الضحلة القريبة من الخليج العربي درجات ملوحة عالية تعادل نحو 60%. كما يشاهد في المياه الكويتية نوع A.cephea تحت الصخور المفككة والأحجار على امتداد الشاطئ، وقرب المرجان والأعشاب البحرية. وتتوارى النجوم الحديثة عادة تحت الصخور، أو في الشقوق، وتراوح أقطارها بين 1-7 سم، وقد تفوق أنواع الفصيلة في المياه السحيقة

ذلك، مثل جنس أقدام الوزة Anseropoda الذي يبلغ قطره نحو 35 سم.

- نجم الوسادة الحمراء البحري

ينتمي نجم الوسادة (غرب الهندي) Cushion نوع Oreaster reticulatus إلى شعبة الشوكيات، تحت شعبة الحيوانات النجمية، طائفة النجميات الحديثة، رتبة المصراعية، فصيلة النجميات. وهي توجد في المياه الضحلة، وتعدّ الأضخم في منطقتها، وتعيش البالغة عادة على القيعان الرملية، وكسارة المرجان، على أعماق نحو 37 مترا، في حين تستوطن اليافعة مروج الحشائش البحرية، وتساعدها ألوانها على الاختفاء. ويهاجر الحيوان في الشتاء إلى مواقع بعيدة عن الشاطئ، ويفضل عادة مناطق المياه الهادئة. وقد يبلغ قطره نحو خمسة سنتيمترات.

- نجم البحر الشائع (السكري)

ينتمي النجم الشائع نوع (A. rubens) Asterias Rulgaris إلى شعبة الشوكيات، طائفة النجميات الحديثة، رتبة النجميات الملقطية Foreipulatida، التي لها نحو 49 جنساً. وثلاث فصائل من فصيلة النجميات الحديثة.

ويوجد في المياه الكويتية، ويظهر على المرتكزات الصخرية والحصوية، وهو أيضا شائع كثيرا في شمال شرق الأطلسي، ولا يوجد في المتوسط. وبمقدوره العيش في المياه القليلة الملوحة. وقد يؤدي تغير المناخ والعواصف معاً في البحار، مع درجات من المد والجزر غير المتوقعة إلى حدوث جنوح شامل لأعداد هائلة جداً من النجم الشائع. ويعادل قطر النجم ما بين 10 و30 سنتيمترا، على الرغم من أن قطر الضخم منه قد يبلغ 52سم، ويعيش عادة ما بين 7 – 8 سنوات.

- نجم البحر ناخل الرمل (المشطي)

ينتمي نجم ناخل الرمل Sand Sifting البحري نوع Polyacanthus Astropecten إلى شعبة شوكيات الجلد، تحت شعبة الحيوانات الحرة Eleutherozoa، طائفة النجميات الحديثة، رتبة صفائحية زوايا الفم الوتدية Paxillpsoda، فصيلة النجوم المشطية Astropectinidae (comb sea stars). ولجنس النجم المشطي Astropecten نحو 100 نوع، منها النوع الصغير الذي يوجد في المياه الكويتية، ولونه برتقالي بني. وللنوع ناخل الرمل نحو ثمانية أسماء مرادفة، ويعدّ أكثر الأنواع انتشارا في جنس النجم المشطي.

ويوجد في المياه الكويتية أيضا كل: من تحت نوع الرمل متعدد الموق وتحت النوع ناخل الرمل المطوق (الشوكي) وتحت النوع القرنفلي البني الذي بمقدوره تحمل ملوحة تبلغ نحو 60% في البرك الضحلة القريبة من الخليج العربي. ويوجد أيضا في البحار الاستوائية وشبه الاستوائية، على الرمال الطينية، وقرب الشواطئ الضحلة، وحتى عمق يبلغ نحو 185 مترا، ويفضل عادة قيعان رواسب الرمال الغرينية في مصبات الأنهار والمرافئ. ويقضي الحيوان معظم وقته مدفوناً في القاع الغريني، وتساعده أشواكه على سرعة الحفر، ويغادر مع الغروب بحثاً عن الغذاء. وقد يشاهد باحثا عن الغذاء على الأرض في الصباح، أو في أواخر اليوم بعد الظهر. ويتشابه جنس النجم المشطي فيما بينه، ومن الصعب التفريق بين الأنواع، ويجب تحليل بعض الحالات في المختبر، أو باستخدام الاختبارات الوراثية وهي عادة غير متوافرة. ولتعرف الأنواع مع احتمال حدوث خطأ ضئيل، لا بد من فحص الشكل، ولا سيما من خلال التركيز على عدد من السمات النموذجية. ولعل العناصر الأساسية في تحديد الأنواع المختلفة من ذلك الحيوان تكمن في: هيئة النوع، وشكل الأشواك والصفائح الحدية الظهرية وحجم القرص، والأذرع. وقد يلاحظ أحيانا وجود العديد من الحلازين على جانبه العلوي، وهي حلازين متطفلة، ويعادل قطر الحيوان مع الأذرع ما بين 5 و10 سنتيمترات، وقد تنبسط الأذرع في بعض الأنواع لتبلغ نحو 20 سنتيمترا.

يوجد نجم البحر الحديث في المياه الكويتية على المرتكزات الرملية في مناطق عدة ويعرف محلياً بالعوعو

يوجد نجم الوسادة في المياه الضحلة ويعد الأضخم في المنطقة ويعيش البالغ منها عادة على القيعان الرملية وكسارة المرجان

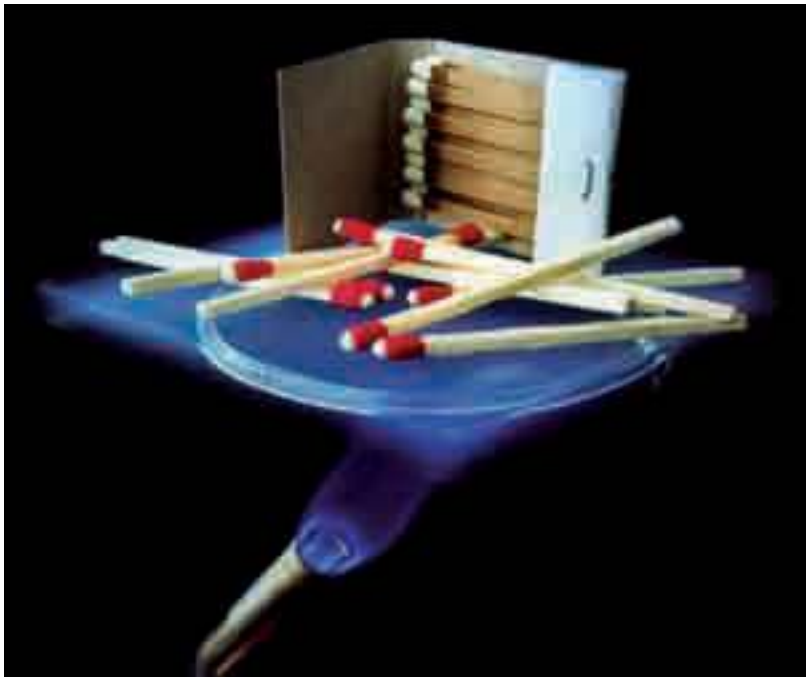
الدخان المتجمد.. مادة المستقبل

هي مادة ليست بجديدة، لكن بفضل ما أدخل عليها من تطوير صارت مادة فريدة، لها صفات وخصائص غير مسبوقة، تؤهلها لأن تكون مادة المُستقبل، لتنوع استخداماتها في مجالات عدة. إنها مادة الدخان المُتجمد، أو الإيروجيل Aero Gel، والتي يُطلِق عليها البعض اسم «الهلام الهوائي». فماذا عن هذه المادة الفريدة؟ وما أبرز صفاتها وخواصها؟ وفي أي المجالات يُمكن استخدامها؟

تعرّف هذه المادة بأنها مادة هُلامية مُنخفضة الكثافة، تبلغ كثافتها نحو 0.9 مليغرام لكل سنتيمتر مُربع، استُعيض فيها من المُحتوى السائل بالغاز.

