110

يوليو – سبتمبر 2020

التقدم العلمي

تطوير المواهب التقنية الكويتية
8

سعد مخصيد
نهج أخف وطأة لعلاج السرطان
14

ملف العدد
صناعة التعدين وتطور المجتمعات 24

AL-TAQADDUM AL-ILMI

KFAS

حضرة صاحب السمو أمير البلاد
الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح
حفظه الله ورعاه
رئيس مجلس الإدارة

أ. د. فايزة محمد الخرافي
عضو مجلس الإدارة

السيد/ مصطفى جاسم الشمالي
عضو مجلس الإدارة

السيد/ أسامة محمد النصف
عضو مجلس الإدارة

د. يوسف حمد الإبراهيم
عضو مجلس الإدارة

السيد/ هاني عبدالعزيز حسين
عضو مجلس الإدارة

السيد/ خالد خضير المشعان
عضو مجلس الإدارة

د. عدنان أحمد شهاب الدين
المدير العام

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

الرؤية

نشر ثقافة علمية وتكنولوجية وابتكارية
مزدهرة من أجل كويت مستدامة

الرسالة

تشجيع التقدم في العلوم والتكنولوجيا
والابتكار وتحفيزه لنفع المجتمع والأبحاث
والشركات في دولة الكويت

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

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

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ILMI

العدد 110
يوليو – سبتمبر 2020

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

رئيس التحرير
د. سلام أحمد العبلاني
–

مدير التحرير
د. ليلى الموسوي

سكرتيرا التحرير
ريهام العوضي
د.عبدالله بدران

هيئة التحرير
عبدالله المهنا
محمد الحسن
مي بورسلي

التدقيق اللغوي
فادي بدارنه
ريهام العوضي

الغرافيك والتنضيد
استديو شرف

التسويق
خالد الرشيدي

المتابعة والتنسيق
دانيا حداد

الترجمة العربية
صفاء كنج

مؤسسة الكويت للقدم العلمي
ص. ب 25263 الصفاة 13113
هاتف: 8160 2227 965+ فاكس: 8161 2227 965+
taqaddum@kfas.org.kw

aspd التقدم العلمي للنشر

KFAS إحدى شركات Company

صناعة التعدين وتطور المجتمعات

بحث الإنسان منذ الأزل عن مواد من الطبيعة يستعين بها من أجل البقاء حياً، سواء للدفاع عن نفسه أم للحصول على قوت يومه. فاستطاع تطويع بعض الأدوات البدائية من الحجارة لأغراض الصيد وقطع الأشجار والبناء. وكان لحجر الصوان والأحجار الصلدة الأخرى فضل كبير في بقاء الإنسان وتقدمه عبر العصور الحجرية القديمة. لكن النقلة الحقيقية للإنسان، التي أدت إلى رفع مستوى الحياة وبدء بناء المستوطنات ومن ثم التجمعات البشرية والمدن، كانت من خلال قدرته على التعرف على المعادن والحصول عليها، وأولها النحاس. وعرفت الشعوب التي عاشت في أعلى بلاد الرافدين (ميزوبوتيميا) ومصر القديمة كيفية استخراج النحاس، كما عرفت كيفية تعدين القصدير وخلط النحاس بالقصدير لإنتاج البرونز. وهكذا أصبح تعدين المعادن التي تلت هذين العنصرين مثل الذهب والفضة والحديد جزءاً لا يتجزأ من تطور الصناعة بعد ذلك حتى اليوم.

ومع تعاظم أهمية التعدين الذي أصبح المحرك الأساسي لبناء الحضارة الحديثة جاءت أهمية العمل على استدامة هذه المصادر الأساسية. فالحياة العصرية ذات الطابع التكنولوجي تعتمد على المعادن في كل شيء، كالسيارات والهواتف المحمولة وأبراج الاتصالات والأقمار الاصطناعية والأسمدة والألواح الشمسية وكل ما يمت للبناء بصلة. ولضمان هذه الاستدامة فقد خصصت شركات التعدين العملاقة استثمارات عظيمة في التقنيات الحديثة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والأنظمة ذاتية التحكم وإنترنت الأشياء وتقنيات المجسات الحساسة والعربات ذاتية التحكم (الدرون). والعجيب أن استخدام هذه التقنيات المتقدمة جداً لم يقتصر على الاستفادة القصوى من مناجم ومواقع التعدين من الناحية الاقتصادية فحسب، بل أدت هذه التقنيات إلى المحافظة على البيئة والأنظمة الإيكولوجية بشكل كبير؛ بسبب دقة الحفر والتنقيب وعدم تخريب مساحات هائلة من الأرض بطريقة عشوائية للوصول إلى مكامن المعادن المطلوبة.

في هذا العدد نتطرق إلى مسيرة التعدين منذ العصور القديمة في الحضارات المتعاقبة في مصر القديمة وعند الإغريق والرومان، ثم العصور الوسطى في أوروبا، ثم دور الحضارة العربية ودور العلماء المسلمين الرائد الذين برعوا في العلوم التجريبية للمعادن وتطبيقاتها وتصنيف هذه المعارف في موسوعات علمية تضم علوم المعادن والأحجار الكريمة وكيفية استخراجها.

وإضافة إلى التعدين على سطح الأرض، فإن هذا العدد يستعرض أيضا التقنيات الواعدة لمستقبل التعدين في البحار وقيعان المحيطات لمواجهة زيادة الطلب على المعادن. وبسبب هذه الزيادة يتناول العدد الآفاق المستقبلية لاحتمال التعدين في الفضاء، وتحديداً في كويكبات مجموعتنا الشمسية وخطط الوكالة ناسا والوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء لتحقيق ذلك. ونسلط الضوء على تعدين المواد النووية في عالمنا العربي لدعم التكنولوجيا النووية للأغراض السلمية. وهناك أيضا موضوعات مشوقة عن استخدام الاستشعار عن بعد في التعدين والتطبيقات الواعدة في التصنيع التجميعي للمعادن من خلال الطباعة الثلاثية الأبعاد، وبناء التصاميم والنماذج المعقدة.

د. سلام أحمد العبلاني
رئيس التحرير

المحتويات

أخـــبار //

8

حسين صفر ضمن فريق باحثي كوفيد-19 في بريطانيا
باحث يحظى برعاية مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

9

مديرو العلوم التنفيذيون.. برنامج للقيادة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات رواده طلبة

10

تطوير المواهب التقنية الكويتية
(التقدم العلمي) ترعى مسابقة إلكترونية لبناء القدرات في الأمن السيبراني

مراكز التقدم العلمي //

12

الأطباء يحظون برؤية أوضح

مقالات في العمق //

14

نهج أخف وطأة لعلاج السرطان

16

استكشاف أسرار الميتوكوندريا

18

تقريب العلم من الجمهور

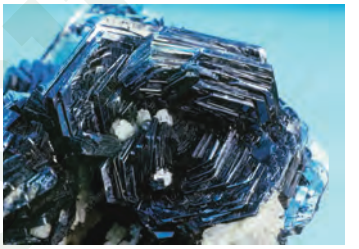
تقرير خاص //

20

تقنيات الاستشعار عن بعد تتنبأ بالعواصف الترابية وتراقب تغير المناخ
اختصاصية الفيزياء هالة الجسار تتحدث عن عملها مع الوكالة ناسا لمعايرة قياسات رطوبة التربة في الصحراء الكويتية المرصودة من الفضاء والتحقق منها

ملف العدد //

24



مسيرة التعدين
من عصور ما قبل التاريخ حتى اليوم

27

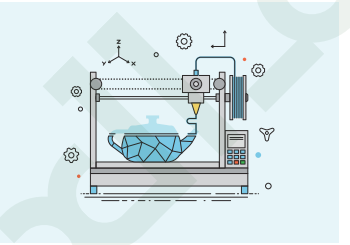
آفاق التعدين
تقنيات تعزز الإنتاج وتجنب الأخطار

التعدين في البحار وقيعان المحيطات
كنوز ثمينة تنتظر مستخرجيها

33

التعدين في الفضاء
جهود عالمية لاقتناص
المعادن النادرة

36

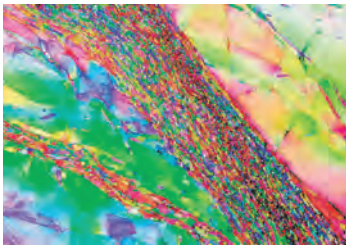


التصنيع التجميعي للمعادن
تطبيقات واعدة تواكب
الثورة الرابعة

38

تعدين الخامات النووية
استراتيجية عربية لتعزيز
الأمن الاقتصادي

41



السبائك الفلزية والمتراكبات النانوية
تطبيقات ثورية لخدمة البشرية

44

الاستشعار عن بعد
وتطبيقاته في التعدين

47

علم التعدين عند العرب
اكتشافات رائدة
ومصنفات موسوعية

حسين صفر ضمن فريق باحثي كوفيد-19 في بريطانيا
باحث يحظى برعاية مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

بقلم ريهام العوضي

حسين صفر

اختير حسين صفر، وهو زميل باحث فخري يحظى برعاية مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، ضمن فريق من الباحثين الرئيسيين الذين اختارتهم المملكة المتحدة للمساهمة في تصميم الاستجابة العلمية ضد جائحة كوفيد-19 على المستوى الوطني.

كان صفر البالغ من العمر 30 عاماً يكمل زمالة بحثية فخرية في مركز الميكروبيولوجيا الإكلينيكية في جامعة يونيفرسيتي كوليدج لندن University College London Centre for Clinical Microbiology بالمملكة المتحدة عندما تفشت جائحة كوفيد-19، وطُلب إليه المساهمة في المشروع الوطني الذي تدعمه منظمة الصحة العالمية والاتحاد العالمي المعني بالعدوى التنفسية الحادة الوخيمة والناشئة International Severe Acute Respiratory and Emerging Infection Consortium (اختصارا: الاتحاد ISARIC).

يتلخص دور صفر وزملائه في إطار المشروع في جمع نحو 500 عينة لإرسالها للتحليل، إضافة إلى المشاركة في دراستين إكلينيكيتين (سريريتين) على صلة بالفيروس التاجي المستجد يتعين عليهم خلالهما اختبار استجابة المرضى لبعض الأدوية المتاحة حالياً.

وقال صفر: "إن العينات هي المواد البيولوجية التي وافق المشاركون على مشاركتها لأغراض بحثية. وفي دراسة الاتحاد ISARIC، نجمع عينات الدم والمسحات البلعومية الأنفية والبول من كل مريض خلال فترة العدوى".

ويتمثل الهدف الرئيسي للدراسة -وفقاً للباحث- في وصف السمات الإكلينيكية للمرض والاستجابة للعلاج ومراقبة تطور تكاثر العنصر المسبب للمرض لتحديد شدة انتقال العدوى.

بدأ صفر حياته المهنية التعليمية في أستراليا في جامعة المعهد الملكي للتكنولوجيا RMIT University بملبورن، حيث حصل على البكالوريوس في العلوم التطبيقية والطب المختبري مع التخصص في علم الأحياء الدقيقة وعلم الجينات ونقل الدم، ونال بعدها الماجستير في التكنولوجيا الحيوية وعلم الأحياء الدقيقة الإكلينيكي. ثم حصل على الدكتوراه من جامعة الكويت، وركزت أطروحته على الاستجابة المناعية لبروتينات المستضدات البروتينية Antigenic proteins في المتفطرة السلية مايكوباكتيريوم تيوبركلوسيس *Mycobacterium tuberculosis* بمناطق محددة ودورها في التعديل المناعي للربو في الفئران.

بعد حصوله على الدكتوراه، تعرف صفر على برنامج ما بعد الدكتوراه الذي ترعاه مؤسسة الكويت للتقدم العلمي. وقال "أنا سعيد حقا بوجود البرنامج، لقد كان شرفاً كبيراً لي أن أتلقى منحة دراسية من المؤسسة".

وأوضح أنه يخطط، بمجرد انتهاء الجائحة، لتمديد إقامته في المملكة المتحدة لمدة عام أو عامين من أجل مواصلة بحثه. وفي الكويت، يأمل مواصلة البحث في أحد المعاهد البحثية، وسيعمل على الالتحاق بمؤسسة أكاديمية.

وقال: "آمل أن يبدأ العمل البحثي المتصل بكوفيد-19 على الفور في الكويت. أعتقد أنه يجب أن يكون لدينا مشروع على مستوى الدولة يشارك فيه علماء من مختلف المجالات - علم المناعة وعلم الجينات والبيولوجيا وجميع العلوم الأخرى المتصلة بتركيب الأدوية - ثم نبدأ البحث من أجل تكوين فهم أفضل عن الفيروس نفسه".

باحث كويتي يشارك في دراسة دولية لتوصيف السمات الإكلينيكية لكوفيد-19 والاستجابة للعلاج وتحديد شدة انتقال العدوى

رسوم: نايف شقور

مديرو العلوم التنفيذيون.. برنامج للقيادة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات رواده طلبة

بقلم ريهام العوضي

قبل الانضمام إلى برنامج "مديرو العلوم التنفيذيون"، لم يكن سليمان الربيعة قادراً على النطق بأكثر من بضع كلمات أمام جمهور عام. وبعد مرور ثلاث سنوات على التحاقه بالبرنامج، يمكنه حالياً إلقاء خطاب أمام حشد من الناس. وقال عن ذلك: "لقد تطورت شخصيتي وتعززت بشكل كبير".

انضم سليمان الربيعة البالغ من العمر حاليا 16 عاماً إلى البرنامج عندما كان في الثالثة عشرة. انطلق البرنامج الذي يقوده طلبة في ولاية أريزونا بالولايات المتحدة، بهدف زيادة الاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وتعزيز التواصل والتعاون بين الطلبة وداخل المجتمع.

وبادرت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي مع وزارة التربية إلى نقل المبادرة لتصير الكويت الرائد الدولي لهذا البرنامج بصفتها أول دولة خارج الولايات المتحدة تتبناه، وهو ما أدى إلى انضمام مزيد من الدول إليه.

يتمثل هدف البرنامج في إعداد قادة للتغيير يلهمون أصدقاءهم الشباب للتحدث عن العلوم وبناء شراكات دولية ومحلية، وإعلاء مكانة مدارسهم في المحافل العامة إلى جانب العمل باستمرار على تطوير مهاراتهم القيادية.

يعرّف البرنامج الطلبة على أفضل الممارسات في مجموعة متنوعة من القطاعات التي يضطلع فيها العلم بدور رئيسي في التنمية، وفق ما يوضح الدكتور محمد عسكر، 37 عاماً، القائد الإقليمي لبرنامج "مديرو العلوم التنفيذيون" والأستاذ المساعد في إدارة العمليات بجامعة الكويت.

قال عسكر: "إن البرنامج يحسِّن أيضاً قدرات الطلبة في مجال القيادة وإدارة العمل الجماعي، وهو أمر ضروري جداً لمستقبلهم ومسارهم المهني".

بدأ عسكر العمل مرشدا في البرنامج في مستهل تطبيقه، ثم تلمس بشكل مباشر التأثير الذي أحدثه. وقال: "لديهم ثقة أكبر بالنفس، ويعبّرون عن أنفسهم بارتياح أكبر، ويتفاعلون ويقودون زملاءهم والطلبة الجدد؛ ... هذا أمر رائع لاحظته. ... لديهم روح المبادرة".

يتفق العديد ممن أسهموا في إنشاء البرنامج عندما يُسألون عن السبب وراء رغبتهم في أن يصبحوا جزءاً منه، وفق ما يقول عسكر، على أنهم يشعرون حقاً بقيمته ويدركون أهميته.

قال عسكر: "كلنا نتمنى لو أتيحت لنا هذه الفرصة عندما كنا في ذلك العمر؛ أن نتمكن من الاطلاع على المبادئ العلمية وزيارة المؤسسات الرائدة في الكويت، وتعلم مهارات القيادة وإدارة المشاريع". وأضاف: "أشعر بالفخر لإتاحة الفرصة لي لقيادة مثل هذا البرنامج الذي سيبني قادة الكويت في المستقبل".

محمد عسكر

البرنامج يحسّن قدرات الطلبة في مجال القيادة وإدارة العمل الجماعي، وهو أمر ضروري جداً لمستقبلهم ومسارهم المهني

رسوم: نايف شقور

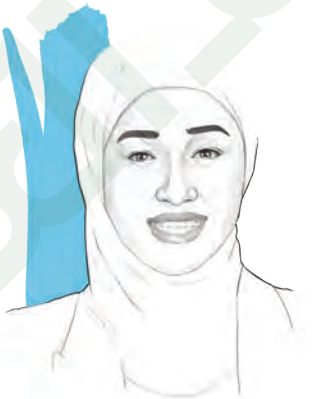
تطوير المواهب التقنية الكويتية

(التقدم العلمي) ترعى مسابقة إلكترونية لبناء القدرات في الأمن السيبراني

زينب المعراج

عبدالعزيز أحمد

أمل الخليفي



زينب محمد

في إطار الاحتفال باليوم العالمي للمرأة، رعت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي "مسابقة الكويت الوطنية: احمل الراية للأمن السيبراني" Kuwait National Cyber Security Capture the Flag (CTF) ، التي نظمت عبر الإنترنت وتضمنت تدريبا مجانيا للمشاركين على مهارات الأمن السيبراني.

وكان من المفترض انطلاق فعاليات المسابقة في مارس الماضي لكنها تأجلت بسبب جائحة كوفيد-19، وعقدت عبر الإنترنت مستهدفة تعزيز المهارات التكنولوجية لدى الشباب الكويتي. وحصلت الفرق الثلاثة الفائزة على جوائز قدرها 450 ديناراً كويتياً وإمكانية الوصول إلى مساحات العمل المشتركة. وسيمثل الفائزون الكويت في فعاليات "احمل الراية 2020" للأمن السيبراني في المنطقة العربية وإفريقيا التي ستقام في شهر أكتوبر المقبل.

وبهدف تشجيع مشاركة المرأة في تطوير التكنولوجيا، ومواكبة لبرنامج الفعاليات الكويتية لليوم العالمي للمرأة، اشترطت مسابقة الأمن السيبراني أن يضم كل فريق متنافسة واحدة على الأقل. وكان لدى كل فريق قائمة من التحديات في الفئات المختلفة، من الهندسة العكسية Reverse engineering إلى أمن الشبكات.

ورعت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي الحدث، وشاركت في تنظيمه مجموعة مطوري غوغل Google Developer Group، ومجموعة صنّاع التقنية النسائية في مدينة الكويت Women Techmakers Kuwait City (CDG&WTM Kuwait City)، ورابطة نساء الشرق الأوسط للأمن السيبراني Women in Cyber Security Middle East (WiCSME)، وشركة مواهب سيبرانية Cyber Talents.

وبهذه المناسبة، قالت الدكتورة زينب المعراج، الأستاذة المساعدة في جامعة الكويت ومؤسسة مجموعة مطوري غوغل وصناع التقنية النسائية: "نحن سعداء لأن شركة مواهب سيبرانية لا تزال قادرة على توفير التدريب في مجال الأمن السيبراني، على الرغم مما يمر به العالم حاليا. هذه فرصة فريدة للنساء لاستكشاف مهارات الأمن السيبراني وتطويرها".

منذ عام 2017، قدمت مجموعة مطوري غوغل ومجموعة صناع التقنية النسائية في مدينة الكويت أكثر من 50 ورشة عمل، ونظمتا العديد من المؤتمرات الوطنية. وقد اجتذبت هذه المؤتمرات مزيجاً من طلبة المدارس الثانوية والجامعات والمهندسين ومصممي الغرافيكس وعلماء الحاسوب والرياضيات ورواد الأعمال.

وقالت أمل الخليفي، وهي من المشاركين في تنظيم الحدث ومؤسِسة منصة "بُشرى"، وهي حل يستند إلى الذكاء الاصطناعي لتوفير الدعم العاطفي والقانوني لضحايا العنف المنزلي: "تضمنت ورش العمل حلقات نقاشية تهدف إلى دعم شركات التكنولوجيا الناشئة Start-up في الكويت، ومعالجة بعض القضايا التي تواجه المرأة في مكان العمل".

وقالت زينب ميحمد، محللة الأمن السيبراني في فرع شركة ديلويت في الشرق الأوسط والمنظِّمة المشاركة في الحدث: " استقطبت لجنة نساء في التكنولوجيا Women in Tech panel العام الماضي حشداً كبيراً من الحضور، وسلطت الضوء على الحاجة إلى إلهام النساء وتمكينهن في مجالات الحوسبة".

كما تضمنت الفعاليات، التي انطلقت في مارس كجزء من الاحتفال باليوم العالمي للمرأة

رسوم: نايف شقور

في الكويت، ورش عمل تدريبية حول أحدث لغات البرمجة وتصميم مواقع الويب وتقنيات الهاتف المحمول والحوسبة السحابية، لتطوير المهارات المطلوبة لحدث الهاكاثون السنوي للصالح الاجتماعي. وتسلط أحداث الهاكاثون التي تستمر 12 ساعة الضوء على المشكلات التقنية التي تواجهها المنظمات غير الحكومية المحلية، وتجتذب المواهب التقنية لإيجاد حلول مناسبة لها. وتوفر الفعاليات مساحة صحية لاستقطاب المواهب، من خلال الجمع بين المواهب التقنية والمنظمات غير الحكومية والشركات الكبيرة والصغيرة في مكان واحد. وفي نهاية الهاكاثون، إذا رأت المنظمة غير الحكومية ميزة في الحلول النموذجية المقدمة لها، يمكنها مواصلة العمل مع الفرق على تطويرها وتقديمها لها.