حسني عبد الحافظ *

* باحث وكاتب صحفي، (مصر)



في 2011 أعلن عُلماء أمريكيون نجاحهم في تطوير الأيروجيل لتتمتع بخواص تجعل منها المادة المُنتظَرة لصناعات المُستقبل

مسيرة تاريخية

في أواخر العشرينيات من القرن الماضي تجادل عالمان أمريكيان، هما تشارلز ليرند وصمويل ستيفنس كيستلر، حول طبيعة «هُلام السليكا»، وهل يأخذ صورته هذه كونه ذا طبيعة سائلة، أم لكون هيكله يتألَّف من شبكة مسام ميكروسكوبية؟ أجرى كيستلر سِلسلة تجارب في كاليفورنيا من أجل إثبات إمكانية الاستعاضة عن السائل في الجيل بالغاز، من دون أن يتأثر الهيكل الهلامي. وقد نجح في ذلك، ونشر نتائج تجاربه في مجلة Nature عام 1931 . لم يلجأ حينها إلى تبخير السائل؛ لأن من شأن ذلك انكماش الهيكل، لكن اتجه إلى تجفيفه، فقام أوَّلاً بإحلال السائل المُذاب بالكحول، وعن طريق الضغط والتسخين، لما بعد النُقطة الحرجة (RSCE)، تبدأ مرحلة التحوُّل إلى غاز، وبرفع الضغط عن الهلام، مع الاستمرار في درجة الحرارة فوق الحرجة يتزايد تحرر الجُزيئات على هيئة غاز. وبتبريد الهيكل، لا يتبقى من الكحول سوى جُزء ضئيل جدًا، لا يُمكنه التكاثف ليكون سائلا من جديد، بل يتحوَّل إلى غاز. وكُل ذلك يتم دون إحداث أي تغيير في الهيكل الشبكي، ومن ثم يصبح لدينا مادة صلبة، على الرغم من أن فراغاتها النانوية مملوءة بالهواء.

استخدامات مُتعددة

إن خصائص هذه المادة تجعلها مُرشَّحة لكي تكون مادة رئيسية تقوم عليها جل صناعات المُستقبل. ومن المجالات التي تُستَخدَم فيها هذه المادة :

- صناعة العوازل الحرارية للجدران والنوافذ وغيرها .
- صناعة المنسوجات والأغطية والسُترات الفضائية.
- صناعة العقاقير وحِفظها وتخزينها.
- صناعة الأدوات الرياضية ذات المواصفات القياسية العالمية.
- امتصاص الغُبار والمُلوِّثات العالقة في الهواء .
- إمكانية استخدامها كعامل إذابة، عند تصنيع كثير من المواد الأخرى، كما في الدهانات ومُستحضرات التجميل .
- صناعة أجهزة الاستشعار، والكواشف ومناظير الرؤية الليلية.
- صناعة المُكثفات الفائقة، حيث يُمكنها تشييد طبقة كهروكيميائية مزدوجة وضئيلة تجعل من المكثفات أصغر بما يراوح بين 2000 و5000 مرة عن المكثفات الكهربائية التقليدية
- تنقية المياه من المعادن الثقيلة، مثل الكادميوم والزئبق والرصاص .
- صناعة الإلكترونيات المُتقدِّمة، وعمليات تحلية مياه البحر .

تطوير المادة

تواصلت الأبحاث والتجارب على هذه المادة لتطويرها وإكسابها صفات وخصائص جديدة. وفي أواخر عام 1985 توصَّل كيميائيون في مُختبر لورنس بركلي بكاليفورنيا إلى طريقة جديدة لإنتاج الأيروجيل، وذلك بإحلال ثاني أكسيد الكربون السائل بدلاً من الكحول في عمليَّة التجفيف فوق الحرجة. وهذه الطريقة آمنة لكن تكلفتها مرتفعة. وقبيل أفول عقد الثمانينات، نجح الكيميائي الأمريكي ريك بيكالا في تطوير نوع من الأيروجيل، ذي أصول عضوية، يُمكن تحويله إلى كربون نقي، إلاَّ أن التكلفة لم تتدن بشكل كبير.

وفي عام 1992م، نجح فريق مُشترك من عُلماء بجامعة نيومكسيكو وعُلماء بالمُختبر القومي الأمريكي في ساندیا، في إيجاد طريقة جديدة لإنتاج الأيروجيل، من دون الحاجة إلى التجفيف فيما فوق النقطة الحرجة. وكان هذا تحوّلا كبيرا في إنتاج الأيروجيلات ذات التكلفة المُنخفضة.

وفي مارس 1995 ، أُنتج نحو 45 طنا من الأيروجيل، غير أنه لم يكن بالصلابة التي تتطلَّبها كثير من الصناعات. وفي العام التالي حدث تطور زاد من أهمية مادة الأيروجيل، وتوسيع دائرة استخداماتها.

وفي تجربة فريدة، أرسلت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) 260 من مكعبات الأيروجيل، على متن المركبة ستارد دوست المُتجهة إلى مذنب ويلد، بغرض جمع الغُبار الكوني وأخذ عيِّنات من المذنب. و قطعت المركبة نحو 4.8 بليون كيلومتر، وتمكَّنت مُكعبات الأيروجيل من التقاط الغُبار بنجاح. وفي عام 2006 عادت المركبة إلى الأرض دون أن تفقد أي مكعب منها.

نوع جديد

كان العالم الكوري الأصل الدكتور لي كانغ بيك قد أعلن في عام 2003م اكتشافه نوعا جديدا يتميَّز بالمرونة والصلابة في آن واحد. ولإنتاج وتسويق هذا المُنتج شارك في تأسيس شركة تحمل اسم «أسبين أيروجيل».

وفي 2011 أعلن فريق من العُلماء الأمريكيين نجاحهم في تطوير آخر للأيروجيل بخواص غير مسبوقة، تجعل منه المادة المُنتظَرة لصناعات المُستقبل .

خصائص ومزايا

قطع العُلماء شوطًا طويلاً في رحلة تطوير مادة الأيروجيل، وصارت تمتلك مزايا كثيرة، أهمها:

- مُعدَّل الكثافة قليل جدًا، إذ تقل عن كثافة الزجاج بنحو 1000 مرَّة .
- تتميَّز بقُدرة كبيرة على العزل الحراري، كونها تلغي ثلاثة من النواقل الحرارية (تيارات الحمل ـ التوصيل ـ الإشعاع) .
- ذات طبيعة شبه شفافة وملمسها شبيه بالرغوة، لكنها مادة جافة، ولا تُشبه الجيل في خصائصها الفيزيائية.
- يبدو للوهلة الأولى أنها عُرضة للتحطُّم، بيد أنها قوية جدًا هيكليًا؛ إذ إن البنية الحاملة لها ذات قُدرات كبيرة، ويعبر عنها بالهيكل الميكروي ذي التغصنات، الذي هو جُزيئات ميكروية بحجم مُتوسط يراوح بين 2 و 5 نانومترات، تنصهر معًا لتُشكِّل بنية ثُلاثية الأبعاد، وقُطر المسام أقل من 100 نانومتر، ومن ثم فإن مُكعبًا منها بطول ورقة الدولار يُمكنه حمل وزن يزيد على نصف طن من دون أن يتهاوى أو يتضرر. وهي تمتلك سطحا تفاعليا كبيرا؛ إذ إن مساحة سطح 0.5 غرام منها تعادل سطحاً مساحته 250 مترًا مربعًا .
- خفيفة جداً، وقد نُعتت بأنها المادة الصلبة الأخف في العالم لأن المتر المكعب منها لا يتجاوز وزنه 160 غراما.
- عازلة للصوت وللرطوبة والبرودة.
- إذا خُلطت بمواد بلاستيكية، تُصبح ذات مرونة كبيرة جدا، وكأنها زنبرك، بحيث يُمكن مدّها آلاف المرات، إلى حد أن مقدارًا صغيراً من المادة كفيل بتغطية ملعب كُرة قدم.
- صار بالإمكان إنتاج أنواع مُختلفة منها بواسطة الطباعة الثلاثية الأبعاد، باستخدام البوليمرات والسيليكا ومركبات الكربون . ■

من أهم مزايا المادة قلة مُعدَّل كثافتها وقدرتها الكبيرة على العزل الحراري وقوة هيكلها

تدخل في صناعات عدة أهمها العوازل الحرارية والعقاقير والأدوات الرياضية وأجهزة الاستشعار والإلكترونيات المُتقدِّمة

السوبرنوفا

(المستعرات العظمى) التي رصدها العلماء العرب

د. سائر بصمه جي*

يعرف علماء الفلك السوبرنوفا (المستعر الأعظم أو الفائق) Supernova بأنه نجم يتألق فجأة بشكل هائل، بحيث يتضاعف لمعانه ملايين المرات. ويحدث ذلك عندما يتعرض نجم إلى انفجار في كامل كتلته، بحيث تقذف بعيداً مصدرة ضياءً شديداً. وتحدث مثل تلك الانفجارات في النجوم التي قطعت شوطاً كبيراً في تطورها، متجاوزة حزام التتابع الرئيسي، هابطة دونه، مقلصة مادتها النجمية إلى درجة كبيرة، مع ارتفاع حرارة مركزها من جراء ذلك إلى نحو 600 مليون درجة مئوية، مما يجعلها تحت قوتين: (الجاذبة المركزية وقوة الضغط للخارج بفعل الحرارة)، تعملان على انهيارها.

* باحث وأكاديمي له عدة مؤلفات في التراث العلمي العربي، وعدد من الموسوعات والكتب العلمية، (سوريا)

استخدم العلماء العرب عدة أوصاف تخص السوبرنوفا، فقد أطلقوا عليها لفظ (النيزك العظيم) و(الكوكب الكبير) و(الكوكب الأثاري) و (النجم العظيم الشأن)

وسجل العلماء العرب رصدهم لاثنين من هذه النجوم السوبرنوفا: الأول هو SN1006، والآخر SN1054، وذلك في القرن (الخامس الهجري/ الحادي عشر للميلاد).

واستخدم العلماء العرب عدة أوصاف تخص السوبرنوفا، فقد أطلقوا عليها لفظ (النيزك العظيم) و(الكوكب الكبير) و(الكوكب الأثاري) و (النجم العظيم الشأن). ولم يذكروا لفظ (النجم) لأنه كان في العرف العلمي السائد أن لفظ (النجم) تحديداً يشير إلى مجموعة نجوم الثريا.

السوبرنوفا SN1006

تذكر كتب التاريخ أن العالم العربي علي بن رضوان (توفي 453 هـ/ 1061م) رصد ما عرف (بالنيزك العظيم) في 396/7/29هـ (الموافق 1006/4/30م) نحو الساعة الحادية عشرة ليلاً، وهو لم يكن نيزكاً بالمعنى المتعارف عليه حالياً، وإنما هو السوبرنوفا SN1006.

وتتبع الباحث برنارد غولدشتاين B. Goldstein دراسة هذا السوبرنوفا فعثر على سجلات في بلدان أخرى (الصين، أوروبا) تشير إلى ظهوره، لكنها لم تكن دقيقة كما شرحها علي بن رضوان. فقد وصفه راهب في سويسرا بأنه نجم له قدرٌ غير عادي، وأنه ظهر في أقصى الجنوب، وأنه بقي يتقلص ويتمدد لمدة ثلاثة أشهر. وبعد أن جمع غولدشتاين الكثير من المعلومات طلب إلى القائمين على مرصد (يال) في أمريكا الجنوبية تصوير الموقع في ربيع عام 1965م، فحصلوا على صورة فيها قرص مقداره 25 ثانية قوسية، رجحوا أنه الأثر المتبقي من نجم علي بن رضوان.

بقايا السوبر نوفا SN1006 كما صورت بوساطة تلسكوب الفضاء تشاندرا عام 2008م، أي بعد نحو 1000 سنة من رصد ابن رضوان له. الصورة مأخوذة بالأشعة السينية، ويشير اللون الأحمر فيها إلى عدة ملايين من درجات الحرارة المئوية. وكان أكثر السوبرنوفا سطوعاً في التاريخ المدون، وهو الأكثر وصفًا في عصر ما قبل التلسكوبات. وظل يُرى لأكثر من سنتين.

وضع ابن رضوان رصده لهذا السوبرنوفا في تعليقه على كتاب بطليموس Tetrabiblos أي الكتب الأربعة. وقال ابن رضوان: «... وكان نيزكاً عظيماً مستدير الشكل، يكون عظمه قدر الزهرة مرتين ونصف أو ثلاث مرات. وكان نوره يضيء منه الأفق، ويلمع لمعاناً شديداً ومقدار ضيائه ربع ضياء القمر وأكثر قليلاً». ومثل غيره من الفلكيين، ذكر ابن رضوان أن النجم الجديد كان منخفضاً في الأفق الجنوبي. وقدّم رهبان في دير القديس غال بيانات مستقلة عن حجمه وموقعه في السماء، فكتبوا أنه: «... شوهد لمدة ثلاثة أشهر في أقصى الجنوب، وراء كل الأبراج التي ينظر اليها في السماء».

صفحة من مخطوطة (قرة العيون) لابن الديبع الشيباني التي ورد فيها ذكر "النجم العظيم الشأن" الذي ظهر في عام 396هـ/1006م.

موقع السوبرنوفا

وحدد ابن رضوان موقعه بالضبط حيث قال: «كانت الشمس في ذلك اليوم على ارتفاع 15 درجة في كوكبة الثور والمشهد على بعد 15 درجة من كوكبة العقرب»؛ أي إنه يقع في كوكبة الذئب جنوب كوكبة العقرب.