وقالت المعراج: "إن الهاكاثونات التي ننظمها تحظى بالكثير من الاهتمام، ناهيك عن أنها تحقق مستوى عاليا من الرضا؛ فالجميع يخرجون بنتائج مفيدة منها".

وسيُنظم الهاكاثون هذا العام تحت عنوان "نحو بيئة مستدامة"، وستطرح خلاله ثلاث منظمات غير حكومية ثلاث قضايا بيئية تواجهها للمشاركين، لتقديم مقترحات واستكشاف حلول تقنية مبتكرة. ويأمل المنظمون تنظيم هذا الحدث لاحقًا في عام 2020.

وقالت المعراج: "نحن حريصون على أن تكون أنشطتنا ملائمة للمقبلين حديثاً على هذا المجال، مع تضمنها قدراً كافياً من التحدي لأصحاب الخبرة. كانت الآراء التي تلقيناها حتى الآن إيجابية جداً، ونتطلع إلى ترتيب جلسات مستقبلية حول موضوعات مثيرة للاهتمام مثل تعلم الآلة وإنترنت الأشياء".

نحن سعداء لأن شركة مواهب سيبرانية لا تزال قادرة على توفير التدريب في مجال الأمن السيبراني، على الرغم مما يمر به العالم حاليا

— المعراج

ASPD
DIGITAL
LIBRARY

أفضل تطبيق
بمحتوى علمي
باللغة العربية

حمّل التطبيق
الآن مجانًا!

تنزيل من
App Store

احصل عليه من
Google Play

الأطباء يحظون برؤية أوضح

مركز جابر الأحمد للتصوير الجزيئي مكرس لتطوير مجال التصوير الجزيئي في الكويت

فهد معرفي

يعد التصوير إحدى الركائز الأساسية للطب الحديث؛ إذ يسمح للأطباء بالتركيز على مواطن الإصابة أو المرض في عمق الجسم دون إجراء شق واحد. وهذا يتطلب إتاحة إمكانية استخدام النظائر المشعة المتخصصة لانتقاء الأنسجة ووسمها وكذلك التحلي بالخبرة لاستخدامها على النحو المناسب، ومركز جابر الأحمد للتصوير الجزيئي (اختصارا: المركز JACMI) يعزز قدرات الدولة في كلا المجالين.

أسست مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وجامعة الكويت ووزارة الصحة مركز جابر الأحمد للتصوير الجزيئي في عام 2013. وقال الدكتور فهد معرفي المدير العام للمركز: "إن المهمة الرئيسية كانت إنشاء مركز متميز للبحث والتعليم وإنتاج النظائر المشعة، فضلاً عن تقديم خدمات إكلينيكية فريدة للمرضى".

تنصب معظم جهود المركز على إنتاج مركبين مشعَّين يحتويان على الفلور للتشخيص الإكلينيكي المستند إلى التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (اختصاراً: التصوير PET). ومن بينهما الفلورودیوکسي غلوكوز 18F-fluorodeoxyglucose وهو سكر ذو وسم مشع تمتصه الخلايا النشطة أيضياً ويستخدم لفحص الأمراض العصبية مثل مرض ألزهايمر، وكذلك الكشف عن الأورام. أما المركَّب الآخر فهو نسخة من فلوريد الصوديوم Sodium fluoride تمتصه العظام ويمكن استخدامه لتوصيف الضرر اللاحق بالهيكل العظمي أو المفاصل.

لقد عزز مركز جابر الأحمد للتصوير الجزيئي جهود التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني بسرعة منذ عام 2013. وقال معرفي: "عندما بدأنا التصوير، كان متوسط عدد المرضى 600-700 سنوياً. وحالياً لدينا في المتوسط ثلاثة آلاف مريض في السنة". ومنذ عام 2017، يعمل المركز أيضاً على تطوير مركَّبات نظائر مشعة إضافية لاستخدامها في الأبحاث الداخلية. وتشمل هذه بروتيناً موسوماً يُسمى مستضد غشاء البروستات الخاص Prostate-specific membrane antigen، الذي يمكنه الكشف عن أورام البروستاتا الأولية والنقيلية، ومشتقاً نظيرياً موسوماً للناقل العصبي، هو الدوبامين. وقال معرفي: "يمكننا استخدام هذا لرؤية انخفاض تراكيز الدوبامين في مرض باركنسون ... ويمكننا أيضاً استخدامه في بعض أنواع أورام المخ، مثل الأورام الدبقية Gliomas".

و التدريب هو من الأنشطة التي تحظى باهتمام خاص في مركز جابر الأحمد للتصوير الجزيئي، إذ يوفر المركز لطلبة الطب المدرَّبين حديثاً فرصة للارتقاء بتعليمهم والتخصص في الطب النووي. ويوفر المرفق أيضاً برامج تعليمية إضافية والتدريب المختبري. ويهدف معرفي أيضاً إلى تحويل المرفق إلى مركز أبحاث قبل إكلينيكي. وعن ذلك قال: "هذا يعني استخدام الحيوانات الصغيرة لاختبار نظائر معينة لتقييم العمليات الجزيئية والبيولوجية، مثل الأوعية الدموية التي تنمو في أورام أو التهابات في الحيوان". وسيشمل هذا الجهد أيضاً استكشاف تقنيات غير إشعاعية مثل الفلورة والتصوير الضوئي Optical imaging - وهي موارد تفتقر إليها الكويت حالياً، بهدف "إضافة تلك الأجزاء المفقودة إلى الصورة الأكبر".

رسوم: نايف شقور

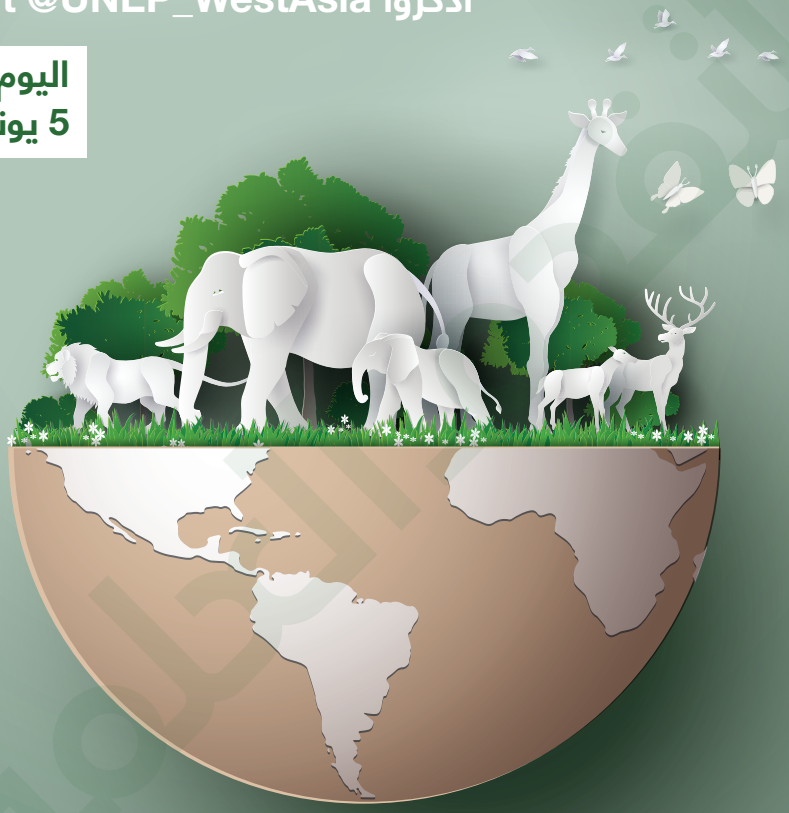
صور: JACMI

نعمل #من_أجل_الطبيعة
انضم للتحدّي!

UNITED NATIONS
State of Kuwait

شاركونا فيديو خاص بكم و اذكروا سبب عملكم للطبيعة
استخدموا #من_أجل_الطبيعة #ForNature
اذكروا @UNEP_WestAsia @uninkuwait

اليوم العالمي للبيئة
5 يونيو



UN environment programme

#من_أجل_الطبيعة
#التنوع_البيولوجي

UN75 | لنشكل مستقبلنا معاً | 2020 وما بعد

@aspdkw
shop.aspdkw.com
subscriptions@kfas.org.kw
+965 22278100
التوزيع +965 22278100 داخلي 4110

aspd التقدم العلمي للنشر
KFAS إحدى شركات Company

نهج أخف وطأة لعلاج السرطان

مزيج من الكيمياء الدقيقة وضوء الليزر يمنحان الأمل في علاج أكثر أماناً للسرطان

سعد مخصيد

على الرغم من أن العلاجين الإشعاعي والكيميائي أداتان قويتان لعلاج السرطان، فإنهما يسببان آثاراً جانبية جسيمة؛ إذ يتلفان إلى جانب الخلايا السرطانية الخلايا السليمة أو يقتلانها. يعمل الدكتور سعد مخصيد من جامعة الكويت على تقنية تَعد بقتل الخلايا السرطانية من دون إلحاق الأذى بجاراتها السليمة.

ويعتمد النهج، المعروف باسم العلاج الضوئي الديناميكي Photodynamic therapy (اختصاراً: العلاج PDT) على مزيج من ثلاثة مكونات - الأكسجين والضوء وجُزيء يُعرف باسم المُحسِّس الضوئي Photosensitizer – وكل منها غير ضار بمفرده، لكن بإمكانها أن تقتل الخلية إذا جُمعت معاً بطريقة صحيحة.

عندما يُضاء المُحسِّس الضوئي Photo-sensitizer بطول موجي صحيح، فإنه يتفاعل مع الأكسجين القريب ويُحوله إلى شكل أكثر نشاطاً يعرف باسم الأكسجين الأحادي Singlet oxygen. وتكون جزيئات الأكسجين شديدة التفاعل هذه سامة للخلايا إذ تتلف مكوناتها وتتسبب في النهاية في موتها. ومن خلال الحرص على أن يقتصر امتصاص المحسِّس الضوئي على الخلايا السرطانية وعلى إضاءتها بأكبر قدر ممكن من الدقة، يمكن للأطباء توفير العلاج PDT لقتل الخلايا السرطانية من دون إلحاق الضرر بأي نسيج سليم.

يهتم مخصيد، المتخصص في الكيمياء ، بدراسة الجزيئات المعروفة باسم الفثالوسيانين Phthalocyanines (اختصاراً: جزيئات Pcs) في محاولة لتحسين أدائها كمحفِّزات Catalysts . أثناء قراءته عن هذه الجزيئات اكتشف أنها تُستخدم في العلاج PDT. وقال: "يستهويني الطب، لذلك بدأت في قراءة المزيد عن هذا النهج البحثي والصعوبات والتحديات، وأنواع الخصائص اللازمة لاستخدام هذه الجزيئات في العلاج الضوئي الديناميكي".

تقنية جزيئات الفثالوسيانين للعلاج الهادف

الجزيئات Pcs من حيث المبدأ فعالةٌ جداً في إنتاج الأكسجين الأحادي، لكن بعض العيوب حدَّت من استخداماتها العملية. ويتمثل التحدي الأول في أن جزيئات Pcs ليست قابلة للذوبان في الماء، ومن ثم تميل إلى التكتل معاً وتشكيل مجموعات متكتلة تكف عن التفاعل مع الأكسجين.

وللتغلب على هذا الأمر، صمم مخصيد جزيئات Pcs وصنَّعها مع رصِّ ملحقات كبيرة فوقها وأسفلها، فصارت أشبه بحشو بين كعكتين مستديرتين (دونت). وباستخدام ملحقات مشحونة بشحنات كهربائية، كان يأمل في منع الجزيئات من التكتل.

تواصل مخصيد مع بيتر زيمشك Petr zimčík من جامعة تشارلز Charles University في جمهورية التشيك لمساعدته على تحليل الجزيئات الجديدة. وقال زيمشك: "كانت لدينا بعض المرافق التي لم تتوفر لدى مخصيد في ذلك الوقت، لذلك تمكنا من تقييم الخصائص الفيزيائية-الضوئية للمركب". وأضاف: "لقد أعاقت التعديلات المُدخلة تماماً عملية التكتل، وهو أمر مهم حقاً في هذا المجال. لقد حظيت هذه الجزيئات بإعجابنا حقاً".

رسوم: نايف شقور

من خلال تعاونه المستمر مع زيمشك، تمكن مخصيد من تحسين تصميم الجزيئات Pcs. واستبدل في التركيب الأخير الزنك الموجود في قلب الجزيئات بمعدن الإنديوم Indium فزادت كفاءتها في إنتاج الأكسجين الأحادي.

والتحدي الرئيسي الثاني هو التأكد من أن الخلايا السرطانية هي وحدها التي تمتص الجزيئات Pcs. ولقد أمكنه فعل ذلك من خلال ربط مجموعات وظيفية محددة بالجزيئات Pcs لجعلها أكثر جاذبية للخلايا السرطانية. على سبيل المثال، نظراً لأن الخلايا السرطانية تنقسم بسرعة، فإن معدلات تمثيلها الغذائي أعلى من الخلايا الطبيعية، لذا فإن لصق الجزيء Pc بجزيء سكر سيجعل الخلية السرطانية أشد إقبالاً على امتصاصه.

ليس توليف الجزيئات الكبيرة والمعقدة بالمهمة السهلة. وبفضل التمويل الذي حصل عليه من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، صار لدى مخصيد حالياً مرافق لاختبار الخصائص الفيزيائية للجزيئات التي طورها، لكنه لا يزال بحاجة إلى إرسالها إلى زيمشك والمتعاونين الآخرين لاختبارها في مزارع الخلايا، وفي النهاية في النماذج الحيوانية.

تغلب مخصيد مؤخراً على التحدي المتمثل في تطوير تقنيات التوليف المتكررة. وقال: "لقد طورنا لبنة ذات وظائف معينة تسمح لنا بربط أي شيء نريده بالفثالوسيانين". وباستخدام هذه التقنية، يمكنه إنتاج الجزيئات Pcs بملحقات إضافية مختلفة لاستهداف الخلايا السرطانية، سواء من الكربوهيدرات أم الأحماض الأمينية أم الدهون، على سبيل المثال. وقال مخصيد إنه "باستخدام المعلومات المتوفرة من الأبحاث الحيوية، ينبغي أن نكون قادرين على تصميم جزيئات تنتقيها الخلايا السرطانية وتحبذها إلى حد كبير".

سجل مخصيد براءة اختراع لهذه الجزيئات وتقنية تركيبها الجديدة، وهو يعلق آمالاً كبيرة عليها. وقال: "إن هذه التقنيات لن تفيد المجتمع الكويتي فحسب، وإنما منطقة الخليج وحتى العالم بأسره". وأضاف إن "هذا النوع من العلاج لا ينطوي على إجراءات باضعة، لذلك يمكن إجراؤه كلما دعت الحاجة. يمكن أن يكون انتقائياً جداً، لذلك لا يسبب آثاراً جانبية لدى المرضى، وليست هناك حاجة لإجراء عملية جراحية".

يخطط زيمشك لإدراج جزيئات مخصيد في مشروع عالمي لاختبار فعالية الجزيئات المختلفة من Pcs. وإلى جانب المركبات التي ركّبها مخصيد، يجمع زيمشك جزيئات من مختبرات في الصين وروسيا وإسبانيا وبولندا وأماكن أخرى. وقال مخصيد: "إن التقييم البيولوجي لنشاط العلاج PDT يُجرى بشكل مختلف في كل مختبر، الأمر الذي يجعل من الصعب مقارنة النتائج. لذا، أردنا توحيد البروتوكول وجمع أفضل الجزيئات التي نُشرت ومقارنتها لمعرفة الاختلافات الموجودة بينها".

وتفتح تقنية مخصيد الجديدة في تعديل تركيبة الفثالوسيانين المجال أيضاً أمام إمكانية توليفها لاستخدامها كمحفِّزات، مما يعيده إلى نقطة البداية. فإضافة إلى عمله على العلاج الضوئي الديناميكي، يعمل الباحث على تطوير جزيئات Pcs معدَّلة لامتصاص ثاني أكسيد الكربون أو تنقية المياه، وهو بصدد بدء التعاون مع مختبر في جامعة دورهام Durham University بالمملكة المتحدة لتطوير الثنائيات العضوية الباعثة للضوء Light-emitting diodes.

وقال مخصيد إن "المعرفة التي نكتسبها مهمة جداً بالنسبة للكويت. يعطينا هذا البحث معلومات جديدة ويساعدنا على تطوير جزيئات مثلى بسرعة أكبر. وأعمل على بناء علاقات تعاون مع جهات خارجية وإعادة تلك المعرفة إلى الكويت".

يأمل مخصيد أن يتطور عمله إلى إنتاج علاج فعال للسرطان وأن يصبح متاحاً للجميع. وقال: "ما لدينا الآن يمكن استخدامه كدواء في المستقبل إذا ساعدنا الممولون في العثور على الفرق البحثية المناسبة وإعداد تجارب إكلينيكية. أرغب في أن أكون جزءاً من مجال نساعد من خلاله الأشخاص على الحصول على العلاج، بل وحتى على الشفاء التام".

مخصيد من جامعة الكويت يعمل على تقنية تَعد بقتل الخلايا السرطانية من دون إلحاق الأذى بجاراتها السليمة

استكشاف أسرار الميتوكوندريا

الباحثة الكويتية نور الصبيح تتقصى عيوب الميتوكوندريا التي تؤدي إلى الإصابة بالسكري

نور الصبيح

رسوم: نايف شقور

توصف الميتوكوندريا (المتقدرات) Mitochondria في كثير من الأحيان بأنها "محطة توليد الطاقة في الخلية". وبينما توفر هذه العضيات الشبيهة بحبة الفول مصدراً أساسياً للطاقة الخلوية، فإنها تؤدي أيضاً مجموعة واسعة من الأنشطة الأيضية الأخرى. وحالياً، تأمل الدكتورة نور الصبيح، الأستاذة المساعدة في جامعة الكويت وزميلة لوريال - اليونسكو للنساء في مجال العلوم، تسليط الضوء على الآليات التي يساهم بها وجود خلل في الميتوكوندريا في الإصابة بداء السكري من النمط الثاني ومجموعة من الأمراض الأخرى.

أكملت الصبيح درجة الدكتوراه في عام 2018، وفي نوفمبر من عام 2019 حصلت على زمالة بقيمة 20 ألف يورو من برنامج لوريال – اليونسكو للنساء في مجال العلوم عن أبحاثها المتعلقة بالميتوكوندريا والسكري.

حددت الصبيح وزملاؤها مُركَّباً بروتينياً معيناً كمصدر لتسرب بروتون الميتوكوندريا Mitochondrial proton leak الذي يسمح للعضية بتحفيز إفراز الأنسولين. وهذا يعني أن ما يُطلق إشارة إنتاج الأنسولين في هذه الحالة هي مجموعة فرعية من الأحماض الدهنية، وليس الغلوكوز.

ينتشر داء السكري من النمط الثاني بشكل خاص في الكويت، وتشير أحدث التقديرات إلى أن نحو 40 % من السكان إما مصابون بالسكري أو ما قبل السكري . وفيما كانت الصبيح تستعد للشروع في تدريبها لنيل درجة الدكتوراه في جامعة بوسطن Boston University في عام 2012، سعت جِدياً إلى البحث عن مختبر يركز على هذه الحالة. وقادها ذلك إلى فريق مختبر أورايـن شيريهاي Orian Shirihai الذي كان يتبع نهجاً غير تقليدي في أبحاث داء السكري، مع التركيز بشكل خاص على دور الميتوكوندريا.

جهود مركزة

قالت الصبيح: "كان مشروعنا يتطلع بشكل أساسي إلى محاولة تحليل الآليات التي قد تساهم في فرط الأنسولين Hyperinsulinemia في حالة ما قبل داء السكري". ويشير هذا إلى الحالة التي تفرز فيها خلايا جزيرة البنكرياس بيتا Pancreatic beta islet مستويات مفرطة من هذا الهرمون في الدورة الدموية. يعتقد الباحثون في مجال داء السكري بشكل عام أن هذا يحدث نتيجة فقدان الأنسجة، أنسجة الكبد والعضلات، القدرة على الاستجابة لهذا الهرمون - وهي حالة تعرف بمقاومة الأنسولين Insulin resistance. تؤدي مقاومة الأنسولين هذه إلى عدم القدرة على إزالة الغلوكوز الزائد من مجرى الدم، مما قد يؤدي بدوره إلى زيادة إفراز الأنسولين وفرط الأنسولين.

كان فريق شيريهاي يستكشف نموذجاً بديلاً لتطور داء السكري، يسبق فيه فرط الأنسولين مقاومة الأنسولين، بدلاً من حدوث العكس. هناك بالفعل أدلة على وجود مثل هذه الآلية؛ فعلى سبيل المثال، يمكن لحيوانات المختبر المصابة بالسمنة أو التي اتبعت نظاماً غذائياً مُشبعاً High-Fed-Diet الاستمرار في إفراز الأنسولين حتى عند تعرضها لتركيزات منخفضة جداً من الغلوكوز. وعلى الرغم من عدم اتضاح الأساس لمثل إفراز الأنسولين هذا، بدا أن الميتوكوندريا تضطلع بدور فيه. قالت الصبيح: "إن الميتوكوندريا تقيس بشكل أساسي مقدار العناصر الغذائية التي تتعرض لها خلية بيتا". عندما تكون مستويات الغلوكوز عالية، تستقلب الميتوكوندريا هذا السكر وتنتج

مُركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات (اختصاراً: المُركب ATP)، الذي يُزوّد الخلية بالطاقة. وتحفِّز هذه العملية أيضاً إفراز الأنسولين.

ومع ذلك، فإن الميتوكوندريا عرضة أيضاً لعملية تعرف بـ 'تسرب البروتون' Proton leak، التي يمكن أن تسمح للميتوكوندريا بتحفيز إفراز الأنسولين حتى في غياب الغلوكوز نسبياً. في هذا السيناريو، يبدأ إنتاج الأنسولين بدلاً من ذلك من مجموعة فرعية معينة من الأحماض الدهنية بدلاً من الغلوكوز. وبدعم من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، تمكنت الصبيح من المساعدة على الكشف عن المكونات الرئيسية لهذه العملية وتسليط الضوء على الكيفية التي تساهم بها في فرط الأنسولين وتطور داء السكري. وفي ورقة بحثية نشرت في ديسمبر الماضي في مجلة ديابيتس Diabetes، وصفت النتائج التي توصلت إليها مع زميلها في مختبر شيريهاي إيفان تاديو Evan Taddeo بصفتهما مديري المشروع، وزملائهما المتعاونين معهما.

بيَّنت الصبيح وزملاؤها أن إفراز الأنسولين في جزر البنكرياس المستزرعة تعزَّز عن طريق زيادة مستوى تسرب البروتون، حتى عندما ظلت مستويات الغلوكوز منخفضة وذات تركيزات 'غير محفِّزة' على إنتاج الأنسولين. واستهدفوا على وجه التحديد مركباً بروتينياً يسمى مسام انتقال نفاذية الميتوكوندريا Mitochondrial permeability transition pore (اختصاراً: المركب mPTP)، وهو قناة في غشاء العضية، كمحرك رئيسي لتسرب البروتون في هذا السياق. ومن المعروف أن بروتيناً آخر يعرف بالسَيكلوفيلين دي Cyclophilin D يُنظِّم نشاط مركب mPTP، ووجد الباحثون علاقة واضحة بين اتباع نظام غذائي غني بالدهون والتعبير عن السيكلوفيلين دي، وإنتاج الأنسولين المستقل عن الغلوكوز. وقالت الصبيح: "إن الجزر المأخوذة من فئران سمينة أو حيوانات قُدّم لها نظام غذائي غني بالدهون لديها بالفعل تعبير أعلى من السَيكلوفلين دي". وأضافت :"نعتقد أنه نظراً لأن لديها تعبيراً أعلى من السَيكلوفيلين دي، فقد صارت هذه الحيوانات حالياً أكثر حساسية للأحماض الدهنية وهذا يسمح بتسرب أعلى للبروتون". وهذا قد يؤجج فرط الأنسولين حتى في غياب مقاومة الأنسولين وارتفاع مستويات الغلوكوز في الدم.

والمُلفت في الأمر أن الفريق حصل على نتائج مماثلة مع جزر البنكرياس البشرية المستزرعة، مما يشير إلى أنه قد تكون هناك آلية مماثلة في من هم في مرحلة ما قبل داء السكري. ويستكشف مختبر شيريهاي، ومقره في جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس، إمكانية تطوير أدوية تستهدف هذا المسار الميتوكوندري كوسيلة إما لمنع ظهور داء السكري أو السيطرة عليه. وتعتقد الصبيح أن هذا قد يكون بديلاً واعداً لاستراتيجيات العلاج التقليدية. وقالت: "تدفع معظم الأدوية الموجودة في السوق خلايا بيتا إلى بذل جهد أعلى وإنتاج مزيد من الأنسولين وهذا يؤدي في نهاية المطاف إلى فشل خلايا بيتا". وأضافت أن "ما نظهره هو أنه ربما يمكنك تقليل عبء العمل عن خلية بيتا تحت ظروف لا تؤدي إلى تنشيط الغلوكوز ... والسماح للخلايا فقط بإفراز الأنسولين عند الحاجة إليه بالفعل". وهذا قد يحسّن المحافظة على الوظيفة طويلة الأمد لهذه الخلايا الأساسية وكذلك على بقائها.

وبصفتها حالياً عضوة في هيئة التدريس في جامعة الكويت، تهدف الصبيح إلى التعمق في دراسة هذا المحرك الغامض لداء السكري. وقالت: "لقد حددنا مركب mPTP كمصدر لتسرب البروتون من الميتوكوندريا. ... لكننا لا نفهم تماماً آلية حدوث ذلك، ولا نعرف كل شيء عن الخلل في الميتوكوندريا أثناء تقدم داء السكري".

وهي متحمسة أيضاً لأن تكون جزءاً مما يجري على نطاق واسع من إعادة النظر في مساهمات الميتوكوندريا في صحة الإنسان. وقالت: "إنها ليست مجرد بنى ساكنة في الخلية. إننا نرى حالياً أن لها مزيداً من التأثير في الشيخوخة والعديد من الأمراض المزمنة. لديها تأثير في السرطان والسكري والسمنة وأمراض القلب والأوعية الدموية ومرض ألزهايمر".

في الوقت الحالي، سيواصل فريقها التركيز بشكل أساسي على داء السكري - وهي حالة ترى أنها تستدعي ضرورة وضع استراتيجيات جديدة للعلاج والوقاية. ومع ذلك، يجب أن يكون بالإمكان تطبيق مجموعة أدوات التقنيات العلمية التي جمعها فريقها لمعالجة هذه الحالة على نطاق واسع على مجموعة من الاضطرابات الأخرى المتصلة بالميتوكوندريا، وهي ترى فرصاً كبيرة لتوسيع جهودها البحثية في المستقبل. قالت الصبيح: "إن الميتوكوندريا ضرورية جداً لأي خلية. لذا يمكنك دائماً الاستفادة من نتائج هذا العمل في نماذج أو أمراض أخرى".

المراجع

1. Alkandari, A. et al. The prevalence of pre-diabetes and diabetes in the Kuwait adult population in 2014. Diabetes Research and Clinical Practice. 144, (2018). DOI: https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.08.016

2. Taddeo, E. et al. Mitochondrial proton leak regulated by cyclophilin D elevates insulin secretion in islets at nonstimulatory glucose levels. Diabetes. 69, (2020). DOI: https://doi.org/10.2337/db19-0379

تقريب العلم من الجمهور

بالتعاون مع سيرن، معرض علمي تفاعلي في جامعة الكويت يضع المفاهيم الفيزيائية الصعبة في متناول الجمهور

حظي عشاق العلم والطلبة والباحثون والخبراء في الكويت بفرصة الدخول إلى عالم الفيزياء الحديثة الرائع والغامض من خلال مجموعة متنوعة من الأنشطة والألعاب والأفلام وتجارب الواقع الافتراضي، عبر معرض علمي استضافته جامعة الكويت برعاية مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

اشتمل معرض المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (اختصاراً: منظمة سيرن CERN) في الكويت، الذي نُظم في الفترة من نوفمبر 2019 إلى يناير 2020، على عرض مبسط للأبحاث الأساسية التي تجريها منظمة سيرن وتطبيقاتها. جاء ذلك بعد حصول جامعة الكويت على العضوية الكاملة في Compact Muon Solenoid (اختصاراً: برنامج CMS)، وهي إحدى التجارب الرئيسية الجارية في سيرن.

تفخر التجربة CMS بأنها أحد أكبر برامج التعاون العلمي في العالم، إذ يشارك فيها علماء ومهندسون وطلبة وشركاء من 200 جامعة ومعهد و50 دولة، بما في ذلك جامعة الكويت.

صورة: عمر السيد عمر

والمعرض جزء من حملة أكبر لإقامة روابط قوية مع المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية ولتعزيز التقدم العلمي في المنطقة. ففي عام 2019، أرسلت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أيضاً طالبين للمشاركة في برنامج سيرن الطلابي الصيفي.

ولدى تصميم المعرض، ركزت جامعة الكويت ومختبر سيرن الإعلامي CERN media lab على التجربة CMS التي تستخدم كاشفاً كبيراً لفيزياء الجسيمات في مصادم الهادرونات الكبير Large Hadron Collider ولدى تصميم المعرض، ركزت جامعة الكويت ومختبر سيرن الإعلامي CERN media lab على التجربة CMS تستخدم التجربة كاشفا كبيرا لدراسة فيزياء الجسيمات في مصادم الهادرونات الكبير Large Hadron Collider، وتعمل على محاكاة إحداث مشابهة لتلك التي حدثت بعد الانفجار الكبير Big Bang. ويتيح التصميم للزوار أيضاً دراسة الجسيمات الأساسية مثل جسيم بوزون هيغز Higgs Boson والجسيمات التي تتكون منها المادة المعتمة، من بين أمور أخرى.

و صُمم المعرض بحيث إن أول ما يلفت انتباه الزوار لدى دخولهم إليه هو الملصق الضخم لكاشف CMS، وفق ما شرح ناصر دمير، أستاذ الفيزياء المساعد في جامعة الكويت ورئيس المعرض. وأضاف دمير: "هذا بطبيعة الحال يحفز الفضول لدى الزائرين، والسؤال الطبيعي هو: عمَّ يدور هذا المعرض؟"

عبر رحاب العلم

كان نفق مصادم الهدرونات الكبير التفاعلي LHC Interactive Tunnel التابع لسيرن من أبرز معالم معرض جامعة الكويت الذي حظي بإقبال لافت، وهو عبارة عن أنشطة محاكاة غامرة صممها فريق في مختبر سيرن الإعلامي بقيادة جواوو بيكاناو João Pequenão. صمم فريق بيكاناو المعرض والتفاعلات وحبكوا القصة، ودربوا المتطوعين من طلبة جامعة الكويت على تقديم الجولات داخل المعرض. وأشرف فريق من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وجامعة الكويت و مركز الشيخ إبراهيم للثقافة والبحوث في البحرين على تصميم المعرض وتركيبه.

وقال بيكاناو: "بينما تولى الفريق تنظيم المعرض نفسه، فقد سخرنا معرفتنا وبعض الأفكار المستفادة من معارضنا ذات الموضوعات المتنوعة الأخرى في سيرن. لقد جمعنا المواد وأعددنا حبكة ثم طوعناها لكي تتكيف مع الشرق الأوسط من حيث السرد القصصي".

داخل "محطة كرة القدم البروتونية"، يمكن للزوار أيضاً أن يلعبوا لعبة افتراضية يركلون خلالها كرات تمثل الجسيمات. يتضمن الإعداد العديد من محطات إكس- بوكس وشاشة كبيرة تظهر عليها اللعبة. يحاول المشاركون إطلاق طاقة العديد من الكرات لإحداث تصادمات يمكن مقارنتها من الناحية النظرية والمجازية بتصادمات حزم بروتون عالية الطاقة داخل مصادم الهدرونات الكبير.

وعند الدخول إلى ليل هيغز The Higgs- Night، يمكن للزوار رؤية وتتبع تحركاتهم في الوقت الفعلي على شاشة مقسومة نصفين. ويمثل كل نصف منها حالة فيها حقل هيغز Higgs حاضر أو غائب - وحقل هيغز هو مجال طاقة موجود في كل جزء من الكون. وفي الواقع، يتفاعل هذا المجال مع جميع الجسيمات ويضفي عليها كتلة من خلال هذه التفاعلات؛ وهو ما يحاول هذا النشاط توضيحه للجمهور بطريقة مسلية.

عن ذلك قال دمير: "أنت تسير أمام الشاشة. على جانب واحد من الشاشة، هناك ظل يتحرك بالمعدل الذي تتحرك فيه، في حين أنه على الجانب الآخر هناك قدر من التأخير، مثل المقاومة التي تبطئك". وأضاف إن الاستعارة البصرية تساعد على شرح "كيف يتفاعل أي شيء ذو كتلة مع الحقل في عالم يوجد فيه حقل هيغز أيُّ شيء له كتلة يتباطأ. وفي كون من دون حقل هيغز، كل شيء يتحرك بسرعة الضوء".

أما النشاط الثالث داخل النفق التفاعلي فهو لعبة "شفاء: بروتون من أجل الصحة" HEAL: proton for health، التي توضح الكيفية التي يمكن بها استخدام مسرِّعات الجسيمات في العلاج والطب. وعن ذلك أوضح دمير: "لم نشأ أن نخبر الزوار فقط عن البحث العلمي الأساسي في سيرن، ولكن أيضا عن الصلة بين البحث العلمي الأساسي والأبحاث التطبيقية المرتبطة به؛ أي تطبيقات الأبحاث الأساسية التي نراها في حياتنا اليومية".

تبسيط العلم للجمهور

قال باكيناو من مختبر سيرن الإعلامي: "كانت الفكرة من وراء هذه الأنشطة هي إشراك أفراد الجمهور في الاكتشاف. ... ذلك أكثر ديناميكية من شريط الفيديو لأنك تصبح ممثلاً في تلك الرسوم المتحركة". وأضاف إن لكل نشاط مسارا تفاعليا وقصة بهدف إزالة الحواجز بين الجمهور ومجال معقد مثل الفيزياء.

وإضافة إلى الزوار من الجمهور، نظمت المدارس في الكويت رحلات إلى المعرض، حيث قاد المرشدون الطلبةَ في جولات صمِّمت لمختلف الأعمار. وقال دمير إنه خلال تلك الجولات "يتفاعل المرشدون مع الزوار. وفي بعض الأحيان، يبثون روح الدعابة في القصص التي يروونها أو يقرِّبون الأفكار العلمية من المفاهيم الثقافية للجمهور ... لقد لاحظتُ أن الزوار يطرحون أسئلة مثيرة للاهتمام، مما يشير بوضوح إلى مدى شغفهم بالموضوع".

استقطب المعرض 7,730 زائرا تراوحت أعمارهم بين 9 سنوات وأكثر من 70 سنة، والمعرض الجوال هو جزء من مشروع تعليمي توعوي كبير كانت له محطة في البحرين قبل وصوله إلى الكويت. وقال دمير إن معرض الكويت كان مشابهاً لمعرض البحرين، باستثناء بعض التعديلات التي أجريت على عدد قليل من الألعاب التفاعلية.

كما شارك في تنظيم المعرض عدة كليات وأقسام في جامعة الكويت منها الفيزياء وعلوم الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات والهندسة.

وقال باكيناو: "لقد بذلت البحرين والكويت جهداً كبيراً لتعزيز أنشطة البحث العلمي، وأصبح كل منهما جزءاً من برنامج التجربة CMS الذي يمثل واحدة من أكبر تجاربنا. وهناك بالفعل باحثون من كلا البلدين يعملون على هذه التجربة".

كان من المقرر أن ينتقل المعرض بعد الكويت إلى الإمارات العربية المتحدة، لكن جائحة كوفيد-19 أدت إلى تعليق كل الأنشطة حتى إشعار آخر.

هالة الجسار

تقنيات الاستشعار عن بعد تتنبأ بالعواصف الترابية وتراقب تغير المناخ

اختصاصية الفيزياء هالة الجسار تتحدث عن عملها مع الوكالة ناسا لمعايرة قياسات رطوبة التربة في الصحراء الكويتية المرصودة من الفضاء والتحقق منها

رسوم: نايف شقور

رطوبة التربة هي عامل رئيسي يؤخذ بعين الاعتبار عند استكشاف وتوقع استجابة الأرض للتغيرات البيئية. في هذا السياق، قالت الدكتورة هالة خالد الجسار، الأستاذة المساعدة في قسم الفيزياء بجامعة الكويت ومسؤولة فريق أبحاث الفضاء وفيزياء المناخ: "إن نسبة المياه في عينة من التربة هي مؤشر مهم إلى مدى تأثير زيادة غازات الدفيئة في المناخ".

معرفة التغيرات في رطوبة التربة تسمح للعلماء برصد الطقس بدقة أكبر، والتنبؤ بمكان وتوقيت حدوث الأمطار الغزيرة أو العواصف الرملية.

في المناطق القاحلة، يعني النقص في رطوبة التربة أن التربة صارت مفككة مما يسهِّل على الرياح التقاطها ورفعها ويتسبب بعواصف الغبار. وتُخلف هذه العواصف القوية آثاراً اجتماعية واقتصادية شديدة. فهي تؤثر سلباً في الزراعة والصناعة والمياه وجودة الهواء وصحة الإنسان. ويُعرف أن مادة السيليكا، على سبيل المثال، التي تشكل نحو 60% من غبار الصحراء الذي تذروه الرياح، تسبب التهاب الرئة المزمن وسرطان الرئة وعدداً من أمراض المناعة الذاتية.

قالت الجسار: "إن رطوبة التربة هي أيضا العامل البيئي الرئيسي الذي يقيِّد نمو النبات؛ إن رصد ورسم التغيرات في رطوبة التربة في الصحارى مهم جداً لتقدير انبعاث الغبار وإدارة أنظمة الري بشكل أفضل ومكافحة تدهور التربة".

تُستخدم الأقمار الاصطناعية المزودة بأجهزة استشعار تعمل بالموجات المَيكروية Microwave sensors لمراقبة رطوبة التربة على الأرض. وتتيح البيانات المستخلصة للعلماء إنشاء نماذج لدعم الزراعة وإدارة المخاطر المتصلة بتغير المناخ، بما في ذلك العواصف الرملية.

إن ارتفاع درجات الحرارة العالمية يزيد من تواتر حدوث العواصف الترابية وكثافتها. أما الذين يعيشون في مناطق لا يمكن تجنب العواصف الترابية فيها، فإن الاستعداد لذلك هو أفضل طريقة لتجنب الخسارة المادية والحفاظ على الصحة. إن توقع العواصف الترابية يحسِّن قدرة الناس على الاستعداد لمواجهتها واتخاذ تدابير مثل البقاء في المنازل أو أمكنة العمل، وارتداء أقنعة الوجه الواقية، وتغطية الممتلكات والمعدات.

وقالت الجسار: "إن هدفنا هو استخلاص قياسات رطوبة تربة دقيقة من الأقمار الاصطناعية من أجل تطوير نمذجات حاسوبية تعتمد على الفيزياء والرياضيات، وتساعدنا على توقع العواصف الترابية في الكويت".

يخطط الفريق لربط الانخفاضات المرصودة عن بعد في رطوبة التربة بانبعاث الغبار ومشكلات الإنسان الصحية في الكويت والشرق الأوسط

مستويات الرطوبة قبل العاصفة

هنـاك بعثتـان فضائيتـان مخصصتـان لقياس رطوبـة التربـة: بعثـة مستشـعر رطوبـة التربـة وملوحـة المحيـط Soil Moisture Ocean Salinity sensor (اختصـارا: البعثـة SMOS) التابعـة لوكالـة الفضـاء الأوروبيـة European Space Agency (اختصارا: الوكالة إيسا ESA)، والأخـرى Soil Moisture Active Passive (اختصـارا: البعثـة SMAP) التابعـة للإدارة الأمريكية للملاحـة الجوية والفضـاء National Aeronautics and Space Administration (اختصـارا: الوكالـة ناسـا NASA). يلتقـط المستشـعران انبـعاثات الموجـات المَيكرويـة Microwave emissions مـن سـطح الأرض ويسـتخدمان الخوارزميـات لتحويـل قياسـات الأقمـار الاصطناعيـة للموجـات المَيكرويـة إلى تقديـرات لرطوبـة التربة.

عمومًـا، تعتبر قياسـات الموجـات المَيكروية المرتبطـة بنطاقـات الـتردد L (1 - 2 غيغاهرتـز) وC (4 - 8 غيغاهرتـز) وX (8 - 12 غيغاهرتـز) حساسـة لثابـت العـزل الكهربـائي للتربـة Dielectric constant of soil، وهـي خاصيـة كهربائيـة تعتمـد إلى حـد كبـير عـلى محتـوى الرطوبـة. ويمكـن للـترددات المنخفضـة قيـاس رطوبـة التربـة عنـد أعمـاق أكـبر. ويمكـن لمستشـعرات النطـاق L الموجـودة حاليـاً عـلى البعثتـين SMOS وSMAP التقـاط رطوبـة التربـة حـتى عمـق خمسـة سـنتيمترات.

ومع ذلـك، فـإن وجـود النباتـات والغلاف الجـوي يخفضـان قياسـات الموجـات المَيكرويـة الـتي تهـدف إلى قيـاس رطوبـة التربـة. وتعـزل خوارزميات الاسترجاع Retrieval algorithms هـذه الآثـار المخفِّفـة مـن قياسـات القمـر الاصطناعـي لتقديـر الإشـارة المرتبطـة حصريـاً برطوبـة التربـة.