ومن المرجّح أن السوبرنوفا الذي أشار إليه ابن الأثير (توفي 630هـ / 1233م) ودونه في كتابه (الكامل في التاريخ) في شعبان 396هـ/مايو 1006م، هو نفسه الذي رصده ابن رضوان. حيث قال ابن الأثير: في " مستهل شعبان، طلع كوكب كبير يشبه الزهرة عن يسرة قبلة العراق، له شعاع على الأرض كشعاع القمر، وبقي إلى منتصف ذي القعدة وغاب". ووثق بعض مؤرخي الحوليات في (القرن 10هـ/ 16م) مثل ابن الديبع الشيباني (توفي 944هـ/1537م) ظهور هذا السوبرنوفا. لكنهم لم يحددوا لنا هل كانت مصادرهم عمن سبقهم من المؤرخين؛ لأننا سنجد بعض الاختلافات في أوصاف رصده.

قال ابن الديبع: «فلما كانت ليلة النصف من رجب سنة ستة وتسعين وثلثمائة طلع نجم مثل الزهرة أربع مرات بعد غروب الشمس بنصف ساعة، ولم يكن مدوّراً بل هو إلى الطول أقرب وفي أطرافه مثل الأصابع وله حركة عظيمة كأنه في ماء يضطرب، وله شعاع كشعاع الشمس وكان طلوعه في منزلة الغفر من برج الميزان، ولم يزل كذلك إلى ليلة النصف من رمضان ثم نقص نوره واضمحل».

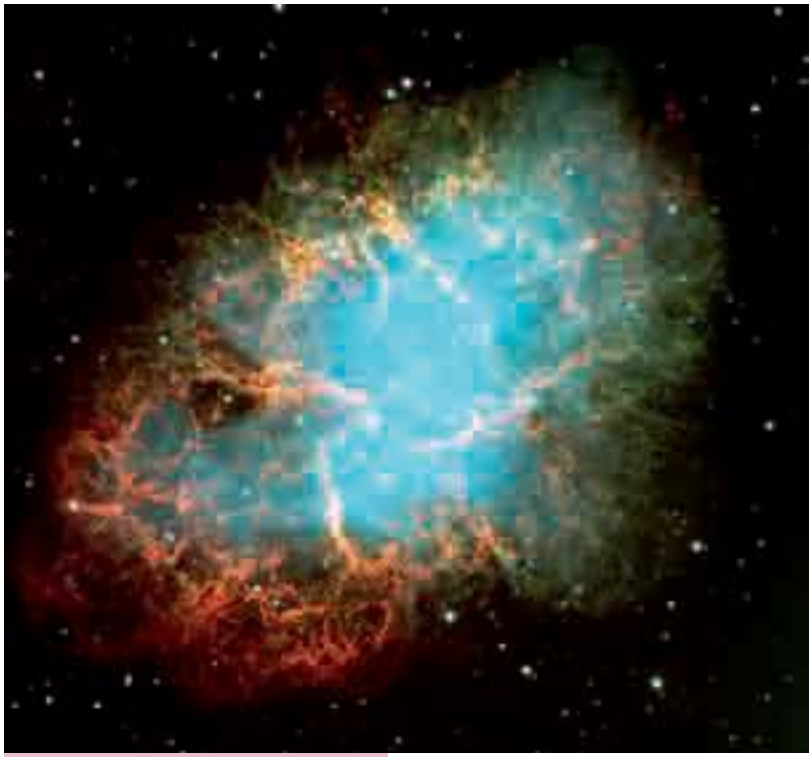
والعنصر المشترك في الروايات كلها هو أن قدر السوبرنوفا SN1006 يعادل قدْر كوكب الزهرة الذي يكون (4.14-) في حالته العظمى. ويذكر معظمهم أنه مكث يُرى في السماء من شعبان إلى منتصف ذي القعدة أي نحو ثلاثة أشهر ونصف.

واكتشف علماء الفلك الحديث البقية الباهتة لهذا الانفجار وقرروا أنه كان على بعد 7100 سنة ضوئية من الأرض.

السوبرنوفا SN1054

السوبرنوفا الآخر الذي رصده العلماء العرب هو SN1054. ووثّق ظهوره لنا الطبيب والمؤرخ ابن أبي أصيبعة (توفي 668هـ /1270م) نقلاً عن الطبيب المختار بن بطلان (توفي 458هـ/ 1066م).

قال ابن أبي أصيبعة: «ونقلت من خطه فيما ذكره من ذلك ما هذا مثاله قال: ومن مشاهير الأوباء في زماننا الذي عرض عند طلوع الكوكب الأثاري في الجوزاء من سنة ست وأربعين وأربعمائة، فإن في تلك السنة دفن في كنيسة لوقا بعد أن امتلأت جميع المدافن التي في القسطنطينية أربعة عشر ألف نسمة في الخريف. وقال أيضاً بعد ذلك ولأن هذا الكوكب الأثاري طلع في برج الجوزاء وهو طالع مصر أوقع الوباء في الفسطاط بنقصان النيل في وقت ظهوره في سنة خمس وأربعين وأربعمائة. وصح إنذار بطليموس القائل الويل لأهل مصر إذا طلع أحد ذوات الذوائب وأنجهم في الجوزاء». ونلاحظ أن النص يشير إلى ثلاث سنوات هي (445، 446 ، 447 للهجرة)، وهي تقابل على التوالي: 23 أبريل 1053م – 11 أبريل 1054م، 12 أبريل 1054م– 1 أبريل 1055م، و 2 أبريل 1055م– 20 مارس 1056م. ونجد هنا تناقضا واضحا في سنة حدوث النجم، فقد أعلن أول مرة أنه وقع سنة 446هـ، ثم 445هـ. ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق قراءة مداخل أخرى في الكتاب، تحدد بوضوح أن نهر النيل كان منخفضاً عند سنة 446هـ. استمر هذا العام في التقويم الإسلامي من 12 أبريل 1054 إلى 1 أبريل 1055م، وهو متوافق مع ظهور النجم في يوليو 1054م، حيث إن موقعه كان في برج الجوزاء (وهي، بسبب مبادرة الاعتدالين Axial precession [التغيير البطيء والمستمر لاتجاه محور الجسم الفلكي الدوار، ويستخدم بشكل خاص لوصف التغير المستمر لاتجاه محور الأرض]، التي تغطي الجزء الشرقي من كوكبة برج الثور).



صورة لسديم السرطان مأخوذة بوساطة تلسكوب الفضاء هابل عام 1999م، وهو بقايا السوبرنوفا (SN1054) الذي رصده ابن بطلان. كانت كتلة النجم المنفجر تعادل 8-10 أمثال كتلة الشمس.

إذاً يمكن تحديد تاريخ الحدث بالإشارة إلى أن مستوى النيل يشير إلى الفترة التي سبقت الفيضان السنوي لها، وهذا يعني أنه حدث خلال فصل صيف 1054م.

أمر آخر يشير إليه النص وكان شائعاً في ذلك العصر هو أن ظهور أي جرم سماوي (سواء كان هذا الجرم نيزكا أم مذنبا أم سوبرنوفا) دلالة على ظهور الأوبئة والأمراض في ذلك البلد. وبناءً عليه فقد كانوا يتشاءمون من ظهوره، واستمرت هذه العقلية بالتعامل مع هذه الظاهرة حتى أواخر القرن العشرين. فقد شهدنا خوف الناس في مختلف بقاع الأرض لدى علمهم بظهور مذنب هالي عام 1986م واقترابه من الشمس.

إذاً لم يتخلف العلماء العرب عن رصد هذه الأجرام المميزة في السماء، وإنما سجلوا كل ما استطاعوا تدوينه من صفاتها وحسب الإمكانات المتاحة في عصرهم. وهو أمر بالغ الأهمية؛ إذْ لا تزال المراجع الأجنبية تستشهد بهم وتضع تدويناتهم في سياقها التاريخي العلمي. ■

رصد العلماء العرب الأجرام المميزة في السماء ودونوا صفاتها ولا تزال المراجع الأجنبية تستشهد بهم وتضع تدويناتهم في سياقها التاريخي العلمي

غازات الشعلة في المنشآت الصناعية

محمد الحسن *

أصبح العالم أكثر وعيا بشأن أخطار انبعاثات غازات الدفيئة، ولاسيما ثاني أكسيد الكربون، وتأثيراتها السلبية على البيئة ومواردها الطبيعية، وأخذ يسعى يوما بعد آخر للحد من انتشارها ودورها في زيادة الاحتباس الحراري العالمي.

وفرضت معظم الدول قوانين تحث القطاع الصناعي على الحد من انبعاثات

* إعلامي وكاتب علمي، (الكويت).

ولما كان قطاع الصناعات البتروكيميائية يعد من أهم القطاعات الصناعية في عدد من الدول المنتجة للبترول، فقد حرصت تلك الدول على خفض حرق غازات الشعلة، المصاحبة لعمليات استخراج النفط وتكريره والصناعات المرتبطة به كليا. وهناك اتفاقية بهذا الصدد بين الدول المعنية تقضي بإنجاز ذلك بحلول عام 2030.

تحرص الدول المنتجة للبترول على خفض حرق غازات الشعلة المصاحبة لعمليات استخراج النفط وتكريره والصناعات المرتبطة به

لماذا نحرق الغاز؟

يعتبر حرق الغاز طريقة آمنة وفعالة في المنشآت الصناعية للتخلص من الغازات القابلة للاشتعال في حالات الطوارئ، مثل انقطاع التيار الكهربائي أو عطل في المعدات أو حدوث أي حريق. والعديد من الأبخرة تكون مواد ضارة أو متفجرة أو قابلة للاشتعال، ولا يمكن إطلاقها ببساطة في الغلاف الجوي، لذلك فإن حرقها ضروري إذا لم تتوفر التقنية لاحتواء الانبعاثات.

وفي المقابل، تستخدم مشاعل الغاز للتخلص من الانبعاثات بشكل مقصود وروتيني عند تشغيل أو إطفاء تلك المنشآت الصناعية، من أجل حرق الغاز المتحرر القابل للاشتعال.

أضرار بيئية

يؤدي حرق غاز الشعلة إلى إطلاق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين والهيدروكربونات إضافة إلى مركبات عضوية متطايرة وغيرها. وعلى سبيل المثال، يحتاج مصنع الإيثيلين الذي تبلغ طاقته الإنتاجية 600 ألف طن سنويا

يعتبر حرق الغاز طريقة آمنة في المنشآت الصناعية للتخلص من الغازات القابلة للاشتعال في حالات الطوارئ مثل انقطاع التيار الكهربائي

ملوثات الهواء والضوضاء والضوء، والعمل على توفير الطاقة والمواد الخام، بما يسهم في جعل الأنشطة الصناعية أكثر استدامة وصداقة للبيئة والمجتمع المحلي.

استرداد غازات الشعلة

إن إضافة وحدة استرداد غازات الشعلة (Flare-Gas Recovery Unit - FGRU) أمر منطقي من الناحية الاقتصادية؛ فغالبا ما تكون هذه الغازات من المواد الهيدروكربونية القيمة التي يمكن استخدامها كوقود أو حتى كمواد خام، ومن ثم، يمكن تعويض تكاليف وحدة الاسترداد من خلال استخدام الطاقة أو الموارد.

ومع التوسع في الأعمال الصناعية، وتزايد الاعتماد على صناعات تكرير النفط وتسييل الغاز والصناعات البتروكيميائية، يصبح من المنطقي التفكير بشكل أعمق في استخدام وحدات استرداد الغاز أثناء بدء التشغيل لتقليل الانبعاثات وخفض الهدر والضرر البيئي.

ومن أجل تحديد الحل الأنسب لاستعادة غازات الشعلة، يجب أن يكون لدينا فهم جيد لكيفية إنتاج غازات الاحتراق وتوزيعها والاستخدام الأفضل لها. وبغض النظر عن الطريقة التي يتم استخدامها، فإن استرداد بعض أو كل غازات الاحتراق سيقلل من تلوث الغلاف الجوي، فضلا عن تقليل الإشعاع الحراري والضوضاء والروائح، ويقلل من متطلبات الوقود ومن تكلفة صيانة الشعلة. في نهاية المطاف، يؤدي استرداد غاز الشعلة إلى زيادة كفاءة المصنع.

وتصميم وحدات الاسترجاع يجب أن يتوافق مع المعدات وألا يؤثر على سير العمليات، وهذا التصميم في مصانع البتروكيميائيات أكثر تعقيدا بكثير من تصميمها لمصنع للغاز الطبيعي المسال أو لمصافي البترول، لأن أداء العمليات والمعدات في تلك المصانع أمر حساس جدا. ويجب أن يضمن التصميم الحفاظ على تشغيل المصنع مستقرا وبعيدا عن حصول تفاعلات وآثار جانبية غير مرغوب بها. على سبيل المثال، هناك نوعان من عمليات الفصل الفيزيائي التي يمكن استخدامها في وحدات الاسترجاع في مصانع الأوليفينات: تقنية الفصل الغشائي (membrane separation) وتقنية الامتزاز (adsorption). وعند استخدام نمط المعالجة الحرارية المتأرجحة للامتزاز (temperature-swing adsorption - TSA) يزداد بشكل كبير خطر تفاعلات البلمرة غير المرغوب فيها، لكن مع المعالجة بالضغط المتأرجح (pressure-swing adsorption - PSA)، يمكن تجنب هذه المخاطر.

إن البحث عن الحلول السهلة من خلال إحراق الغاز يعد هدرا لثروات بشرية تقدر سنويا ببلايين الدولارات، ولا يقتصر الأمر على ذلك، بل إن إحراقه يضر بالبيئة المحلية ويساهم في زيادة انبعاث غازات الدفيئة وزيادة الاحتباس الحراري العالمي، لذا، كان لزاما على القطاع الصناعي، من منطلق مسؤوليته الاجتماعية تجاه البيئة والمجتمع، اتخاذ خطوات عملية لحفظ مقدرات الأمم والشعوب، والارتقاء بأدائه من خلال رفع كفاءة المصانع، وحماية البيئة من آثار عملياتها، والاستثمار في عمليات مستدامة تحقق الاستفادة المثلى من الموارد.

إلى إشعال نحو 2500 طن من الإيثيلين أثناء بدء التشغيل. وبافتراض وجود كفاءة حرق بنسبة 98 %، ستشمل انبعاثات الهواء الناتجة: 7700 طن على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، و20 طنا من أول أكسيد الكربون، و3.7 طن من أكسيد النتروجين، و7.5 طن من الهيدروكربونات، و50 طنا من المركبات العضوية المتطايرة.

وإذا تم تضمين جميع مصادر الحرق، مثل الإيثان والبروبيلين والبروبان، فسنرى أنه يتم إنتاج كميات هائلة من الانبعاثات في الهواء من خلال بدء عملية تشغيل واحدة.

نقاط الحرق

لإلغاء حرق الغاز، يجب علينا أولا أن نبحث في الأسباب الرئيسية للاشتعال. وتشمل الأنشطة التي يتم فيها استخدام الحرق: بدء تشغيل المصنع، وإيقاف التشغيل المجدول أو الطارئ، وإجراءات

الصيانة، وحتى التشغيل العادي في بعض الأحيان.