بـدأت الجسـار العمـل مـع الوكالـة ناسـا قبـل إطـلاق القمـر SMAP لمعايـرة قياسـات رطوبـة التربة في صحراء الكويـت والتحقق منها. ويقـوم فريقهـا بجمـع قياسـات رطوبـة التربة الأرضيـة وتكييـف خوارزميـات الاسـترجاع مع خصائـص صحراء الكويت للتحقـق من تقديرات القمر الاصطناعي.

عـن ذلك قالت الجسـار: "إن العمـل الميداني المكثـف المطلوب للتحقـق من صحة الاستشـعار عـن بعـد ربمـا يمثـل تحديـاً". ويجـري عـادة التحقـق مـن صحـة بيانـات رطوبـة التربة عبر مقارنتهـا بالقياسـات الميدانية في الموقـع. وبينما تعـد القياسـات الميدانيـة هـي الطريقـة الأكثر دقـة لقيـاس رطوبـة التربة عنـد نقطـة معينة، فربما لا تمثـل المسـاحات الشاسـعة مقارنـة بالرقعـة الأخطاء الناتجة عن اسـقاط قياسات النقاط عـلى عمـوم المنطقة الـتي يغطيهـا القمر الاصطناعي، ويجدر احتسـاب متوسـط قياسات رطوبـة التربة منعـدة محطات، أو اسـتيفاء تلك القياسـات ميدانيـا. يجـدر احتسـاب متوسـط قياسـات رطوبـة. التربـة مـن عـدة محطات، أو استيفاء تلك القياسات.

قـارن مـشروع SMAP التابع للوكالـة ناسا بيانـات رطوبـة التربـة الـتي التقطهـا القمـر الاصطناعي في صحـراء الكويت بالبيانات الـواردة مـن سـت محطـات أرضيـة دائمـة وتلـك المسـتقاة مـن الموقـع الاختبـاري في الصحـراء. كمـا قورنـت مجموعـة بيانـات رطوبـة التربـة الـتي التقطهـا القمـر SMAP بقياسـات رطوبـة التربـة الـتي التقطها مستشعر القمر SMOS.

أخبرتنـا الجسـار عـن الكيفيـة الـتي أجـرى بها فريـق SMAP العلمـي الكويـتي نحـو 78 رحلـة ميدانيـة لجمـع عينـات مـن موقـع اختبـار SMAP في الصحـراء المفتوحـة الواقعـة إلى الغـرب مـن مدينـة الكويـت. وقالـت: "وجدنـا انحرافـا موجبـا في المحطـة يبلـغ 0.034 م^3 وصححنـاه في قـراءات جهـاز الاستشـعار". كان هـذا الانحـراف مشـابهاً لما حصـل عليـه الباحثـون عند مقارنـة بيانـات رطوبـة التربـة الـتي قاسـها القمـر SMOS في صحـراء الكويت بقياسات المحطة.

أظهـرت البيانـات الـتي جُمعـت خـلال حملتـين ميدانيتـين في عـام 2016 أن اختلافات رطوبـة التربـة كانت متسـقة عبر موقـع اختبار SMAP، وأن القياسـات المَيكرويـة الـتي التقطها القمـر الاصطناعـي عكسـت هـذا الاتسـاق في المكان والزمن.

واستكشـفت الجسـار وزملاؤها أداء نمذجة خلـط العـازل الكهربـائي Dielectric mixing model، يجمـع بين الخصائـص العازلة للتربة مع مراعاة خصائصها الفيزيائية مثـل درجة حرارتها وملمسـها، في صحراء الكويـت. ووصف الفريق في ورقـة بحثيـة. نشـرت في عـام 2019 كيـف أن نطاقـات الـتردد L هـي الأكثر حساسـية لرطوبة التربة في التربة المكشوفة .

وتواصـل الجسـار وفريقهـا أبحاثهـم حـول درجـة حـرارة التربـة وعمـق رطوبـة عينـة التربة لانبعاثات الموجات المَيكروية عنـد ترددات مختلفة، مـع مراعـاة خشـونة التضاريـس والتصحيحات الجويـة. كما يخططون لربط الانخفاضات المرصودة عن بعد في رطوبة التربة بانبعاث الغبار ومشـكلات الإنسان الصحية في الكويت والشرق الأوسط.

ورأت الجسـار أن إعـداد نمذجـات الطقـس والمنـاخ القائمة عـلى البيانـات الجيوفيزيائية التي تُجمـع من الأقمار الاصطناعية يخـدم غرضاً أكبر. وقالـت: "يمثـل تغـير المناخ مشـكلة كبـيرة وله عواقـب مباشرة وغير مبـاشرة عـلى كوكبنا الحي. ... مـن خلال العلوم الفيزيائيـة، يمكننا فهم نظام الأرض المعقد والعمل على إيجاد حلول".

المراجع

1. AlJassar, H.K. et al. Forward simulation of multi-frequency microwave brightness temperature over desert soils in Kuwait and comparison with satellite observations. Remote Sens. 11, (2019).

رسوم: نايف شقور

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

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

إذا كان للعلوم مسار، فالمنُطلَق مجلة

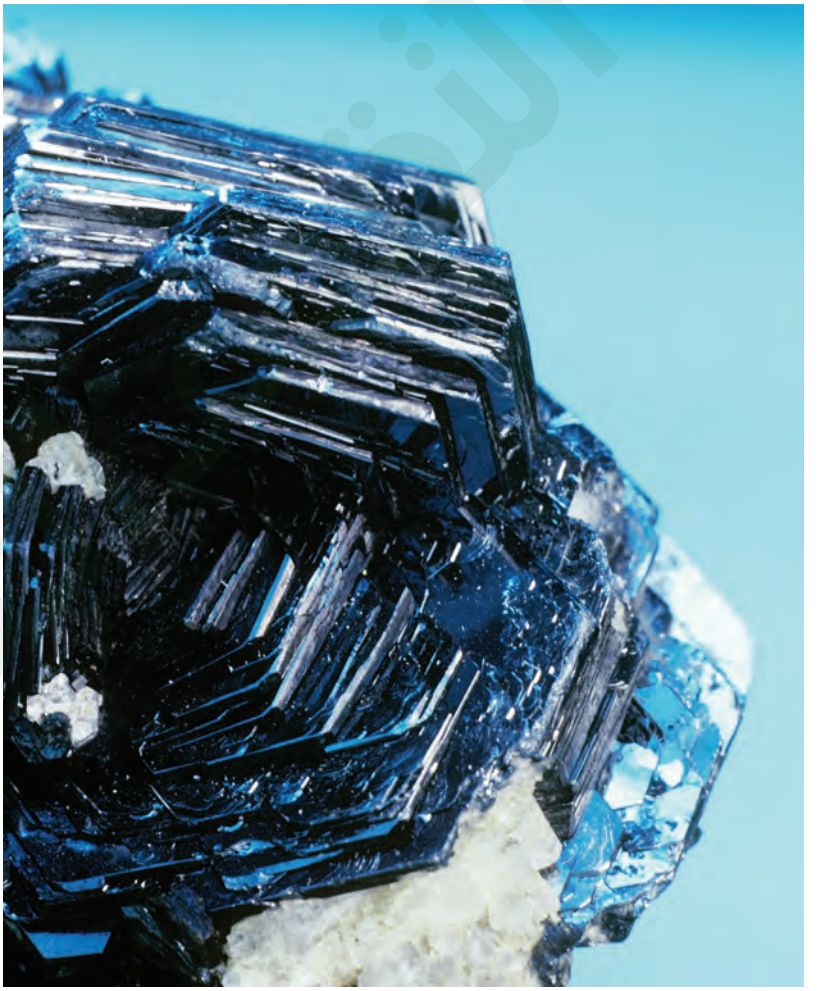
مدار

@aspdkw
shop.aspdkw.com
subscriptions@kfas.org.kw
+965 22278100
التوزيع +965 22278100 داخلي 4110

aspd
التقدم العلمي للنشر
KFAS
إحدى شركات Company

مسيرة التعدين

من عصور ما قبل التاريخ حتى اليوم



عندما يتساءل المرء: متى بدأت عمليات التعدين للمرة الأولى؟ فإن الإجابة الدقيقة عن هذا السؤال لن تكون ممكنة؛ فالبحث عن المعادن رافق الإنسان منذ عصور موغلة في القدم. فقبل بزوغ فجر الحضارة البشرية، استخدم الناس الأحجار والفخار في صناعة بعض الأدوات البدائية التي يحتاجون إليها لصيد الحيوانات البرية وإنضاج الطعام، والدفاع عن النفس ضد الضواري والأعداء. وأقدم منجم معروف هو منجم نغوينيا في إسواتيني (سوازيلاند حاليًّا)، الذي يظهر تأريخه بالكربون المشع أنه يعود إلى نحو 43 ألف عام خلت. ففي ذلك الموقع، استخرج إنسان العصر الحجري القديم (الباليوليثي) معدن الهيماتيت Hematite لصنع المغرّة الحمراء Red Ocher التي استخدمها في أعمال التلوين والصباغة. ويُعتقد أن المناجم التي عُثر عليها في كريزميونكي بهنغاريا، والتي لها عمر مماثل لعمر منجم نغوينيا، هي مواقع استخرج منها البشر البدائيون حجر الصَّوَّان عالي الجودة لاستخدامه في صناعة أسلحتهم وعُدَدِهم وأدواتهم. وقد عُثِر على مناجم أخرى للصوان في شمالي فرنسا وجنوبي إنجلترا. لكن تاريخ التعدين في المناجم الموجودة في تلك المواقع يعود إلى العصر الحجري الحديث، حيث تتبع الإنسان القديم أماكن وجود أحجار الصوان، وحفر الحُفَر والأنفاق للحصول عليها. وفي نحو عام 4500 ق.م. استخدم الإنسان القديم أول فلز عرفه، وهو النحاس، وذلك في أعلى مجرى الرافدين. وبحلول عام 3500 ق.م. تمكن من تعدينه ثم تعدين القصدير، ثم خلط هذين الفلزين معًا لصناعة البرونز، وقد عُثِر في أور بالعراق على أدوات مصنوعة من النحاس يرجع تاريخها إلى 3000 ق.م.

وبعد ذلك عرف الإنسان الكيفية التي يحصل بها على الفلزات الموجودة بالقرب من سطح الأرض. واشتهرت تراقيا (منطقة جغرافية تضم شمال شرقي اليونان وجنوبي بلغاريا والجزء الأوروبي من تركيا) في العالم القديم بمناجم الذهب التي كانت خاماته تستعدن منها قبل ستة آلاف عام. ويحتفظ متحف فارنا ببلغاريا ببعض أقدم التحف الذهبية التي تنتمي خاماتها إلى مناجم تراقيا.

د. محمد عبد القادر الفقي
باحث في تاريخ العلوم (الكويت)

التعدين في مصر القديمة

عُرِفَت الخامات المعدنية واستغلت في مصر منذ عصر ما قبل الأسر الفرعونية، وبخاصة خامات الذهب والنحاس. وجرت أعمال تعدين في مصر في أوائل فترة حكم الأسر الفرعونية منذ 5200 عام. وكانت مناجم الذهب في بلاد النوبة من بين أكبر مناجم مصر القديمة وأشملها وقتذاك. واستخدم المصريون القدماء النار في أعمال تكسير الصخور الصلبة الحاوية للذهب.

صورة: JOEL AREM / SCIENCE PHOTO LIBRARY

البحث عن المعادن رافق الإنسان منذ القدم. وأقدم منجم معروف هو منجم نغوينيا في إسواتيني (سوازيلاند حاليًّا) الذي يظهر تأريخه بالكربون المشع أنه يعود إلى نحو 43 ألف عام

واستعدن المصريون القدماء النحاس، وتوسعوا في استخراج خاماته من مناجم سرابيط الخادم ووادي مغارة بسيناء. وما زالت أكوام نفايات الصهر في تلك المواقع شاهدًا على ذلك. وقد عُثِر على مشغولات نحاسية في مقابر البداري يرجع عهدها إلى نحو عام 4000 ق.م.

ومع تزايد الطلب في مصر القديمة على الذهب والنحاس والأحجار الكريمة وخامات الألوان، أرسل الفراعنة بعثات جيولوجية للكشف عنها وتعدينها. وسجل التاريخ أن رئيس إحدى هذه البعثات نقش اسم الفرعون (زت)- أحد ملوك الأسرة الأولى- على صخرة في طريق المناجم بالصحراء الشرقية. كما أن (خوفو) أرسل حملات إلى الصحراء للحصول على المعادن والأحجار، وترك اسمه منقوشًا في مناجم النحاس والفيروز بسيناء.

ونحو عام 900 ق.م. كانت أسرار عمليات صهر خامات الحديد واستخلاص فلز الحديد منها قد شاعت في بلاد الشام. ولم تصل هذه التقنية إلى مصر إلا في عهد الأسرة السادسة والعشرين، واشتهرت بلدتا نوقراطس ودفنة في الوجه البحري وقتذاك بصهر أكاسيد الحديد.

التعدين عند الإغريق والرومان

كانت مناجم الفضة في لوريوم الإيطالية معروفة للإغريق، وهي التي ساعدت على نهضة أثينا. وفي مناجم أخرى، كتلك التي في جزيرة ثاسوس اليونانية، استخرج الباريون Parians الرخام في القرن السابع ق.م. وأسهم اختراع النقد الذهبي في ليديا بآسيا الوسطى في عام 635 ق.م. في ازدهار عمليات التنقيب عن الذهب.

ويُعَد الرومان أول من طوروا أساليب التعدين الهيدروليكي، من خلال استخدام كميات كبيرة من المياه التي يجلبونها إلى المنجم عبر العديد من القنوات، وذلك لإزالة فتات الصخور وغسل الخام بعد طحنه، وتشغيل بعض الآلات البسيطة.

وطبّق الرومان طرق التعدين الهيدروليكي في أعمال التنقيب عن عروق الخامات المعدنية، وبخاصة الذهب والقصدير والرصاص. وكانوا يسخنون الصخور بتسليط النيران عليها، ثم يخمدون حرارتها بتوجيه تيار من الماء عليها، مما يؤدي إلى إحداث صدمة حرارية تتسبب في تكسير الصخور، وكشف ما بها من معادن. وطوّر الرومان هذه الأساليب في عام 25 م لاستغلال رواسب الذهب الغرينية في إسبانيا. كما استغل الرومان الفضة الموجودة في معدن الغالينا الصخري في مناجم قرطاجنة وغيرها.

وفي بريطانيا العظمى كان السكان الأصليون يستخرجون المعادن منذ آلاف السنين، ولكن بعد الغزو الروماني لها، ازداد حجم عمليات التعدين فيها بشكل كبير، حيث كان الرومان بحاجة إلى الاستفادة من الذهب والفضة والقصدير والرصاص لاستخدامها في العديد من الأغراض الصناعية. وكان الرصاص مطلوبا بشدة؛ لصنع أنابيب المياه. كما استخرجت الفضة لسك النقود وصنع أدوات المائدة.

وكان ثمة منجم روماني للذهب في دولاكوثي بويلز وظّف فيه الرومان أحدث ما توصلوا إليه من تقنيات التعدين. فقد كانوا ينقلون الماء لأميال عبر نظام من القنوات، ثم يدعون هذا الماء يتدفق لإزالة ما على أرض المنجم من تربة ونباتات حتى تنكشف الصخور الغنية بالكوارتز الحاملة للذهب. وكان الوصول إلى عروق المعدن يمثل البداية فقط، إذ تكسر بعد ذلك إلى قطع صغيرة ليسهل حملها ونقلها إلى العراء فتسحق هناك بشكل دقيق، ثم يوضع المسحوق في أقمشة صوفية، ثم يغسل بالماء، فيتبقى الذهب، الذي يُعَدُّ أثقل وزنًا في قاع القماش الصوفي.

وقد تتبع الرومان عروق الركاز الموجودة تحت الأرض بعد أن أصبحت عمليات التعدين السطحي غير مجدية اقتصاديا. وأنشأوا مسارب خلال الصخور العارية لتصريف السوائل من الحُفَر التي حفروها. كما اخترقوا طبقة المياه الجوفية في بعض المواقع وسحبوا المياه من المناجم مستخدمين الدواليب (النواعير). ففي مناجم النحاس في ريو تينتو بإسبانيا أُستخدمت الدواليب لرفع المياه من قاع المنجم زهاء 24 مترًا. ويحتفظ المتحف البريطاني والمتحف الوطني في ويلز بنماذج لهذه الدواليب.

التعدين في أوروبا القرون الوسطى

شهدت صناعة التعدين تغيرات جذرية في أوروبا خلال العصور الوسطى. ففي أوائل تلك العصور، كان يتم الحصول على معظم المعادن من خلال التعدين باستخدام طريقة الحفرة المفتوحة. وخلال القرن الرابع عشر أدى الاستخدام المتزايد للأسلحة والدروع إلى زيادة الطلب على الحديد، وتحفيز عمليات إنتاجه واستخراجه.

وحدثت أزمة الفضة عام 1465 عندما وصلت جميع المناجم إلى أعماق لا يمكن عندها استخدام التقنيات المتاحة وقتذاك لمواصلة الحفر عن طريق الإسقاط المتواصل للأثقال في مناطق التعدين الجافة.

واستخدمت الطاقة المائية على نطاق واسع، من خلال طواحين المياه في تكسير الخام المعدني، ورفعه من بئر المنجم. وفي عام 1627 أُستخدِم البارود الأسود في أعمال التعدين في

يُعَد الرومان أول من طوروا أساليب التعدين الهيدروليكي، من خلال استخدام المياه التي يجلبونها إلى المنجم عبر القنوات، وذلك لإزالة فتات الصخور وغسل الخام وتشغيل بعض الآلات

سِلْمِكبانيا (سلوفاكيا حاليًا)، وذلك لتفجير الصخور وكشف عروق الخامات المعدنية. وكان تأثير عمليات تفجير البارود أسرع بكثير من إشعال النيران، وسمح ذلك بتعدين الفلزات والخامات التي لم يكن من السهل الوصول إليها سابقًا.

وغالبًا ما كان الإسبان يستخدمون اختراعات مثل الرحى الحجرية Arrastra لسحق الخام بعد استخراجه. وكانت الحيوانات تدير هذه الرحى.

وكانت المشكلة الرئيسية في مناجم العصور الوسطى هي إزالة المياه من آبار المناجم. فحينما يحفر عمال المناجم عميقا للوصول إلى عروق جديدة للركاز، تصبح مشكلة امتلاء تلك الآبار بالمياه عقبة حقيقية أمام مواصلة الحفر. ولهذا لم تصبح صناعة التعدين أكثر كفاءة وازدهارًا إلا مع اختراع المضخات التي تديرها الحيوانات أو المحركات الميكانيكية.

التعدين في الأمريكتين

خلال عصور ما قبل التاريخ، استخرجت كميات كبيرة من النحاس في بحيرة سوبيريور بأمريكا الشمالية وغيرها. واستخدمت الشعوب الأصلية النحاس المستخرج من تلك البحيرة منذ نحو 5000 عام. وقد أُكتشِفت أدوات نحاسية ورؤوس سهام تعود إلى ذلك التاريخ.

كما استخرج حجر السبج، والصوان، واليشب، والفيروز في أمريكا قبل كولومبوس. وعرف شعب الإنكا الكيفية التي يستخدم بها مناجم الذهب والنحاس والفضة والأحجار النادرة في صناعة الحلي والبرونز وغيرهما.

واستغل الإسبان مناجم الفضة في كل من بوليفيا والمكسيك، وأرسلوا ما حصلوا عليه منها إلى بلادهم.

وفي منتصف القرن التاسع عشر شهدت كاليفورنيا ما عُرِف بحمى الذهب، حيث توافد الناس إليها أملا في الحصول على الذهب. وعندما كان يتم استكشاف مناطق جديدة في الغرب الأمريكي، كان الذهب ثم الفضة هما أول ما يجري التنقيب عنهما وتعدينهما، وذلك نظرا لسهولة استكشافهما وصهرهما ونقلهما.

التعدين في العصر الحديث

كان كشف قوة البخار في أواخر القرن الثامن عشر بداية للثورة الصناعية التي كان لها دور واضح في تطور حرفة التعدين وازدهارها، إذ مكنت من استخراج الخامات المعدنية من باطن الأرض مهما كانت درجة تركيز المعادن فيها ومهما كان مستوى وجودها بعيدا عن سطح الأرض. وقد أنتجت الثورة الصناعية العديد من آلات التعدين ذات الكفاءة العالية التي أسهمت في سهولة استخراج الخامات من باطن الأرض.

وفي أوائل القرن العشرين، حفزت أعمال البحث عن الذهب والفضة في غرب الولايات المتحدة على التنقيب عن الفحم والمعادن الأساسية. وأصبحت المناطق الحديثة في مونتانا ويوتا وأريزونا ثم ألاسكا هي المورد الرئيسي للنحاس إلى العالم، الذي كان يزداد الطلب عليه لاستخدامه في إنتاج السلع الكهربائية والمنزلية. كما كانت أونتاريو هي المنتج الرئيسي للنيكل والنحاس والذهب.

ومع بداية القرن الحادي والعشرين وتنامي ظاهرة العولمة، انخرطت شركات كبيرة متعددة الجنسيات في صناعة التعدين. وأسهمت التقنيات الجديدة في زيادة الطلب على العديد من العناصر، لا سيما المعادن الأرضية النادرة. وساعد التقدم العلمي على تطوير عمليات التعدين واستخلاص الخامات المعدنية. فظهرت معدات ميكانيكية عملاقة لتكسير الصخور وغربلتها وطحنها واستخلاص ما بها من معادن. كما تطورت عمليات الاختزال الكهربائي للخامات المعدنية الموجودة في شكل أكاسيد أو كبريتيدات. ولا يفتأ علماء التعدين والكيمياء يبذلون جهودهم لتحقيق نجاحات جديدة في استخلاص المعادن من خاماتها بطرق غير تقليدية، مثل استخلاص الذهب من خاماته باستخدام مذيب صناعي، بدلا من سيانيد الصوديوم السام.

آفاق التعدين

تقنيات تعزز الإنتاج وتجنب الأخطار

د. خالد علي النجدي
أستاذ المناجم والتعدين،
جامعة الطائف (السعودية)

تنظر معظم دول العالم إلى قطاع التعدين باعتباره المحرك الرئيسي للتنمية الاقتصادية فيها، والمستقطب لاستثمارات كبيرة تسهم في مجالات عدة كتعزيز الصادرات، وفرص العمل، وتطوير البنية الأساسية لاسيما في المناطق الريفية، ونقل التكنولوجيا إلى البلدان المضيفة.

ومن بين جميع النشاطات الصناعية، يعتبر التعدين وغيره من أشكال الاستخراج من أخطر هذه النشاطات في العالم. وهذه حقيقة معروفة في جميع أنواع أعمال المحاجر والمناجم السطحية والتعدين تحت السطحي. إضافة إلى ذلك، تواجه العاملين في المناجم أخطار كبيرة من العمليات المختلفة في صناعة التعدين، سواء أكانت من الأخطار الناشئة عن الآلات الثابتة والمتنقلة وعوامل أخطار التعدين تحت الأرض والسطحية نفسها، أم من الغبار أو الضوضاء أو المواد الكيميائية. ويسهم الأداء الجيد للسلامة المهنية والإجراءات الصحية في الحد من معاناة العاملين ويزيد من الأداء الاقتصادي لهذه الصناعة.

ولأهمية قطاع التعدين وتأثيره في الاقتصاد من جهة، وخطورة العمل فيه من جهة أخرى، كانت هناك حاجة ملحة لتحديث وتطوير آليات وطرق استخراج المواد الخام من باطن الأرض، والاستفادة من التكنولوجيا الحديثة للاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية الموجودة فيها. ونستعرض في هذا المقال أهم المستجدات التكنولوجية التي تطبيق حاليا في صناعة التعدين، والآفاق الواعدة لهذه الصناعة الحيوية.

الروبوتات والمراقبة عن بعد

استفادت صناعة التعدين من التطورات الحاصلة في مجالات شتى ومنها استخدام الروبوتات والتحكم عن بعد، فأدخلتها إلى هذه الصناعة بطرق مختلفة. فعلى سبيل المثال هناك شاحنات بحجم المنزل تُشَّغل عن بُعد بواسطة "السائقين" من مسافة 1200 كم من موقع العمل، وهناك قطارات من دون سائق، وحفر آلي عن بعد، وكسارات صخور آلية، وكسارات شبه مستقلة. وهذه بعض المعدات ذات التقنية العالية التي تطرحها الشركات الرائدة في هذا القطاع.

وفكرة مناجم القرن الحادي والعشرين التي تشغل من مراكز التحكم المركزية البعيدة عن بيئة العمل المرهقة والشديدة التلوث مطبقة حاليا في مناجم كثيرة، كما أن التحكم الآلي صديق للبيئة وأكثر أمانًا وذو تكاليف تشغيل أرخص.

كانت أنظمة النقل الذاتي قيد الاستخدام بدرجات متفاوتة على مدار السنوات الخمس الماضية، لكنها صارت تكتسب زخمًا قويا في الآونة الأخيرة. وفي ديسمبر عام 2008، بدأت شركة (ريو تينتو)، ثاني أكبر منتج لخام الحديد في العالم، استخدام نظام Komatsu AHS، وهو أول نظام نقل تجاري مستقل للتعدين في العالم لتشغيل خام الحديد في أستراليا. ومن قدرات هذا النظام أن عامل المنجم الواحد يستطيع تشغيل 19 شاحنة ذاتية النقل بمفرده.

صورة: STEPHEN BARNES / MILITARY / ALAMY STOCK PHOTO

صناعة التعدين من أخطر الصناعات لكن الأداء الجيد للسلامة المهنية والإجراءات الصحية يسهمان في الحد من أخطارها ويزيدان من أدائها الاقتصادي

يمكن للأجهزة الآلية التي تعمل بالذكاء الاصطناعي أداء مجموعة متنوعة من المهام، بما في ذلك الحفر والتفجير والتحميل والنقل وتثبيت سطوح المناجم وتدعيمها، وكذلك أخذ عينات من المواد الخام في المناطق الضيقة تحت سطح الأرض التي لايستطيع الإنسان الوصول إليها بأمان. وكذلك استخدمت بعض أجهزة التحكم عن بعد في عمليات إنقاذ عمال المناجم المحاصرين تحت الأرض.

وعلى سبيل المثال طورت العديد من مراكز البحث وشركات التكنولوجيا مركبات ذاتية التحميل والتفريغ تستخدم تكنولوجيا الروبوتات، وأُدخلت هذه التكنولوجيا في عمليات حساب نسبة المعادن في الخامات الاقتصادية، مما يضمن ملاءمة المنتج للمواصفات المطلوبة. ويمثل استخدام الروبوتات في عمليات الإنقاذ تقنية واعدة. وأطلق أول روبوت للإنقاذ في المناجم في العالم ، وهو ANDROS Wolverine الذي طورته شركة Remotec لإدارة السلامة والصحة في المناجم Mine Safety and Health Administration (MSHA) ، أثناء انفجار منجم Sago في عام 2006، وأثبت لاحقا إمكانية استخدام الروبوتات في المناطق التي يصعب على البشر دخولها.

من جانب آخر، يعتبر هذا التقدم الهائل في استخدام التكنولوجيا في مجال التعدين تهديدا صريحا لعمال المناجم والموردين المحليين ووكالات الضرائب الحكومية. إن المزيد من استخدام الروبوتات ربما يعني عددًا أقل من العمال ذوي المهارات المتدنية. وبعبارة أخرى، في المستقبل الأكثر آلية يجب على الحكومات التفكير في كيفية إعادة هيكلة قطاع التعدين للتعويض عن الوظائف وفرص العمل والدخل المفقود.

إنترنت الأشياء

شهدت الآونة الأخيرة استخدام إنترنت الأشياء في صناعة التعدين بهدف تعزيز الإنتاجية وسلامة المناجم والعاملين فيها. وتتضمن هذه التقنية توصيل الأجهزة والأسطول والأشخاص بمعرّفات فريدة تستند إلى جهاز التعرف على الترددات اللاسلكية وتقنيات المستشعر، مع السماح لهم بنقل واستقبال البيانات تلقائيًا عبر الشبكة دون الحاجة إلى التفاعل بين الإنسان والإنسان. إن تقنية إنترنت الأشياء لا تحسن إمكانية التتبع والرؤية لعملية التعدين بكاملها فحسب، بل تمكن الحواسيب أيضًا من مراقبة وتحديد وفهم الجوانب المختلفة لعمليات التعدين دون تدخل بشري.

ولدى هذه التقنية قدرة على تحويل الصناعة بالكامل، وزيادة تدابير السلامة في البيئات الخطرة، والمساعدة على تحسين الإنتاجية، والتأثير الإيجابي في عوائد أرباح الشركات.

تكنولوجيا استكشاف المعادن

تستغرق عملية استكشاف الأجسام المعدنية وقتًا طويلاً وتكلف مبالغ كبيرة. وأول جهاز كاشف للمعادن(صممه ألكسندر غراهام بيل -مخترع الهاتف في عام 1881 م ، واستخدم للمرة الأولى في محاولة الوصول إلى مكان الرصاصة التي أصيب بها الرئيس الأمريكي جيمس غارفيلد في محاولة اغتياله) أثبت أهميته في كشف المعادن، وأصبح النموذج الأولي الذي لا تزال تستند إليه جميع أجهزة كشف المعادن حتى الآن. كانت هذه الأجهزة في البداية كبيرة الحجم ومعقدة وتعمل باستخدام الأنابيب المفرغة (الخوائية)Vacuum Tubes ، لكنها مع ذلك كانت مفيدة وانتشر استخدامها وازدادت شعبيتها.

ومن التطبيقات الأولى لأجهزة كشف المعادن العثور على الألغام الأرضية والقنابل غير المتفجرة في عدة دول أوروبية بعد الحربين العالميتين الأولى والثانية. فبعد الحرب العالمية الأولى اكتشف غيرهارد فيش (مؤسس شركة فيشر الأمريكية لأجهزة كشف المعادن) خلال إحدى تجاربه انحراف أشعة (إشارات) الراديو الذي كان يستخدمه في كل مرة يقترب فيها من صخور تحوي فلزات معدنية في منطقة التجربة.

ثم طورت جامعة غرب أستراليا بالتعاون مع ريو تينتو مقياس تدرج متقدمًا يعرف باسم مقياس الجاذبية المحمول جواً VK1، في محاولة لإيجاد حل لتحديات الاستكشاف. يشتمل VK1، الذي يُشغل من طائرة، على تكنولوجيا لقياس التغيرات الطفيفة في مجال جاذبية الأرض، ويستعين بالبيانات لإنتاج خريطة كثافة يمكن استخدامها لتحديد مناطق المواد الخام التي يصعب اكتشافها. ومن المتوقع أن تؤدي التحسينات الدقيقة التي يقدمها الجهاز الجديد إلى تعزيز النجاح الذي تحققه شركات التعدين في جهود الاستكشاف.

وطورت أجهزة قياس الجاذبية المحمولة جوا في الثمانينات بواسطة شركات عدة، واستخدمت لاستكشاف أنابيب كيمبرلايت الحاملة للألماس في عام 1999. ومنذ ذلك الحين استخدمت بنجاح في عدد من مناجم الألماس، بما في ذلك منجم ألماس Ekati بكندا، وأنابيب Abner في أستراليا، إضافة إلى عدد من خامات الحديد والذهب والنحاس التي تحتوي على رواسب متعددة المعادن.

يستفيد قطاع التعدين من التقنيات الحديثة لزيادة الإنتاجية والحد من خطورة العمل والاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية الموجودة في الأرض

التصوير ثلاثي الأبعاد

مكنت تقنيات التصوير ثلاثي الأبعاد من استكشاف المناجم الكبيرة، ولاتزال تحمل آفاقا واعدة مع عدد من التقنيات الناشئة. والمسوح الزلزالية لدراسة جيولوجيا مناطق التعدين المحتملة ليست جديدة، لكن تطبيقات تقنيات التصوير ثلاثي الأبعاد حسنت فعالية هذه المسوح بشكل كبير. والمسح بالليزر ثلاثي الأبعاد هو تقنية جديدة نسبيًا في صناعة التعدين على الرغم من تطبيقها لسنوات كثيرة في مجالات صناعية أخرى. ويستخدم هذه التقنية مهندسو الصخور والتهوية ومسؤولو السلامة إضافة إلى أولئك الذين يجرون عمليات المسح في بيئات التعدين الخطرة أو التي يتعذر الوصول إليها. ومكنت هذه التقنية الجيولوجيين من إنشاء خرائط جيولوجية ثلاثية الأبعاد تحتوي على بيانات الخرائط السطحية.

ولجأت جهات متخصصة إلى دمج تقنيات التصوير ثلاثي الأبعاد في الكاميرا التي يمكن استخدامها في مناطق التعدين تحت الأرض لالتقاط صور ثلاثية الأبعاد للبيئة والتضاريس، والحد من الخطورة التي كان يواجهها الجيولوجيون والمهندسون والمساحون عند دخولهم المناجم جسديًا. تتيح هذه التقنية إجراء التصميم والتحليل من بيئة بعيدة مع عدم تعطيل الإنتاج أثناء التقاط الصور.

الحفر الآلي

يمكن لحلول الحفر الآلية والتشغيلية أن تضمن سلامة موظفي التعدين وتحسين الكفاءة أثناء عمليات الحفر السطحي وتحت السطحي. يتكون الحفر الذي يتم تشغيله عن بعد من محطة تشغيل سهلة التركيب على مجموعة من المنصات المتنقلة المتصلة بشبكة الحفر اللاسلكية.

تسمح التكنولوجيا للمشغل بإجراء الحفر من موقع بعيد دون دخول المناطق الخطرة. ويُعرض اتصال الفيديو والبيانات في الوقت الفعلي، بما في ذلك جميع أدوات التحكم في الحفر وحالة المعدات بشكل مستمر، على شاشة مثبتة في مركز المشغل باستخدام كاميرا للتحكم عن بُعد.

طورت شركات التعدين مجموعة من الحفارات الآلية وشبه الآلية، بما في ذلك باستخدام تقنية متقدمة للتحكم الآلي في الراديو. يمكن لآلات حفر العمود والأنفاق المتقدمة أن تحفر تحت الأرض بأمان وبسرعة أكبر، ولديها القدرة على تقليل الوقت والتكلفة التي تستغرقها لبناء مناجم تحت الأرض. ويمكن لإحدى آلات التعدين المعيارية اختراق الجدران الصخرية الصلبة والأنفاق لمسافة أكثر من عشرة أمتار في اليوم، وهو ما يقرب من ضعف المعدل الذي تحققه الطرائق التقليدية.

البلازما والمعادن الثمينة

يؤدي استخدام تقنية البلازما إلى زيادة إنتاج المعادن الثمينة، مثل الذهب والفضة والبلاتين، من الخامات المعقدة بنسبة تبلغ أكثر من 1000% مقارنة بالعمليات المعدنية التقليدية. وقد طورت إحدى شركات التعدين تقنية بلازما للترددات الراديوية تُسخَّن من خلالها الخامات المعقدة، مثل الزنك والنيكل والنحاس والرصاص، بتطبيق درجات حرارة عالية جدًا تتراوح بين 8000-12000 درجة سيليزية لكسر الهيكل الخام وتحرير المواد الثمينة الكامنة الموجودة فيه بعد استخدام التقنيات التقليدية.

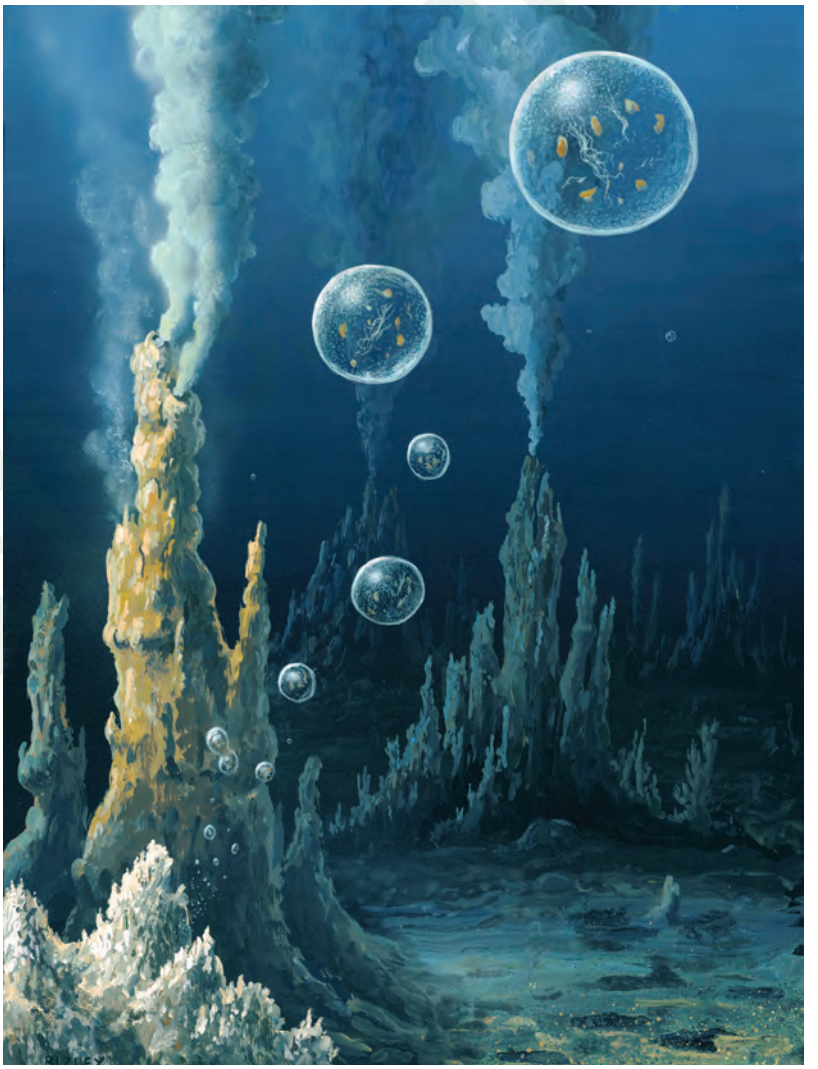
في اختبار حديث لتقنية بلازما الترددات الراديوية الجديدة التي أجريت على عينات خام التنغستين في ميانمار، كانت كمية الذهب المنتجة أكثر بنحو 1500% مما يمكن استرداده من خلال الطرائق التقليدية.

بكتيريا آكلة للنحاس

عادة ما تقوم شركات التعدين بالتخلص من المخلفات كنفايات أو استخدامها كبدائل لعمليات كيميائية أخرى، على الرغم من أن بعض المحتوى المعدني، غير الاقتصادي لاستعادتها، لا يزال يُترك في المخلفات. ومع ذلك، فإن المعادن النادرة مثل النحاس ذات قيمة عالية، وقد يصبح استرداد المعادن من المخلفات مجديًا اقتصاديًا في المستقبل. تعمل إحدى شركات التعدين البرازيلية على تطوير تقنية واعدة بالتعاون مع جامعة سان باولو لاستعادة معادن النحاس من المخلفات باستخدام الكائنات الدقيقة، وهي تقنية ستغير- في حال استخدامها مع معادن أخرى- طريقة التعامل مع المخلفات وتعزز إنتاج المعادن. ستكون تقنية كسر المسار مفيدة جدا في إنتاج المعادن النادرة مثل النحاس، الذي يوجد بنسبة 1% فقط من كل طن من الخام المستخرج. ترسب الشركة مخلفات النفايات من منجم نحاس Sossego في شمالي البرازيل عند بحيرة قريبة. ويقدر حجم المخلفات بنحو 90 مليون طن من النفايات التي تحوي 0.07 % من النحاس، والتي يمكن - إذا تم استردادها- أن توفر إيرادات إضافية للشركة. سيساعد استرداد المعادن من النفايات المتبقية أيضًا على تمويل جزء من نفقات معالجة النفايات. وحاليا، ثمة دراسات تجرى على البكتيريا من أجل اكتشاف الكائنات الدقيقة التي تناسب أكل النحاس الموجود في المخلفات، ومن ثم يستخرج النحاس من البكتيريا وتعاد معالجته قبل البيع.

التعدين في البحار وقيعان المحيطات

كنوز ثمينة تنتظر مستخرجيها



رسوم: RICHARD BIZLEY / SCIENCE PHOTO LIBRARY

توفر النظم الإيكولوجية البحرية والبحار والمحيطات للجنس البشري عددا كبيرا من الخدمات والحاجات الأساسية، مثل إمداده بالغذاء والمواد العلاجية، وإنتاج الأكسجين، وخفض التلوث، وغير ذلك مما لا يمكن تعويضه أو الاستغناء عنه.

غير أن فوائد البحار والمحيطات لا تقتصر على توفير الحاجات الأساسية أو على الفوائد الروحية والجمالية التي تقدمها لبني البشر، بل تمتد إلى ما هو أبعد من ذلك، وتحديدا إلى الجانب الاقتصادي؛ فتدعم الثروات البيولوجية والموارد الطبيعية الموجودة في البحار والمحيطات مهنا كثيرة، مثل الصيد ونشاطات الغوص والرياضات البحرية والسياحة والملاحة والشحن، وغيرها من النشاطات التي تسهم في دعم الاقتصاد ومحاربة الفقر ودعم استقرار المجتمعات البشرية.

ويعد استخراج الوقود الأحفوري والمعادن من البحار، والتعدين البحري، من أهم الموارد البحرية التي تسهم في تعزيز النمو الاقتصادي، وركيزة أساسية لما يعرف باسم "الاقتصاد الأزرق"، وهو الاقتصاد المرتكز على الانتفاع اقتصاديا بالثروات البحرية وخدمات النظم الإيكولوجية، من دون الإخلال بالتوازن البيئي، أو الإضرار بصحة وسلامة الموائل والنظم الإيكولوجية البحرية.

وقد زاد التوجه نحو التعدين البحري بصورة كبيرة في الآونة الأخيرة؛ بسبب نضوب بعض الثروات المعدنية في اليابسة وزيادة الطلب العالمي على المعادن، مما أدى إلى تسارع وتيرة البحث عن مكامن جديدة غير تقليدية لهذه الثروة بغية تلبية الطلب المتزايد عليها.