وبدء التشغيل هو الانتقال من الحالة الأولية إلى وضع التشغيل النهائي. وخلال هذه العملية، يتم زيادة التغذية تدريجيا، وضغط المعدات، وتصل السوائل الساخنة أو الباردة إلى الظروف التشغيلية الخاصة بها. وأثناء هذه الأنشطة، تُوجه كميات كبيرة من الغاز للحرق في الشعلة.

وتشمل حالات الحرق الطارئة فشل التشغيل، والحوادث الطارئة مع ضواغط الغاز المتكسر، وضواغط دورة التبريد، وتعطل الأجهزة، والأعطال الكهربائية، وظروف الطقس، وغير ذلك. وكل هذه الأسباب قد تؤدي إلى إغلاق جزئي أو كلي للمصنع. وعند وقوع هذه الحوادث الطارئة يتم تخفيف الضغط على الأنابيب والمعدات وإرسال الغازات المنبعثة إلى الشعلة حتى يمكن العودة إلى ظروف التشغيل العادية، لأن أفضل خيار لضمان سلامة الأشخاص المعدات هو أسلوب الحرق، وهو وسيلة فعالة وآمنة وسريعة للتعامل مع الغازات الناشئة، وفي حالة حدوث أي طارئ يجب التصرف سريعا لإعادة المصنع إلى ظروف التشغيل العادية. ■

طرق استرداد غازات الشعلة

هناك عدة طرق لاسترداد غاز الشعلة، هي:

فيزيائيا: تُسترد الغازات وتنقى بواسطة معدات خاصة، وتُضغط إذا لزم الأمر، لاستخدامها كوقود أو كمواد خام.

كيميائيا: تتفاعل غازات الاحتراق عبر محفز لتحويلها إلى مواد صناعية يمكن استرجاعها.

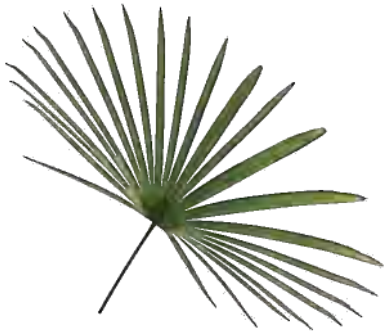
باستخدام الكيمياء الحيوية: تتم هذه الطريقة الأحدث من الاستعادة باستخدام بكتيريا تنفذ تفاعلات تحلل، ومن ثم تحوّل غازات الشعلة إلى مكونات أبسط يمكن الاستفادة منها.

تستخدم مشاعل الغاز للتخلص من الانبعاثات بشكل مقصود وروتيني عند تشغيل أو إطفاء المنشآت الصناعية لحرق الغاز المتحرر القابل للاشتعال

من أجل تحديد الحل الأنسب لاستعادة غازات الشعلة يجب أن يكون لدينا فهم جيد لكيفية إنتاج غازات الاحتراق وتوزيعها والاستخدام الأفضل لها

مصنفات علم النبات في التراث العلمي العربي

زهير محمود حموي*



يحفل سجل الريادة في علم النبات بأسماء الكثيرين من العلماء العرب الذين دونوا في مؤلفاتهم أسماء النباتات والأعشاب، وصفة الزرع، وآفاته، وصفة الأرض،

* باحث في التراث العربي، ومؤلف عدة كتب في هذا المجال (الكويت).

وقد ألف بعض العلماء العرب مصنفات في أسماء النبات وأصولها، ورتبوها في معاجم متميزة كان لها أثر علمي كبير في الحضارات اللاحقة. ومن أهم هذه المصنفات:

كتاب المخصّص

أشهر المعاجم التي تناولت النبات كتاب المخصص لابن سيده الأندلسي، علي بن إسماعيل (ت: 458 هـ)، الذي يعدّ من أضخم المعاجم العربية التي تعنى بجميع ألفاظ اللغة وتكوينها بحسب معانيها، بحيث تنضوي تحت موضوع واحد. وقد قسّمه إلى أبواب، فبدأ بالإنسان، ثم الحيوان، ثم الطبيعة، وتوسع في النبات والزرع والحبوب، فذكر أعيان النبات والشجر، وصفة الزرع، وآفات الزرع، وأجناس البر والشعير، وأجناس العنب والنخل ونعوته النخل وعيوبه وآفاته وطوائفه، وأجناس وأشجار الجبال وغير ذلك.

ويشتمل الكتاب على أبحاث زراعية تدل على شمول المعرفة عند ابن سيدة، وعقليته العلمية في التحري والتتبع والاستقراء. وقد تناولت هذه الأبحاث موضوعات الأرض، ونعومتها وما يتعلق بها من خصب وجدب، ومن صحة ووبال، وحرث وإنبات، وما يتعلق بها من جهة العشب والكلأ. وهناك أبواب في الشجر من حيث أوصافها وتوريقها وتنويرها... إلى غير ذلك مما يتعلق بأمور الأشجار والأوراق والثمار وعيوب فيها.

كتاب النبات والشّجر

مؤلف الكتاب هو عبد الملك بن قُريب المعروف بالأصمعي (ت: 215 هـ)، وتناول فيه أسماء الأرض وصفاتها، وما يصلح للزرع فيها من نبات وشجر، وذكر أسماء النبات، وأنواعه ومواضع زرعه، وأدوار النمو التي تمر فيها النباتات، وقسّمها بعد ذلك إلى أحرار وذكور، فأحرار البقول ما رقّ منها وحسن، وذكورها ما غلظ منها وخشن، ثم قسّمها بحسب طعمها إلى حمض وخُلَّه فالحمض ما كان طعمه مالحاً، والخلة ما كان طعمها مائلاً للحلاوة، وقسمها بحسب الأمكنة التي تنمو فيها إلى سهلية ورملية وجبلية، وبلغ عددها 280 نباتاً.

كتاب الشّجر والكلأ

مؤلف الكتاب هو أبو زيد الأنصاري (ت: 215 هـ) لغوي من أئمة الأدب، ذكر معظم من ترجم له كتابه هذا باسم: كتاب النبات والشجر.

ونعومتها وما يتعلق بها من خصب وجدب، وخفوض وارتفاع واستواء، ومن صحة ووبال، وحرث وإنبات.

ألف بعض العلماء العرب مصنفات في أسماء النبات وأصولها ورتبوها في معاجم متميزة

أشهر المعاجم التي تناولت النبات كتاب المخصص لابن سيده الذي يعدّ من أضخم المعاجم العربية التي تعنى بجميع ألفاظ اللغة وتكوينها

معاجم النّبات الحديثة

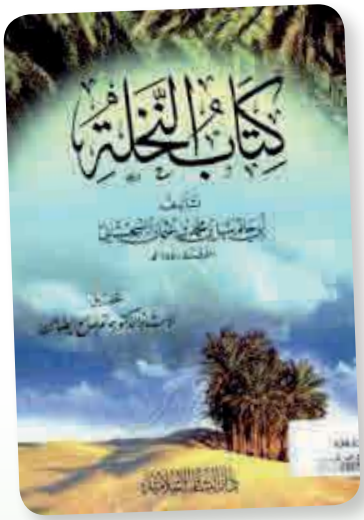
(معجم أسماء النبات): من تأليف الدكتور أحمد عيسى بك، وكان طبيباً ومُؤَرِّخاً وكاتباً مصرياً (توفي عام 1946). جمع فيه كل ما عرف من أسماء النّباتات في المؤلفات العربية.