والواقع أن قيعان البحار والمحيطات تماثل اليابسة في الطبيعة الجيولوجية من حيث وجود سلاسل من الجبال والهضاب والقمم البركانية، وغيرها من التكوينات الأرضية التي نراها من حولنا ونعرفها. لذا فهي تحتوي على معظم المعادن التقليدية الكائنة في باطن الجبال، بل إن الثروات المعدنية الموجودة في سواحلها وقيعانها عادة ما تتميز بالوفرة وبقيمتها الاقتصادية الكبيرة.

وهذه الثروات توجد في البحار على جميع الأعماق تقريبا، وتأخذ أكثر من هيئة وشكل؛ فهي إما توجد مطمورة داخل الطبقات الصخرية على أعماق سحيقة تحت القاع مثل النفط والغاز، أو في شكل رسوبيات معدنية سطحية جاثية على القاع في الأعماق الكبيرة أو على هيئة رمال سوداء مترسبة في المناطق الضحلة القريبة من الشاطئ أو على الشواطئ والكثبان الساحلية المجاورة لها.

وإذا ما نحينا جانبا التنقيب عن النفط والغاز، وعن المعادن غير الاقتصادية المستخرجة من المستنقعات والبرك

د. وحيد محمد مفضل
خبير في المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، (الكويت)

في الآونة الأخيرة زاد التوجه نحو التعدين البحري بصورة كبيرة؛ بسبب نضوب بعض الثروات المعدنية في اليابسة وزيادة الطلب العالمي على المعادن

الساحلية، باعتبار أنهما من أكثر أنماط التعدين البحري شيوعا وسبق تناولهما في أكثر من موضع، فإنه قد يكون حري بنا تسليط الضوء على مصادر التعدين البحري الأخرى، وعلى أهم الثروات المعدنية المستخرجة منها.

الرمال الشاطئية السوداء

تنفرد بعض الشواطئ لاسيما في المناطق الساحلية الواقعة قبالة الجبال أو مصبات الأنهار الكبرى بمظهر مختلف ومتفرد جدا، يتمثل في تحول لونها إلى الأسود اللامع خلافا لبقية الشواطئ التقليدية، مما قد يفسره البعض خطأ على أنه نتاج تلوث أو اختلاط رمال الشاطئ بالنفط أو ما شابه. لكن مع التدقيق في الأمر سيتضح أن الشاطئ يتكون في الواقع من حبات رمل ثقيلة وسوداء ليس إلا. وهذا يعزى إلى وجود ما يعرف باسم المعادن الثقيلة Heavy Minerals بتراكيز عالية في هذه الرمال وترسبها بكميات كبيرة على الشاطئ من مصادر خارجية، بفعل عوامل النقل المختلفة.

والمعادن الثقيلة تتكون من مجموعة كبيرة من المعادن ذات الكثافة النوعية العالية، وتحديدا تلك التي تزيد كثافتها النوعية على 2.89 غرام/سم3، مثل معادن الزيركون والغارنت والألمنيت والماغنتيت والروتيل والمونازيت، التي عادة ما تكون غنية بأكاسيد الحديد والتيتانيوم والزركونيوم والعناصر الأرضية النادرة، فضلا عن الذهب الذي تصل كثافته النوعية إلى 18 غرام/سم3. ومن هنا أطلق على هذه النوعية من المعادن اسم"المعادن الثقيلة"، وما دون ذلك اسم "المعادن الخفيفة"، وأشهرها الكوارتز والفلسبارات.

وتتميز معظم المعادن المكونة لمجموعة المعادن الثقيلة بلونها الأسود أو الأحمر القاتم، لذا فإن انتشار هذه المعادن بكميات كبيرة وتراكيز عالية في رمال الشواطئ وضفاف الأنهار عادة ما يكسبها لونا أسود قاتما، وهذا هو السبب في ظهور رمال بعض الشواطئ بهذا المظهر وتسميتها باسم "الرمال السوداء".

وتنشأ الرمال السوداء في الأساس نتيجة عمليات التجوية الطبيعية التي تعري وتفتت المعادن الموجودة ضمن الهضاب وصخور المصدر القاعدية، ثم تقوم عوامل النقل المختلفة مثل الرياح والتيارات المائية النهرية بنقلها إلى مسافات بعيدة جدا من موضعها الأصلي في تلك الجبال إلى أماكن ترسيبية جديدة، لتستقر في النهاية على ضفاف الشواطئ وأمام سواحل الدلتات وعند المصبات النهرية وغيرها.

وعند وصول هذه المعادن إلى مصبات الأنهار والسواحل البحرية، تفرزها الأمواج والتيارات الساحلية وأحيانا الرياح، وتصنفها طبيعيا وفقا لثقلها وكثافتها النوعية، كما تعيد نقلها وترسيبها إلى أماكن ساحلية جديدة، حيث تترسب المعادن الثقيلة على ضفاف الشواطئ، في حين تنقل أنواع المعادن الأخرى الخفيفة مع الأمواج المرتدة إلى داخل البحر.

وتتميز الرمال السوداء بقيمة اقتصادية وتعدينية كبيرة، بسبب ثرائها بالمعادن الاقتصادية والعناصر المعدنية النادرة. وعلى سبيل المثال فإن معدن الألمنيت يعد مصدراً لإنتاج معدن التيتانيوم الذي يستخدم في صناعة هياكل الطائرات والصواريخ، كما يعد معدن الماغنتيت مصدرا لخامات الحديد، في حين يستغل الروتيل كخام أساسي في صناعة البويات والأصباغ ومواد اللحام، ويستغل الزيركون في عمليات تزجيج السيراميك، والغارنت في صناعة مواد الصنفرة، أما المونازيت فيحتوي على بعض العناصر الأرضية النادرة التي تستخدم على نطاق واسع في صناعة الإلكترونيات، كما يعد مصدرا لعنصر الثوريوم المشع.

وتعتبر مصر والسعودية واليمن وسلطنة عمان والمغرب أكثر الدول العربية ثراء بالرمال السوداء، حيث يتكرر ظهور رواسب هذه الرمال في عدة مناطق ساحلية من البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر وخليج عمان وبحر العرب، وإن حظيت مصر بكميات وافرة من هذه الرمال، لاسيما على شواطئ الدلتا.

وفضلا عن رمال الشواطئ السوداء المتاخمة للجبال أو القريبة من مصبات الأنهار، فإن المعادن الاقتصادية الثقيلة قد توجد بكثافة وبتراكيز عالية مختلطة، سواء مع رمال الكثبان الرملية الساحلية القريبة من الشواطئ أم مع الرواسب الرملية البحرية الموجودة على القاع في المناطق المائية الضحلة نسبيا داخل البحار.

العقد والمركبات متعددة المعادن

بعيدا عن الرمال السوداء والمناطق المائية الضحلة فإن المعادن قد توجد على القاع وفي أعماق البحار في أكثر من هيئة وشكل. وبصفة عامة فإن المعادن الاقتصادية الموجودة في قيعان البحار والمحيطات يمكن تقسيمها من حيث نمط تكونها والأعماق التي توجد عليها إلى نوعين رئيسيين: النوع الأول يضم الكبريتيدات عديدة المعادن الغنية بالمعادن الفلزية الثمينة مثل النحاس والزنك والذهب والفضة، وهي عادة ما توجد في هيئة رواسب حول المنافذ المائية الحارة Hydrothermal Vents والمداخن السوداء Black Smokers الكثيرة المنتشرة في قاع المحيط.

وهذه المركبات تتكون عندما تندفع المواد البركانية الغنية بالمركبات الكبريتية والمعدنية الثمينة من المنافذ المائية الحارة والمداخن القاعية إلى الخارج، ولدى ملامسة

تحتوي البحار والمحيطات على معظم المعادن التقليدية الكائنة في باطن الجبال، وتتميز الثروات المعدنية الموجودة في سواحلها وقيعانها بالوفرة والقيمة الاقتصادية الكبيرة

هذه المواد للمياه الأقل في درجة الحرارة تتكثف وتترسب في صورة مركبات كبريتية غنية بمعادن الزنك والنحاس والفضة والذهب والرصاص، وبقدر يزيد بأكثر من عشرة أضعاف عن الرسوبيات المماثلة الموجودة على اليابسة. وتوجد هذه المركبات على أعماق كبيرة تبلغ 3000 متر، بالقرب من الشقوق الطولية الموجودة في الأجزاء الوسطى من معظم المحيطات وأماكن تصادم الطبقات التكتونية والأقواس البركانية.

أما النوع الثاني من الرواسب المعدنية البحرية فيضم المعادن المتشكلة في هيئة عقد أو كريات صغيرة في حجم حبة البطاطا ملتصقة مع بعضها بعضا، وهي تسمى بالعقد متعددة المعادن Polymetallic Nodules، وإن كان أكثرها انتشارا وشيوعا عقد الحديد والمنغنيز Ferromanganese Nodules. وهذه يمكن أن توجد على أعماق كبيرة تتراوح بين 400 إلى 5000 متر تحت سطح الماء.

وتحتوي الكريات عديدة المعادن على مجموعة متنوعة من المعادن، وليس فقط المنغنيز والحديد، مثل النحاس والنيكل والكوبالت والرصاص والزنك، فضلا عن تراكيز صغيرة لكنها مهمة من الموليبدينيوم والليثيوم والتيتانيوم والنيوبيوم وعناصر معدنية أخرى. وهي عادة ما توجد على أعماق كبيرة تتراوح بين 3500 و5500 متر في شرقي المحيط الهادي والجزء الأوسط من المحيط الهندي، والمناطق الاقتصادية الخالصة لجزر كوك وكيريباتي وبولينيزيا الفرنسية.

رواسب الأغوار فائقة الملوحة

تمثل الأغوار الحارة فائقة الملوحة Hot Brines Deeps الموجودة في قيعان بعض البحار، لاسيما في الأماكن القريبة من الشقوق البركانية في وسط المحيطات، حالة خاصة وظاهرة بحرية فريدة ومهمة في الوقت نفسه؛ نظرا إلى ندرتها ودورها في إنتاج العناصر المعدنية النادرة والمهمة اقتصاديا.

وهذه الأغوار توجد على أعماق كبيرة تحت سطح البحار، وتتشكل في هيئة بحيرات قاعية ساخنة قد تصل درجة حرارة المياه فيها إلى 60 درجة سيليزية، ونسبة الملوحة إلى عشرة أضعاف درجة الملوحة العادية.

كما تتميز هذه الأغوار بغناها بالعناصر المعدنية الثقيلة لاسيما الحديد والمنغنيز والنحاس والزنك، حيث تصل تراكيز هذه العناصر إلى 1000 ضعف التراكيز المعروفة في بقية البحار والمحيطات الأخرى، وهو ما يعكس غنى رسوبيات القاع الموجودة في هذه الأغوار بالمحتوى المعدني نفسه.

وعلى الرغم من وجود هذه الأغوار في أكثر من موقع عبر بحار العالم ومحيطاته، فإن الأغوار الموجودة في منتصف البحر الأحمر لا يوجد لها مثيل، نظرا لثرائها اللافت بالمحتوى المعدني وارتفاع ملوحتها بشكل فائق.

وتوجد أغوار البحر الأحمر فائقة الملوحة في أكثر من موقع على أعماق سحيقة ما بين 1000 إلى 2000 متر بطول البحر من الشمال إلى الجنوب، لكن أشهر هذه الأغوار وأكثرها ثراء بالرواسب المعدنية هي الأغوار الموجودة في الجزء الأوسط المركزي، لاسيما تلك المعروفة باسم ديسكفري وأتلانتيس وتشين، وجميعها تقع في المياه البحرية الإقليمية المشتركة بين حدود السعودية والسودان، لذا فإن حق استغلالها الاقتصادي - وفقا لقانون البحار الدولي - يقتصر على هاتين الدولتين.

ويعد أتلانتيس أشهر هذه الأغوار؛ نظرا لامتداده على مساحة كبيرة تبلغ نحو 60 كيلومترا مربعا، ونظرا إلى تميزه عن باقي الأغوار من حيث حجم المحتوى المعدني وأنواع المعادن الموجودة فيه. وتظهر نتائج الدراسات أن رواسب هذا الغور تحتوي على كميات كبيرة من الخامات والمعادن الفلزية تقدر بنحو 97 مليون طن، تبلغ قيمتها السوقية نحو 2.5 بليون دولار، وهذا إذا ما تم استخراج هذه الرواسب والاستفادة منها اقتصاديا.

ونظرا إلى ثراء هذه الأغوار بالمحتوى المعدني وإمكاناتها الاقتصادية الواعدة، فقد اتفقت كل من السعودية والسودان في عام 1974 على إنشاء ما يعرف باسم (الهيئة السعودية السودانية لاستغلال ثروات البحر الأحمر)، بهدف التعاون والتنسيق المشترك من أجل استغلال الثروة المعدنية الكامنة في تلك الأغوار.

وأثمرت جهود هذه الهيئة إصدار أول رخصة تعدين في عام 2010 لاستغلال الثروات الفلزية الكامنة من ذهب وفضة ونحاس وزنك وغيرها من المعادن الموجودة في منطقة غور أتلانتيس. ولا يتبقى بعد هذا سوى بدء عجلة استخراج وإنتاج هذه المعادن، ومن ثم استغلالها على النحو الأمثل في التطبيقات الصناعية المختلفة.

التعدين في الفضاء

جهود عالمية لاقتناص المعادن النادرة

د. محمد سيد علي حسن
باحث في علوم الفضاء، خبير سابق في الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء (جاكسا)، (اليابان)

لم يكن تصريح عدد من علماء الفلك، ومنهم الأمريكي الشهير نيل تاسون المختص بالفيزياء الفلكية، في أن أول تريليونير في التاريخ الإنساني سيكون هو أول من يستثمر في التعدين الفضائي ضربا من الخيال أو مجرد حلم في المنام. وأميل شخصيا نحو هذا الرأي؛ لأن القيمة المادية المحتملة للتعدين في الفضاء تقدر بأكثر من 100 تريليون (مليون مليون) دولار أمريكي، في حين تبلغ القيمة المادية لقطاع التعدين على الأرض نحو 1.7 تريليون دولار. وأكثر الأجرام السماوية احتمالا للتعدين في المستقبل هي الكويكبات التي يوجد منها الملايين في مجموعتنا الشمسية، بأنواع متعددة وأحجام مختلفة تتفاوت أقطارها تفاوتًا كبيرًا بين نحو 1000 كم، مثل كويكب سيريس، ومئات الأمتار، مثل كويكبات إيتوكاوا وريوغو وبينو.

وتصنف الكويكبات بصورة عامة إلى أنواع مختلفة وفق خصائصها الجيولوجية التي يمكن تحديدها طبقا للطيف المنبعث منها. ومعظم الكويكبات تندرج تحت واحد من ثلاثة أنواع هي: كويكبات من النوع إس الصخري الغني بالسليكون؛ وكويكبات من النوع سي الغني بالكربون وربما الماء أكثر العناصر أهمية للحياة؛ والنوع الأخير هو كويكبات إم الغنية بالمعادن ومن بينها البلاتين أو البلاتينيوم والذهب والمعادن الأرضية النادرة (مجموعة من 17 عنصرا كيميائيا في الجدول الدوري، وهي السكانديوم والإتريوم و15 من اللانثانيدات).

يعتقد العلماء أن أصل عدد كبير من تلك الكويكبات يعود إلى بقايا متشظية من الكواكب المصغرة، وهي أجرام تشكلت في بداية عمر الشمس عندما كانت سديما لكنها لم تحصل على الفرصة لتكبر كما الكواكب الأخرى. ومعظم الكويكبات المعروفة حاليا قابعة في ما يسمى بحزام الكويكبات بين المريخ والمشتري، وثمة أعداد معتبرة من الكويكبات الأخرى تدور في مدارات حول باقي كواكب المجموعة الشمسية منها الكويكبات القريبة من الأرض.

ويقدر بعض العلماء القيمة التعدينية لبعض الكويكبات بمبالغ تتراوح ما بين مئات الملايين من الدولارات إلى مئات الكوينتيليونات (مليون تريليون) من الدولارات. ومن أمثلة ذلك كويكب بينو الذي تقدر قيمته المادية بنحو 669 مليون دولار، وكويكب ريوغو الذي تقدر قيمته بنحو 82 بليون دولار، وكويكب دافيدا الذي تقدر قيمته بنحو 100 تريليون دولار، وكويكب سايكي الذي يقدر البعض قيمته المادية بنحو 700 كوينتيليون دولار.

الكويكب سايكي

قدرت القيمة المادية لكويكب سايكي بهذا المبلغ الهائل لاحتوائه على كميات ضخمة من البلاتين والذهب والنيكل والحديد. ويعتقد العلماء أن سايكي كان في البداية كوكبا، لكن لظروف ما فقد قشرته الصخرية وتبقّى فقط قلبه (النواة) الذي تمثل المعادن منه ما يعادل 95%. وسايكي هو أحد الكويكبات العشرة الكبيرة في حزام الكويكبات، ويبلغ قطره أكبر من 200 كم، وكتلته أقل بقليل من 1% من كتلة الحزام بكامله، وهو أكبر كويكبات النوع أم الغنية بالمعادن.

وتخطط وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) لإطلاق مركبة فضائية في 2022 لدراسة ذلك الكويكب الثمين. وستدور

رسوم: LYNETTE COOK / SCIENCE PHOTO LIBRARY

القيمة المادية المحتملة للتعدين في الفضاء تقدر بأكثر من 100 تريليون دولار، في حين تبلغ القيمة المادية لقطاع التعدين على الأرض نحو 1.7 تريليون دولار

تلك المركبة غير المأهولة حوله لأنه الجرم الوحيد المكتشف حتى الآن والمكون فقط من نواة. وستستمر مدة الدوران ستة أشهر من أجل دراسة طبوغرافيته وخصائصه السطحية وجاذبيته ومغناطيسيته وبعض الخصائص الأخرى.

ولكي يتحقق الهدف المنشود، ونتمكن في يوم من الأيام من القيام بالتعدين الفضائي فلابد من اكتساب الخبرة اللازمة من خلال محاولات ناجحة للهبوط على الكويكبات والعودة منها إلى الأرض ببعض خاماتها. ومن أجل هذا الهدف نحتاج أن نرسل مركبات أو مسابير فضائية في رحلات طويلة قد تستغرق عدة سنوات إلى عدد من تلك الكويكبات، وهبوطها بنفسها أو إنزال مختبرات صغيرة بعد انفصالها من المركبات الفضائية الحاملة لها على هيئة مجسات غير متحركة أو عربات (روفرات) فضائية متحركة على سطوح تلك الكويكبات. وبعد انتهاء تلك المختبرات الصغيرة من إجراء الفحوص المطلوبة على سطوح تلك الأجرام السماوية فإنها ترسل نتائج الاختبارات إلى المركبات الفضائية الأم القريبة وكذلك بعض العينات، ومن ثم تعيد المركبات الفضائية إرسالها مرة أخرى إلى كوكب الأرض الذي يبعد ملايين الكيلومترات.

ولا تخلو تلك النوعية من الرحلات الفضائية من صعوبات وتعقيدات من النواحي الهندسية والتقنية؛ لأن تلك الأجسام الصغيرة التي ربما لا يتجاوز أطول أبعادها في بعض الحالات كيلومترا واحدا وبجاذبية تكاد تكون منعدمة يعتبر تحديا شديد الصعوبة مقارنة بالرحلات السابقة إلى المريخ والقمر على سبيل المثال. وفي كل تاريخ ذلك النوع من الرحلات الفضائية الصعبة، نجحت حتى الآن رحلتان في الهبوط على كويكبات وأخذ عينات منها، وهما رحلة المركبة الفضائية اليابانية هيابوسا Hayabusa 1 إلى الكويكب إيتوكاوا ونجاح هبوطها عليه وأخذ عينة منه والعودة بها إلى الأرض عام 2010، ورحلة المركبة الفضائية اليابانية أيضًا هيابوسا 2 إلى الكويكب ريوغو ونجاح هبوطها عليه مؤخراً مرتين في الأشهر الماضية وأخذ عينات منه. وهي حاليًا في طريقها للعودة بتلك العينات إلى الأرض لتصل في أواخر 2020. وهناك مركبة أمريكية ثالثة قد تهبط علي كويكب يسمى بنيو خلال الأشهر المقبلة لتتلقط ما بين 50 غراما وكيلوغرامين من تربة الكويكب لتعود بها إلى الأرض عام 2023. وسنتناول فيما يأتي رحلات المركبات الثلاث.

1- المسبار هيابوسا 1

أطلقت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء (جاكسا) المسبار هيابوسا 1 من مركز أوتشينورا الفضائي في محافظة كاجوشيما اليابانية في مايو 2003 بواسطة الصاروخ الياباني أم 5، للوصول والهبوط على سطح كويكب صخري صغير أسمه إيتوكاوا (النوع إس). يشبه الكويكب إيتوكاوا حبة البطاطا، ويبلغ طوله 535 مترا وعرضه 294 مترا وارتفاعه 209 أمتار، وهو يدور حول محوره في 12 ساعة وتسع دقائق، ويدور كل 556 يوما دورة كاملة حول الشمس في مدار إهليلجي، وبمتوسط سرعة مقدارها 91 ألف كيلومتر في الساعة. وأطلق عليه هذا الاسم تكريما لعالم الصواريخ الياباني هيديو إيتوكاوا.