(معجم النّبات): وهو معجم للألفاظ الزراعية، وضعه العلاّمة مصطفى الشهابي، الذي تولّى رئاسة المجمع العلمي العربي بدمشق، وهو يحمل شهادة مهندس زراعي، ومعجمه هذا سدّ ثغرة في معرفة أنواع النبات. يشتمل المعجم على (9000) لفظ فرنسي أو علمي وما يقابله باللغة العربية، وقال: إن من بين الألفاظ العربية المذكورة ثلاثة آلاف لفظ على الأقل هي من وضعه أو تحقيقه لم يسبقه إليها أحد من أصحاب المعجمات الأعجمية العربية.

(النباتات الطبيّة): من تأليف د. عبد العظيم حفني صابر.

(أسماء العشب والشّجر في بوادي العرب): من تأليف الدكتور عبد الوهاب عزام، وفيه عرض لبعض أسماء العشب والشجر التي يستعملها العرب في جزيرة سيناء وفي شبه الجزيرة العربية.

(نباتات في الشّعر العربي): من تأليف



كتاب النّخلة

مؤلف الكتاب هو سهل بن محمد السجستاني (ت: 255 هـ) وقسّم إلى قسمين، تناول في الأول مكانة النخلة وتعرض فيه للعرب وأنسابها، وعلاقتها بالنخلة، والثاني: ذكر فيه النخل وأوصافه وأجزاءه ومنافعه، واستشهد على ذلك بالأشعار.

كتاب النّخلة لمؤلفه أبي حنيفة الدينوري يعدّ موسوعة مهمة في موضوعه لما جمع فيه من أسماء الأعشاب والأشجار وهو مقسّم إلى 12 باباً

كتاب النّبات

مؤلفه أحمد بن داود، أبو حنيفة الدينوري (ت: 282 هـ)، يعدّ الكتاب موسوعة مهمة في موضوعه، لما جمع فيه من أسماء الأعشاب والأشجار، وهو مقسّم إلى 12 باباً، هي: باب الرعي والمراعي، وخصّصه للإبل، وصفاتها وأمراضها، وباب الكمأة والجبأة، وباب الصّموغ، تكلم فيه عن النباتات التي تعطي العلوك، وباب الدباغ، ويشمل النباتات المستعملة في دبغ الجلود، وباب الزناد، تكلم فيه عن الأشجار التي يستعمل خشبها أو أعوادها في قدح الزناد، وباب ألوان النيران والأرمدة والأدخنة، وباب ما يصبغ به، ومنها نبات الورس والعصفر والكركم، وغيرها، وباب الروائح، وذكر أن منها الطيبة، ومنها النتنة، وباب المساويك، وباب الحبال، وهي تصنع

الدكتور حسن مصطفى حسن، ذكر فيه أسماء النباتات العلمية، مع اسم النبات العلمي الموافق للاسم العربي المذكور في الشعر.

(القاموس الجديد للنباتات الطبية): من تأليف الدكتور سمير إسماعيل الحلو، جمع فيه أكثر من ألفي نبات بأسمائها العربية والإنجليزية واللاتينية.

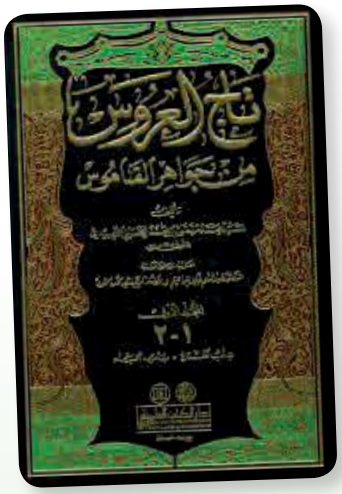
غالباً من لحاء الشجر أو من أليافها وسوقها، وباب العسل والنحل، وباب القسي والسهام، الذي وصف فيه أوتارها وطـــرق تحضيرها واستعمالها.

النّبات في المعاجم

اشتملت معاجم الألفاظ على بيان الكثير من المفردات المتعلقة بالنّبات، مثل:

النبات في معجم تهذيب اللّغة: يعدّ كتاب تهذيب اللّغة لأبي منصور الأزهري (ت: 370 هـ) من أهم معجمات اللغة، كما يعد موسوعة ثقافية في شتّى المعارف والعلوم التي كانت على عصره، حيث جمع فيه معارفه اللغوية والتفسيرية ومعارف عن القراءات والسنّة والفقه، وعن النباتات والحيوانات والصحارى، والبحار والأنهار وما يتصل بالمياه، والسحب والأنواء، إلى غير ذلك من المعارف المبثوثة في ثنايا المعجم.

النَّبات في (المحيط في اللّغة): للصّاحب بن عَبّاد: جمع الباحثان جوان المفتي، وعامر باهر الحيالي أسماء النباتات في هذا المعجم، ونشر بعنوان: (معجم أسماء النباتات في كتاب المحيط في اللغة). وهو بحث علمي جمع أسماء النباتات من الكتاب مع محاولة توثيقها من كتب النبات، ومعجمات اللغة التي عني أصحابها بألفاظ النبات والشجر.



النَّبات في (لسان العرب): المؤلف هو محمد بن مكرم، ابن منظور (ت: 711 هـ). اشتمل كتابه الموسوعي على ذكر النباتات، وأعدت الدكتورة كوكب دياب من الجامعة اللبنانية (المعجم المفصّل في الأشجار والنّباتات في لسان العرب).

النَّبات في (تاج العروس في شرح جواهر القاموس): المؤلف هو المرتضى الزبيدي اشتمل هذا المعجم على ذكر الكثير من أسماء وأنواع النبات، وأعد محمود مصطفى الدمياطي (معجم أسماء النباتات الواردة في تاج العروس). ■

كان لمصنفات النبت العربية معاجم أثر علمي كبير في الحضارات اللاحقة لاحتوائها على التعريف بنباتات عديدة

كتاب النبات والشّجر للأصمعي ذكر فيه أسماء 280 نباتا وأسماء الأرض وصفاتها وما يصلح للزرع فيها من نبات وشجر

استيطان الفضاء.. هل من دور عربي؟

منذ بزوغ الحضارة البشرية إلى الوقت الحاضر وحتى في المستقبل، كان اكتشاف الفضاء الخارجي، وسيستمر، أحد المجالات التي تستقطب اهتمام الجميع. فطموح الوصول إلى الفضاء طموح إنساني غير مرتبط بزمن أو مكان أو ثقافة معينة. ولا يحد هذا الطموح إلا القدرات التكنولوجية المتاحة، فكان اكتشاف الفضاء محصوراً بدراسة الفلك عن طريق التلسكوبات حتى عام 1957 عندما نجح الاتحاد السوفييتي في إطلاق أول قمر اصطناعي، فكان ذلك الحدث إعلانا عن ثورة في هذا المجال، ودخل كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة في السباق المعروف لاكتشاف الفضاء خلال الحرب الباردة. فكانت الصبغة العسكرية والسياسية والتكاليف الباهظة من الأسباب التي حصرته بدول قليلة.