كان الغرض الأساسي من هذه المهمة غير المأهولة هو إنزال المركبة الفضائية هيابوسا 1 بنفسها (وليس مجساً كما حدث مؤخراً في حالة مركبة الفضاء الأوروبية روزيتا عندما هبطت على المذنب 67ب) على سطح الكويكب إيتوكاوا لجمع بعض العينات الصخرية من سطح الكويكب وإعادتها إلى الأرض لإجراء البحوث عليها في المختبرات، وإجراء بعض الاختبارات على سطح الكويكب بواسطة الأجهزة العلمية المحمولة على المركبة الفضائية، إضافة إلى مهام أخرى كاختبار قدرات المحركات الأيونية، وقدرتها على المناورة وتغيير المسار، وتطوير نظم أخرى.

بعد السفر في الفضاء، ومع التشغيل المتواصل تقريباً للمحركات الأيونية المثبتة على المركبة الفضائية هيابوسا 1 وإنجاز عملية تعديل المسار وزيادة سرعة المركبة في 19 مارس 2004، باستخدام المحركات الأيونية وبمساعدة جاذبية الأرض، وصلت المركبة هيابوسا 1 إلى ارتفاع 20 كيلومترا من الكويكب إيتوكاوا لتبدأ التحليق فوقه وهو على بعد 300 مليون كيلومتر من الأرض في 12 سبتمبر 2005. وكانت جاذبية إيتوكاوا لا تكفي لأن تكون المركبة الفضائية هيابوسا تابعة له، فبقيت على هذا الارتفاع تزامل إيتوكاوا في الدوران حول الشمس. وبعد فترة استطلاع للكويكب وتصوير سطحه بدقة تبلغ مترا واحدا، وبعد مناورة ناجحة تحولت المركبة هيابوسا 1 في 30 سبتمبر 2005 إلى ارتفاع نحو سبعة كيلومترات من سطح الكويكب لإجراء مراقبة أكثر دقة لسطحه وتضاريسه. وتمكنت المركبة من تحديد حجمه ومقاييسه، وعينت متوسط كثافته بنحو 1.95 غرام/سنتيمتر مكعب بدقة قدرها ± 0.14 غرام/سنتيمتر مكعب.

وخلال الفترة من 8 إلى 28 أكتوبر 2005 أجرت المركبة عدة رحلات لذلك الكويكب بارتفاعات مختلفة وبزوايا طور متباينة، لتحديد مكان الهبوط المناسب للمركبة، والمناطق القطبية له. وتم اختيار موقع هبوط مناسب سهل التضاريس يسمى بحر موزيز على سطح إيتوكاوا لإنزال المركبة عليه وأخذ العينات الصخرية المطلوبة، ثم الإقلاع بها إلى الفضاء من جديد. ولأن عملية وصول الأوامر من مركز

القيمة المادية لكويكب سايكي تقدر بمبلغ 700 كوينتيليون (مليون تريليون) دولار لاحتوائه على كميات ضخمة من البلاتين والذهب والنيكل والحديد

التحكم والسيطرة الأرضي إلى المركبة تستغرق نحو نصف ساعة، فقد زودت بجهاز قيادة آلي ذكي قادر على اتخاذ القرارات المناسبة تلقائيًا للتحكم في المركبة لمواجهة أي سيناريو محتمل أثناء عملية الهبوط على الكويكب.

وفي 19 نوفمبر 2005 أجرت المركبة عملية هبوط ناجحة على سطح إيتوكاوا لمدة 30 دقيقة، لكنها لم تفلح في تشغيل جهاز مصمم لجمع العينات الصخرية من سطحه. وفي 25 نوفمبر 2005، نجحت المركبة في الهبوط برفق على سطحه وجمع عينات صخرية من تربته ووضعها بداخل كبسولة ملحقة بها. ثم أقلعت إلى الفضاء تاركة سطح الكويكب للاستعداد لرحلة العودة الطويلة إلى الأرض التي استغرقت أربع سنوات ونصف.

وفي 13 يونيو عام 2010 عادت هيابوسا 1 إلى الأرض سالمة بعد قضاء نحو سبعة أعوام وشهرين في الفضاء، قطعت خلالها ستة بلايين كيلومتر عبر الفضاء، وأطلقت كبسولة العينات المحمية حرارياً بنظام حماية حراري مصنوع من المواد الكربون-الكربون المركبة إلى داخل الأرض، ثم هبطت في صحراء وومیرا الأسترالية. وبذلك تكون رحلة تلك المركبة إلى ذلك الكويكب أول وآخر محاولة ناجحة في تاريخ البشرية للهبوط على سطح كويكب والعودة بعينات صخرية منه إلى الأرض.

2- المسبار هيابوسا 2

في الثالث من ديسمبر عام 2014 أطلقت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء (جاكسا) المركبة الفضائية الثانية لها للهبوط على كويكب، وحملت اسم هيابوسا 2. وجرت عملية الإطلاق بنجاح من مركز تانيجاشيما الفضائي في محافظة كاجوشيما اليابانية بواسطة الصاروخ الياباني أتش2-أ للوصول إلى كويكب صغير اسمه ريوغو، من النوع سي الغني بالمركبات الكربونية، والذي يبلغ طول متوسط قطره نحو 865 متراً. والهدف الأساسي من تلك البعثة غير المأهولة كان إنزال تلك المركبة برفق على سطح الكويكب ثلاث مرات في مناطق مختلفة لجمع ثلاث عينات من سطحه، وجلبها إلى الأرض لإجراء البحوث عليها في المختبرات. وخلال أخذ إحدى العينات ستُنزِل المركبة عبوة ناسفة منها تجاه الكويكب لتنفجر قبل الوصول إلى سطحه بمسافة كافية، مطلقة قذيفة معدنية لحفر جزء من سطحه وتمهيده قبل هبوط المركبة عليه لأخذ عينات منه غير سطحية. وهذه المركبة مكملة لرحلة هيابوسا 1، وهدفها هو البناء على نتائج الرحلة الأولى من خلال استهداف كويكب آخر وتجاوز نقاط الضعف في الرحلة الأولى. واستخدمت المركبة محركات أيونية حديثة للدفع الفضائي أكثر قوة بنحو 20% من سابقتها، كما استخدمت تكنولوجيا أكثر تطوراً للملاحة والتوجيه وهوائيات وأنظمة تحكم جديدة. ووصلت المركبة إلى ريوغو في 27 يونيو 2018، ومسحت سطحه مدة عام ونصف لدراسته قبل أن تهبط عليه بنجاح مرتين: الأولى في 22 فبراير 2019 والأخرى في 11 يوليو 2019، وحصلت على عينات من تربته إحداها عينات تحت سطحية. ثم غادرت المركبة الكويكب في 19 نوفمبر 2019 متجهة نحو الأرض مع العينات التي جمعتها. ويتوقع أن تصل إلى مدار الأرض في أواخر 2020 لتقذف الكبسولة التي تحمل العينات إلى داخل الأرض مخترقة المجال الجوي، ومن ثم تهبط بمظلة في صحراء وومیرا جنوبي أستراليا.

3- المسبار أوزوريس - ركس

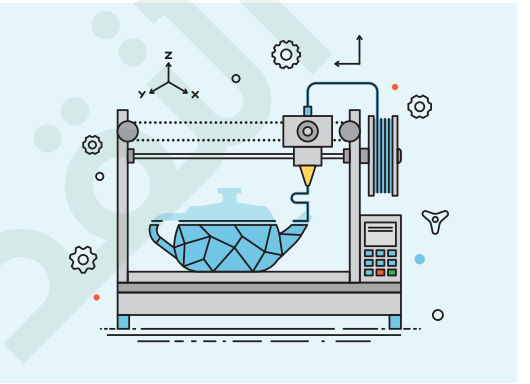
على الجانب الآخر من المحيط الأطلسي أطلقت الإدارة الأمريكية الوطنية للملاحة الفضائية والفضاء (ناسا) مركبتها الفضائية أوزوريس -ركس في 8 سبتمبر 2016 لكي تزور كويكب بينو، وهو أحد الكويكبات الكربونية الصغيرة القريبة من الأرض، وتلتقط عينات من تربته يبغ وزنها كيلوغرامين دون هبوط المركبة على الكويكب، وذلك عن طريق استخدام ذراع آلية طويلة مثبتة في المركبة بعد اقترابها بشكل كاف من الكويكب. ومن ثم ستجلب المركبة تلك العينات إلى الأرض لإجراء البحوث عليها. وقد وصلت المركبة إلى محيط بينو في 3 ديسمبر 2018 الماضي، وبدأت بتحليل سطحه لتحديد منطقة العينة المستهدفة التي ستأخذها خلال الأشهر القليلة المقبلة. وفي 12 ديسمبر 2019 أعلنت (ناسا) عن نقطة الهبوط المختارة المعروفة باسم العندليب أو الهزار. ويتوقع أن تعود المركبة بعينتها إلى الأرض في 24 سبتمبر 2023 لدراستها وتحليلها، بهدف فهم طبيعتها وكيفية توزيع مكوناتها المعدنية والعضوية.

وبتنفيذ تلك الرحلات الفضائية والتغلب على تحدياتها الفنية الكبيرة يتوقع العلماء تعزيز معرفتهم من خلال العينات الملتقطة من الكويكبات والمذنبات أو المختبرة على سطوحها عن الفترة التي سبقت ولادة النظام الشمسي وتطوره، وعن المراحل الأولية لتشكل الكواكب، وتحديد مصادر المياه والمركبات العضوية التي أدت إلى تشكل الحياة على كوكب الأرض. إضافة إلى ذلك، هناك هدف آخر وهو اقتصادي بحت يتمثل في اكتساب الخبرات المطلوبة لبدء عمليات التعدين الفضائي في المستقبل، ولاسيما على الكويكبات. فمن يا ترى سيكون أول تريليونير في التاريخ؟!

التصنيع التجميعي للمعادن

تطبيقات واعدة تواكب الثورة الرابعة

د. عمار الشغري
باحث في علم المواد بجامعة ماكغيل ، (كندا)



رسوم: SHUTTERSTOCK / ANILYANIK

منذ أن انطلقت الثورة الصناعية الرابعة وهي تسعى إلى تحقيق اختراقات كبيرة في جميع المجالات وإحداث تطورات هائلة فيها، ربما كان في مقدمتها زيادة القدرة التنافسية الاقتصادية من خلال دمج تقنيات الإنتاج الحديثة في تقنيات المعلومات الجديدة. ويعد التصنيع التجميعي Additive Manufacturing أحد العوامل الرئيسية التي تعزز تلك الثورة وتمكنها، إضافة إلى أمور أخرى كإنترنت الأشياء والحوسبة السحابية.

وحاليا، تبرز أهمية التصنيع التجميعي للمعادن في العمليات الصناعية المتنوعة، لاسيما في بناء التصاميم والنماذج المعقدة، وخفض وزن القطع، وإنتاج النماذج الأولية السريعة Rapid prototyping، مع أنه يستخدم أيضا لتشكيل مواد أخرى كالبلاستيك أو البوليمرات.

التصنيع التجميعي للمعادن

يتضمن التصنيع التجميعي، المعروف أيضًا بالطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing ، دمج المواد لبناء نماذج وتصاميم رقمية ثلاثية الأبعاد. وبدأ هذا النوع من التصنيع يستخدم بدلا من طرق الصناعة التقليدية، كالسباكة والطحن والخراطة، لتصنيع قطع مختلفة في مجالات الطيران والمواصلات والصناعات البحرية والفضاء والطب الحيوي؛ نظرا لقدرته الكبيرة على تصنيع معادن ذات خصائص مميزة وبدقة عالية خلال مدة قصيرة وبكلفة متدنية مقارنة بطرق الصناعة التقليدية.

وهنالك طرائق عدة تتضمنها الطباعة ثلاثية الأبعاد للمعادن، من أبرزها انصهار طبقة المسحوق Powder Bed Fusion التي يتم من خلالها دمج كل طبقة فوق الأخرى من مسحوق المعادن بطريقة انتقائية باستخدام مصدر طاقة مثل ليزر أو حزمة إلكترونات. وفي تلك العملية تقوم أسطوانة متحركة، على سبيل المثال، بفرش مسحوق المعدن في البداية، ثم يصهر الليزر أجزاء من طبقة المسحوق، وبعد ذلك تفرِش الأسطوانة طبقةً أخرى وهكذا. وتتراوح سماكة الطبقة الواحدة بين 20 و30 ميكرونا (الميكرون جزء من ألف جزء من المليمتر) وهو ما يعكس الدقة العالية لهذه التقنية في تصنيع التصاميم المعقدة.

وقد تتكون مادة المسحوق من معدن واحد أو من خليط من المعادن، ما ينتج عنه تنوع في خصائص القطع المعدنية الناتجة. والمعادن المتاحة حاليًا كثيرة، وتتراوح من التيتانيوم والألمنيوم والنيكل إلى الفولاذ المقاوم للصدأ، وهي تشهد تزايدا كبيرا. وهذه التقنية تستخدم لتصنيع الأجزاء المعدنية الصغيرة نسبيا والمعقدة، وتستهلك طاقة أقل مقارنة بالصناعات التقليدية الأخرى؛ نظرا لعدم اعتمادها على أدوات التصنيع أو قوالبه.

تركيبات الأسنان

هنالك أمثلة كثيرة على تطبيقات هذه التقنية، منها إنتاج إحدى شركات التصنيع التجميعي لتعويضات الأسنان في كندا هياكل معدنية لتركيبات الأسنان الجزئية المتحركة باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد. تقليديا، كان تصنيع هذه الهياكل المعدنية يجري باستخدام تقنية الصب. وهي عملية يدوية شاقة تتضمن صهر المعدن وصبه في قوالب معينة. وبسبب تعقيدها ، تتأثر هذه التقنية بشدة بمهارة فني الأسنان ودقته، إضافة إلى استغراقها مدة طويلة وكلفتها الكبيرة.

وهنا تبرز الفائدة الكبيرة للطباعة ثلاثية الأبعاد للمعادن التي أحدثت فارقا كبيرا في مجال تعويضات الأسنان. فباستخدام هذه الطباعة يجرى تصوير ثلاثي الأبعاد لفك المريض، ويستخدم الحاسوب لتصميم الهيكل المعدني، ثم يصنَّع من مسحوق المعدن باستخدام الليزر في طابعة ثلاثية

أهمية التصنيع التجميعي للمعادن تبرز في العمليات الصناعية المتنوعة، لاسيما في بناء التصاميم والنماذج المعقدة، وخفض وزن القطع، وإنتاج النماذج الأولية السريعة

الأبعاد. والمسحوق المعدني لهياكل التركيبات يتكون غالبا من خليطي الكوبالت والكروم إضافة إلى معادن أخرى كالموليبدينوم والمنغنيز والحديد والتنغستن . ويتراوح قطر جسيمات الخليط بين 6 و22 ميكرونا في حين تكون سماكة كل طبقة أثناء البناء نحو 30 ميكرونا.

وقد أجريت اختبارات لمعرفة الخصائص الميكانيكية للهياكل المعدنية المصنعة تجميعيا، فتبين أنها أكثر مقاومة وصلادة من تلك المصنعة بالطريقة التقليدية. وهكذا شهد مختبر تعويضات الأسنان التقليدي تطورا لافتا من إنتاج عدة تركيبات يوميا لكي يصبح خلال عدة أشهر منتجا لعشرات التركيبات في اليوم الواحد، وبجودة أعلى، بفضل اعتماده على التصنيع التجميعي للهياكل المعدنية.

المفاصل الصناعية

في مجال العظام بدأ التصنيع التجميعي بالاستعاضة عن طرق الصب التقليدية لإنتاج مفاصل الورك الصناعية، المستخدمة في عملية استبدال مفصل الورك الجراحية، نظرا لقدرته على بناء زرعات معدنية مسامية معقدة، وهو ما يحسن التوافق الحيوي للزرعة مع جسم الإنسان ويساعد لاحقا على نمو العظام. وتعتبر خاصية التدرج الوظيفي للمواد Functionally graded materials من أهم الخصائص التي يوفرها التصنيع التجميعي لهياكل الزرعات المسامية المعدنية. فمن خلاله يمكن التحكم في مسامية الزرعة ليتلاءم معامل مرونتها مع قساوة العظم القشري الخارجي، التي تبلغ 18 غيغاباسكال من جهة، ومع ليونة العظم الداخلي الأسفنجي التي تقل عن 1 غيغاباسكال من جهة أخرى. وهذا بدوره يساعد على الحد من تآكل العظم الذي قد تسببه الزرعات التقليدية.

وقد تمكن علماء في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا California Institute of Technology في عام 2018 من تعديل تكنولوجيا التصنيع التجميعي لطباعة هياكل نانوية معدنية يقل حجمها عن 50 ميكرونا (تقريبا أصغر من نصف قطر شعرة الرأس) مما يفتح الباب أمام استخدام هذه التكنولوجيا في صناعة أجزاء متناهية في الصغر لخدمة تطبيقات الطب الحيوي والدارات المنطقية للحاسوب.

في الطيران والفضاء

في مجال الطيران استخدم التصنيع التجميعي في مجالات عدة، منها تخفيض وزن أحد حوامل محرك طائرة بنسبة 70% في مسابقة طرحتها شركة جنرال إلكتريك عام 2013. وتعود ميزة تخفيض الوزن إلى قدرة التصنيع التجميعي على دمج عدة أجزاء مختلفة في قطعة واحدة بخطوة واحدة ما يقلل متطلبات التجميع. ومن مزايا التصنيع التجميعي أنه يقلل الهدر في المواد إلى حد كبير جدا. ويمكن توضيح ذلك بما يسمى نسبة الشراء إلى الطيران But-to-Fly ratio، فهذه النسبة تمثل وزن المواد الأولية الداخلة في التصنيع إلى وزن المنتج النهائي. ففيما يخص عمليات التصنيع التقليدية، قد تبلغ نسبة الشراء إلى الطيران لمحرك طائرة ومكوناتها الهيكلية 10: 1 و20: 1 على التوالي. ويمكن خفض إحدى هاتين النسبتين لتبلغ 1 : 1 تقريبا باستخدام التصنيع التجميعي الذي يوفر إنتاج الشكل الصافي طبقة تلو أخرى بحسب المتطلبات، دون الحاجة إلى عمليات التصنيع التقليدية المختلفة مثل الصب و الصقل والحفر واللحام.

وفي مجال الفضاء، سمح التصنيع التجميعي لرواد الفضاء بصنع قطع غيار وأدوات معدنية أثناء وجودهم في الفضاء. فعلى سبيل المثال استخدم رواد الفضاء في الوكالة ناسا طابعة ثلاثية الأبعاد لصناعة مفاتيح ربط معدنية في محطة الفضاء الدولية. وتبرز أهمية التصنيع التجميعي في الفضاء من خلال تسهيل حياة رواد الفضاء، والحد من الحاجة إلى إرسال قطع غيار عن طريق بعثات قادمة من الأرض.

تحديات تقنية

ولرب سائل يتساءل: إذا كانت الطباعة ثلاثية الأبعاد للمعادن تتميز بطيف واسع من المزايا مقارنة بغيرها من الصناعات، فلماذا لم تنتشر بعد بصورة واسعة ؟

والإجابة عن ذلك لها جوانب عدة؛ فالأجزاء المعدنية المصنعة تجميعيا تحوي عادة ضغوطا داخلية متبقية ناتجة عن الحرارة بسبب الليزر الموضعي. لذا، يخضع العديد من الأجزاء المصنعة حاليًا للمعالجة الحرارية بعد بنائها. إضافة إلى ذلك، فإن بعض الأجزاء تحتاج إلى معالجة نهائية لسطوحها لتحقيق الجودة السطحية المطلوبة لبعض التطبيقات. وهناك أيضا حاجة لإزالة المواد الداعمة للبناء التي عادة ما تكون على شكل قاعدة هيكلية تبنى عليها القطعة المطلوبة بواسطة الليزر. وهذه العمليات المذكورة آنفا تسبب صعوبات إضافية تحد من انتشار هذه التقنية.

وأكثر الطرائق الواعدة لمواجهة هذه التحديات هي دمج التصنيع التجميعي في التصنيع الطرحي Subtractive Manufacturing خلال عملية تصنيع هجينة Hybrid Manufacturing تشمل في آن واحد كلتا العمليتين (أي توفر إضافة المواد وإزالتها في الوقت نفسه)، وهو ما يفتح الباب أمام مزيد من الفرص والابتكار لتطوير هذه التقنية وانتشارها وتعزيز حضورها في جميع المجالات.

تعدين الخامات النووية

استراتيجية عربية لتعزيز الأمن الاقتصادي

يتوقع عدد من المحللين أن يشهد العالم خلال العقود القليلة المقبلة نهاية عصر النفط وبداية عصر جديد يعتمد أساساً على الخامات النووية مثل اليورانيوم والثوريوم، مما يعني ضرورة إدخال الطاقة الذرية السلمية ضمن مزيج الطاقة، وتوفير متطلبات التنمية المستدامة حتى 2030. بلغ عدد مفاعلات الطاقة النووية العاملة في العالم حتى الآن 451 مفاعلا، إضافة إلى 55 مفاعلا قيد الإنشاء.