وبعد 60 سنة من التطور في صناعة الفضاء والاكتشافات الكثيرة التي مكنتها، سواء على الأرض أم في الفضاء، يعاصر هذا المجال ثورة أخرى تسمى «الفضاء الجديد» تحت شعار «فضاء متاح للجميع». وبعد أن كانت صناعة الفضاء محتكرة على وكالات فضاء حكومية في دول محدودة أصبحت حاليا متاحة للجميع. وخلال السنوات العشر السابقة لاحظنا زيادة عدد الدول التي تمتلك برنامجا فضائيا من 30 إلى 60 دولة، وزيادة حجم الاستثمار الخاص في مشروعات فضائية من 0.4 إلى ثمانية بلايين دولار، والتحول من عدد قليل من شركات عملاقة تغطي القطاعات المختلفة في صناعة الفضاء إلى عدد كبير من شركات صغيرة متخصصة يغطي كل منها قطاعا من أحد القطاعات، إضافة إلى التعاون والشراكات الدولية بين الجهات ذات الصلة من أجل تحقيق أهداف مشتركة. ونرى اهتمام الشركات الجديدة بتطبيقات الفضاء مثل الاتصالات والملاحة، وجمع المعلومات من خلال الاستشعار عن بعد، وتعدين القمر والمذنبات، وخدمات صيانة وإصلاح المركبات في الفضاء باستخدام الروبوتات.

وساهمت الثورة الجديدة في زيادة معدل تقدم تكنولوجيا الفضاء وكفاءة التصنيع والتشغيل. ومن تبعاتها تقليل تكاليف المهمات الفضائية والحد من الأخطاء الفادحة. وأصبح بإمكان الجامعات ومراكز الأبحاث خوض غمار مشروعات أقمار اصطناعية تجريبية مصغرة (CubeSats) بسهولة وبتكاليف زهيدة نسبياً (على اقل تقدير 100,000 دولار شاملة تكاليف الإطلاق للفضاء). وأُطلق أكثر من 850 قمرا اصطناعيا مصغرا خلال 15 سنة من جامعات ومراكز أبحاث في العالم، منها قمران من جامعات الإمارات وقمر من جامعات الأردن. وجار العمل في كل من لبنان ومصر وتونس والبحرين وقطر على مشروعات مشابهة. وفي الكويت بدأ العمل في جامعة الكويت على مشروع تموله مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، وهنالك مشروع آخر في شركة خاصة كويتية تعد أول شركة خاصة في منطقة الشرق الأوسط تنشط في هذا المجال.

كان للعرب دور مهم في تطوير علم الفلك قديماً. وثورة «الفضاء الجديد» فرصة ذهبية للشباب العربي لاستعادة أمجاد الأجداد وأخذ دور فعال في تطوير صناعة الفضاء. ويجب على الحكومات العربية بدورها تشجيع القطاع الخاص والمستثمرين على الدخول في هذا المجال، وعلى الشركات الخاصة توفير فرص العمل والبيئة المناسبة لتشجيع الشباب على الانخراط في المجالات العلمية والتكنولوجية التي تخدم الطموح العربي في اكتشاف الفضاء واستيطانه. ■

د. بسام الفيلي
مدير إدارة الشركات والابتكار
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

اشترك في مجلة

MIT Sloan Management Review

مجلة ربع سنوية تعنى بالإدارة الإبتكار

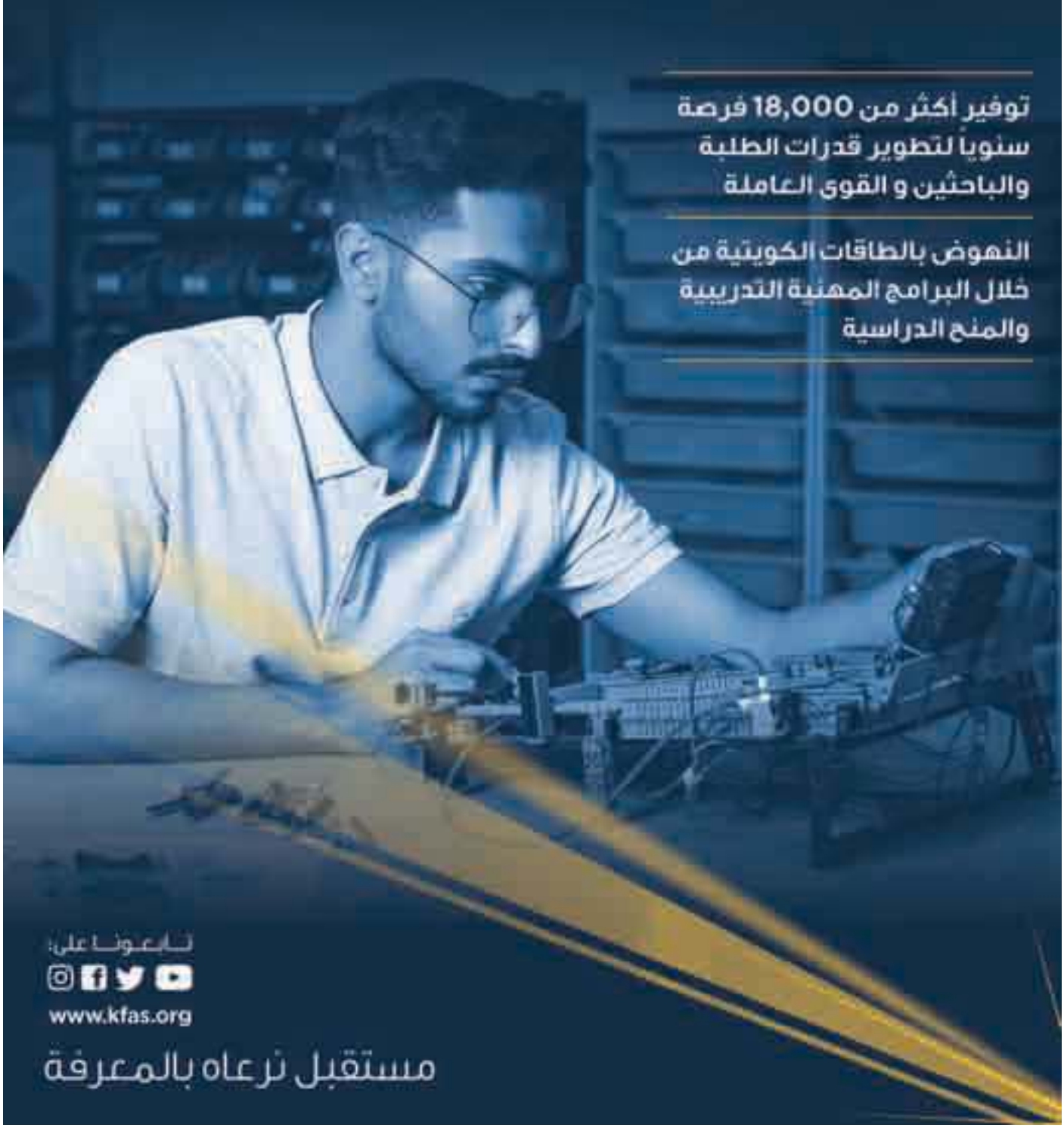
اشترك الآن

فقط 20 د.ك سنويا

KFAS

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

احتضان القدرات الوطنية



توفير أكثر من 18,000 فرصة سنوياً لتطوير قدرات الطلبة والباحثين و القوى العاملة

النهوض بالطاقات الكويتية من خلال البرامج المهنية التدريبية والمنح الدراسية

تابعونا على:

www.kfas.org

مستقبل نرعاه بالمعرفة