وتتوقع الوكالة الدولية للطاقة زيادة القدرة العالمية لتوليد الطاقة الكهربائية من 396غيغاواط لسنة 2018 لتصل إلى نحو 784غيغاواط بحلول سنة 2050، مما يعكس الضرورة الماسة للخامات النووية في المستقبل القريب والبعيد أيضاً.

د. عماد الدين حسن برعي
خبير ومشرف على قسم التقنيات النووية - الهيئة العربية للطاقة الذرية، (تونس)

أهمية اليورانيوم

يعتبر اليورانيوم من العناصر غير النادرة في الطبيعة؛ لأن نسبة وجوده تعادل تقريباً نسبة وجود معادن أخرى شائعة الاستخدام كالقصدير. ومنذ عام 2002 أصبح معظم إنتاج اليورانيوم في العالم، 99% منه، ينتج في 16 بلدا، في مقدمتها كازاخستان وكندا وأستراليا التي تنتج معاً نحو 50% من اليورانيوم عالمياً.

وهناك عدد محدود من الدول الأجنبية المتقدمة تكنولوجيا في هذا المجال، مثل الصين، تحتكر وتتحكم في معظم الصناعات الاقتصادية ذات المردود الاستثماري الكبير، في حين تعاني بعض الدول العربية مشكلة الإمكانات المحدودة لإنتاج وتصنيع النظائر المشعة والمركبات الصيدلانية المشعة المستخدمة في مجال تشخيص الأمراض وعلاجها، والتي تتطلب وجود مفاعلات نووية أو مسرعات أيونية، إضافة إلى عدم توفّر برامج ضمان الجودة.

جهود عربية

في المجالات الصناعية، تسعى الدول العربية إلى تطوير عمليات ضبط الجودة وضمان حسن التشغيل وسلامة المنشآت النووية وتحسين معدل الأداء والإنتاج في المنشآت الصناعية، مثل المنشآت النفطية والبتروكيميائية التي تعتمد على استخدام التقنيات النووية والإشعاعية في الاختبارات اللاإتلافية بشكل أساسي، والتي يمكن الكشف بها عن العيوب الموجودة في كل جزء من أجزاء المنتج، وتحديد طبيعة هذه العيوب وأسبابها خلال جميع مراحل الإنتاج وأثناء مرحلة الخدمة؛ تمهيداً لإيجاد الحلول المناسبة لإزالتها أو لتخفيض عددها دون إحداث أي تشويه أو تغيير في شكل تلك الأجزاء لغرض زيادة الإنتاجية وزيادة فترة الاستخدام و ضمان السلامة.

وفي هذا الشأن تسعى الدول العربية إلى وضع استراتيجية متكاملة وقابلة للتطبيق تتضمن الطرق

صورة: SHUTTERSTOCK / JOHN CARNEMOLLA

الخامات المختلفة لليورانيوم

التكنولوجية الحديثة لاستكشاف وإنتاج الخامات النووية بما يسهم في دعم الدول العربية للانضمام إلى مصاف الدول المتقدمة صناعيا.

صناعة التعدين

تمثل صناعة التعدين في الدول المتقدمة دعماً كبيراً للاقتصاد القومي؛ إذ توفر الخامات الأولية اللازمة للصناعات المحلية إضافة إلى توفيرها للعملات الصعبة. وتمتلك الدول العربية احتياطيات استراتيجية كبيرة من الخامات النووية مثل اليورانيوم والثوريوم إضافة إلى كنوز الرمال السوداء، وهي تعتبر المصدر الأساسي لكثير من المعادن والعناصر ذات الجدوى الاقتصادية الكبيرة، مثل التيتانيوم والزركونيوم والماغنيت فضلا عن المونازيت وهو (معدن مشع ومصدر إنتاج للعناصر الأرضية النادرة ومركباتها). والأراضي العربية غنية بالعديد من الخامات والرواسب المعدنية التي تتميز بتنوعها الكبير في الصحارى، غير أن هذه الخامات لم تستغل بالقدر الكافي بعد الذي يحقق أقصى عائد منها.

ومن أهم هذه الخامات وأكثرها في القيمة الاقتصادية خامات الحديد والذهب ومعادن الرمال السوداء والفوسفات والكولين والفحم والكوارتز. وتسعى الدول العربية إلى الاستفادة القصوى من جميع الخامات والمواد المعدنية الاقتصادية الموجودة فيها، والحد من تصديرها كمواد خام، والاستفادة منها اقتصاديا في كثير من الاستخدامات والتطبيقات السلمية للنظائر المشعة في مجالات الطب والصناعة والزراعة وغيرها، والتي قد تعود بالنفع الكبير على الدول العربية.

خامات اليورانيوم

تعتبر الخامات النووية التي تحتوي على اليورانيوم المصدر الرئيسي اللازم لدورة الوقود النووي. وعلى الرغم من المحاولات السابقة لاستكشاف الخامات النووية فإنه لم يتم إثبات وجودها في الكثير من الدول العربية بطريقة يمكن من خلالها استغلالها اقتصادياً. ومعظم التقديرات لتلك الاحتياطيات في البلاد العربية تكون تقريبية وغير مؤكدة. ونظراً للصعوبات البالغة في الحصول على اليورانيوم من الدول المنتجة، لذا لابد من التركيز على عمليات الاستكشاف وتقييم خامات اليورانيوم بطريقة مؤكدة، وتوفيرها للبدء بالبرامج النووية الوطنية والاستخدامات السلمية للطاقة الذرية.

صور: SHUTTERSTOCK

تسعى الدول العربية لوضع استراتيجية متكاملة تتضمن الطرق الحديثة لاستكشاف وإنتاج الخامات النووية بما يسهم في دعمها للانضمام إلى مصاف الدول المتقدمة صناعيا

ولقد اهتمت الهيئات والمنظمات الدولية المعنية بهذه المجالات، مثل الهيئة العربية للطاقة الذرية والوكالة الدولية للطاقة الذرية، بعقد الندوات والاجتماعات والدورات التدريبية وورش العمل، لمعرفة التطورات الجديدة والمتطلبات الدولية في مجال جيولوجيا الخامات النووية واستكشافها وطرق الاستخلاص ومعالجة المعادن النووية، وكذلك المتطلبات البيئية لاستخلاص الخامات النووية وإخراج المواقع الجيولوجية للخدمة.

ونشرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية العديد من الوثائق المهمة حول توزع مستودعات اليورانيوم في العالم، ومنها وثيقة نشرت عام 2016 تضمنت تحليلا إحصائياً للبيانات وخريطة رقمية حول توزيع اليورانيوم في العالم. تضمَّن الإصدار الأول من الخريطة 582 مستودع يورانيوم في العالم، في حين تضمَّن أحدث إصدار 2831 مستودعاً.

اقتصاديات تعدين اليورانيوم

تشكل اقتصاديات تعدين اليورانيوم قضايا مهمة في مجال الاقتصاد؛ إذ بلغ سعر كيلو اليورانيوم 300 دولار أمريكي سنة 2007 ثم تدنى إلى 41 دولارا سنة 2016، مما دفع بعض الدول المنتجة إلى إعادة دراسة الجدوى الاقتصادية لتعدين الخامات النووية. تستغرق عمليات الاستكشاف فترات طويلة تتراوح بين 10 إلى 15 عاما حتى يمكن تحديد الاحتياطيات المؤكدة في المنجم. ونظراً لعدم توافق طبقات الأرض في كثير من مستودعات اليورانيوم، فقد سعت الشركات المنتجة للخامات النووية إلى تكامل البيانات الجيولوجية والجيوفيزيائية والجيوكميائية لتحديد بصمة المستودع بدقة وتأكيد المخزون الاستراتيجي والمخزون المؤكد للخامات النووية، مما يعزز النواحي الاقتصادية لعمليات التنقيب والاستخلاص.

وسعياً إلى تقليل التكلفة العالية والوقت الطويل المستغرق أثناء استكشاف الخامات النووية، فقد أرست الوكالة الدولية للطاقة الذرية الأطر القانونية والبيئية اللازمة لمراحل الاستكشاف خلال بيئة اقتصادية ملائمة.

وعلى الصعيد الدولي، تتجه بعض الدول المصنعة للمفاعلات النووية إلى حل المشكلات المتراكمة الناتجة عن وجود كميات كبيرة من الوقود النووي المستنفد، سواء من خلال دورة الوقود النووي المغلقة أم المفتوحة. ومن هنا تسعى هذه الدول إلى تحديث استراتيجيتها بصورة متكاملة، بدءاً من عمليات الاستكشاف مروراً بابتكار الوسائل التكنولوجية الحديثة للتخلص الآمن من الوقود النووي المستنفد والنفايات المشعة بجميع مستوياتها.

واستحدثت بعض الدول المصنعة للتكنولوجيات النووية أجيالا جديدة من مفاعلات الطاقة النووية تستخدم كميات أقل من اليورانيوم بما في ذلك المفاعلات الصغيرة والمتوسطة الحجم، مما يساهم في حل الكثير من المعوقات البيئية المتعلقة بالتخلص الآمن من الوقود النووي المستنفد والنفايات المشعة. وتميزت الدراسات الصينية باستكمال الدراسات البيئية والاقتصادية لأكبر المناجم العالمية، ضمانا لأمن الإمدادات المحلية لمفاعلات الطاقة والمفاعلات البيئية المزمع تشييدها في عام 2050.

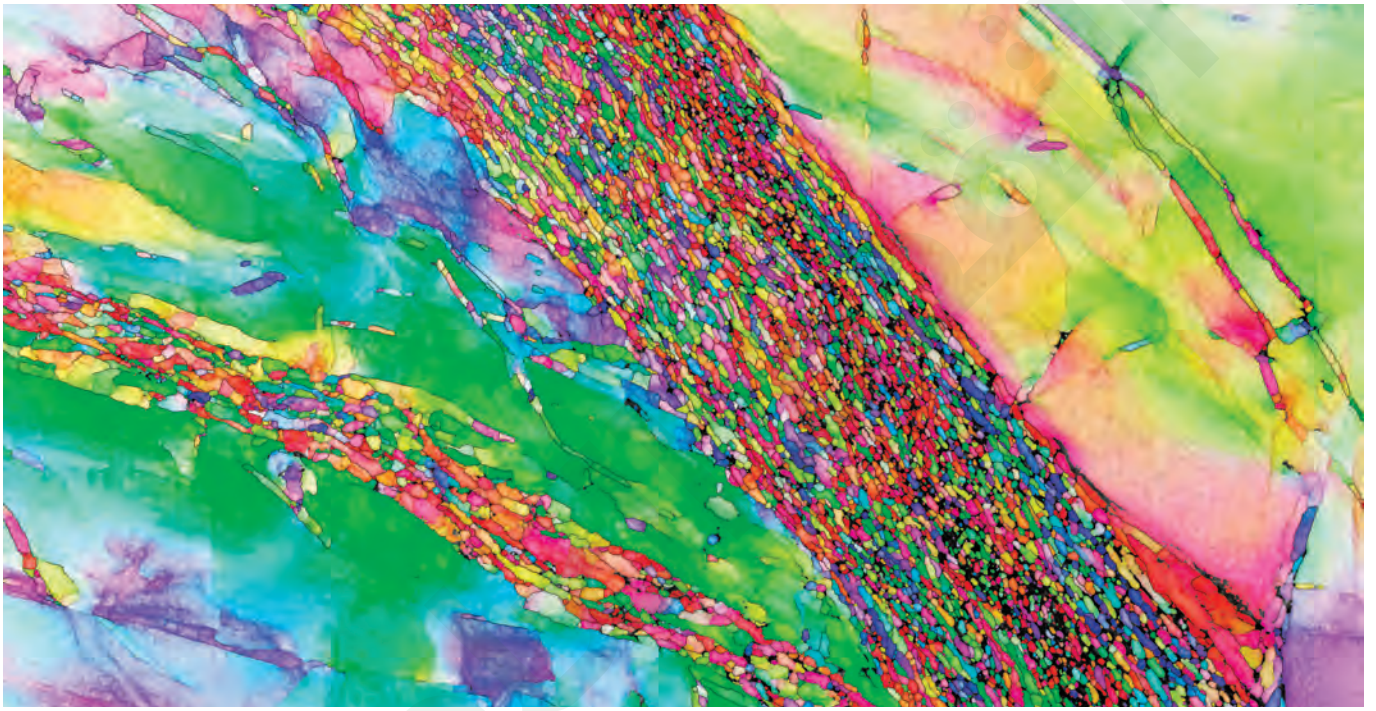
وفي ضوء المتغيرات الدولية الحالية والمستقبلية لابد من تجميع الخبرات العربية وتسخيرها للمساهمة في تعظيم الخامات النووية في الدول العربية، وذلك بتحديد إمكانات الدول العربية وما تم إنجازه لوضع خطط وطنية. ويجب العمل على إيجاد حلول تكاملية وآليات للتعاون وتبادل المعرفة ونقل التكنولوجيا بين الدول العربية، علما أن هناك العديد من الخبراء العرب المتخصصين في مجال الاستكشاف والاستخلاص والتنقيب عن العناصر النووية والعناصر الأرضية النادرة باستخدام الطرق التكنولوجية الحديثة. ومن هذا المنطلق؛ كان واجبا على أبناء الدول العربية أن يجتهدوا ويسعوا في هذا المجال حتى تنتقل الدول العربية إلى مصاف الدول المتقدمة.

اليورانيوم عربيا

على الصعيد العربي، تتجه بعض الدول العربية لمنع إهدار المواد الخام ومنع الاحتكار المحلي أو الدولي واستغلال مناجم ومحاجر الثروات المعدنية بشرط التصنيع المحلي، وبأفضلية الشركات الوطنية المتخصصة في مجال التعدين وتصنيع المواد الخام. ففي مصر أنشئت شركة متخصصة لاستغلال وإنتاج الخامات النووية ذات المردود الاقتصادي، واهتمت بفصل وتنقية العناصر الأرضية النادرة ذات المردود الاستثماري والاقتصادي الكبير. واستقطبت الأردن خبرات عالمية في مجال استكشاف واستخلاص وتنقية المعادن والعناصر من الخامات النووية، وأنشأت الشركة الأردنية لتعدين اليورانيوم (جومكو) بطاقة إنتاجية تبلغ 2000 طن سنوياً. وهناك محاولات متعددة في دول عربية أخرى، مثل الجزائر والسودان والسعودية، لوضع استراتيجيات وطنية في مجال استكشاف الخامات النووية. وتشير التقديرات المبدئية إلى أن احتياطي اليورانيوم في الجزائر يبلغ أكثر من 12.7 مليون طن في حين تستحوذ السعودية على 6% من الاحتياطي العالمي من اليورانيوم.

السبائك الفلزية والمتراكبات النانوية

تطبيقات ثورية لخدمة البشرية



أ.د. محمد شريف الاسكندراني
باحث علمي رئيسي في معهد الكويت للأبحاث العلمية، (الكويت)

على مدار العصور الماضية، تمرس علماء المواد ومهندسو إنتاج السبائك الفلزية على تخليق سبائك قوية ومتينة تتسم بخصائص جيدة، حتى قبل أن يدركوا ويتفهموا البنية الداخلية المهيمنة على تلك الخصائص. واقتصرت طرق إنتاج السبائك في الماضي على عملية تسخين وصهر العناصر المكونة للسبيكة، لضمان تفاعلها وذوبانها معا من أجل تكوين السبيكة المطلوب إنتاجها. وبعد الحصول على السبيكة تُخضَع لعدة أيام لإجراء عمليات ميتالورجية عليها، مثل المعالجات الحرارية والميكانيكية، من أجل تحسين خصائصها وزيادة قوتها، مما يضمن الحصول على منتج صلب ومتين يتحمل عمليات التشغيل المستقبلية.

السبائك الفلزية نانوية الحبيبات

إن تصغير مقاييس أبعاد الحبيبات الداخلية للمواد يؤدي إلى تحسين خصائصها المُختلفة، كالخصائص الميكانيكية المتمثلة في رفع مقاومة السبيكة ومتانتها، وزيادة صلادتها وقدرتها على تحمل الإجهادات الخارجية التي تتعرض لها أثناء عملية التشغيل. وأدت نتائج الأبحاث التي أُجريت في الثمانينات من القرن العشرين إلى تكثيف الأنشطة البحثية المتعلقة بدراسة السلوك والخصائص الميكانيكية للسبائك الفلزية نانوية البنية الحبيبية Nanocrystalline Metallic Alloys، وتخليق عائلات جديدة منها تتفوق في خصائصها الميكانيكية على نظيرتها من المواد التقليدية كبيرة الحبيبات.

وأظهرت نتائج الأبحاث أن المقاومة القصوى لإجهاد الشد Ultimate Tensile Strength التي تبديها، على سبيل المثال، سبيكة الحديد والنيكل تتضاعف نحو خمس مرات عند تصغير مقاييس أبعاد الحبيبات الداخلية للسبيكة. هذا في الوقت الذي تتضاعف فيه صلادتها لتصل إلى نحو ستة أمثال ما كانت عليه.

صورة: MICROSCOPY AUSTRALIA, UNIVERSITY OF SYDNEY / SCIENCE PHOTO LIBRARY

تصغير مقاييس أبعاد الحبيبات الداخلية للمواد يؤدي إلى تحسين خصائصها، كرفع مقاومة السبيكة ومتانتها، وزيادة صلادتها وقدرتها على تحمل الإجهادات الخارجية أثناء عمليات التشغيل

تطبيقات متنوعة

تستخدم سبائك المواد الفلزية نانوية البنية الحبيبية في كثير من التطبيقات التكنولوجية المتقدمة، فهي تدخل كعنصر أساسي في تصنيع المُنتجات المبتكرة المُستخدمة في صناعة هياكل السيارات ومحركاتها (سبائك الألمنيوم Al وسبائك المغنيسيوم Mg)، وفي صناعة الطائرات والمركبات الفضائية (سبائك التيتانيوم Ti)، وفي صناعة المحولات والمحركات الكهربائية (سبائك المواد المغناطيسية Magnetic Materials مثل سبائك الحديد Fe والكوبالت Co والعناصر الأرضية النادرة Rare Earth Elements)، وصناعة الموصلات فائقة الموصلية الكهربائية المُستخدمة في صناعة الحواسيب فائقة السرعة (مثل سبائك النيوبيوم Nb المُضاف إليها مواد لأشباه الموصلات مثل الجيرمانيوم Ga القصدير Sn)، والرقاقات الإلكترونية (كفلز النُحاس ذي الحبيبات النانوية)، وصناعة الأغشية والرقاقات المُستخدمة في تغطية سطوح المُعدات والأدوات الفلزية بغرض حمايتها من التآكل عن طريق البري والصدأ (مثل سبائك الزنك Zn النيوبيوم التيتانيوم)، وصناعة أوعية وبطاريات تخزين الهيدروجين (مثل سبائك المغنيسيوم)، وصناعة بطاريات السيارات والمركبات (سبيكة الرصاص – الكالسيوم Pb-Ca)، وصناعة أغطية فلزية رقيقة السمك لتغليف هياكل المركبات الفضائية والصواريخ لحمايتها من الانهيار إثر تعرضها لدرجات الحرارة المرتفعة خلال رحلاتها في الفضاء الخارجي (سبائك التنغستن W المولبديوم Mo) .

وهناك عدد من التطبيقات الطبية، منها إنتاج الشرائح والمسامير المُستخدمة في تثبيت العظام المكسورة داخل الجسم (سبائك الصلب المقاوم للصدأ وسبيكة التيتانيوم-ألمنيوم- فاناديوم Ti6Al4V)، وإنتاج الدعامات الخاصة بتوسيع شرايين القلب (سبائك التيتانيوم) ، وتخليق حبيبات الذهب النانوية المُتوقع استخدامها في القضاء على الأورام السرطانية داخل الجسم، وتخليق حبيبات الفضة النانوية المُستخدمة في قتل أنواع عديدة من البكتيريا والمُرجح توظيفها في قتل أنواع مختلفة من الفيروسات.

المتراكبات النانوية

تعد المتراكبات التي تتزاوج بها خصائص عديدة ناشئة عن خلط مادتين أو أكثر من دون الدخول في تفاعل كيميائي أحد أنواع المواد الهندسية المتميزة، نظرا إلى تطبيقاتها الكثيرة في المجالات الهندسية. ومن الطبيعي أن يثمر هذا التآلف بين عدة مواد مختلفة في الخصائص ومتباينة في السلوك ميلاد مادة متراكبة ليس لها نظير، حيث يجتمع فيها عدد كبير من الخصائص المتفاوتة. وقد أضافت تكنولوجيا النانو بُعدًا مهما جديدًا إلى تلك الفئة من المواد، وذلك من خلال تخليق حبيبات متناهية في الصغر، توظَّف كمواد داعمة ومقوية، لتكون بمنزلة دعامات نانوية Nano-Reinforcements لمادة الأساس. وأثبتت تلك الحبيبات تفوقها على نظيرتها من مساحيق الحبيبات كبيرة الحجم في تحسين مادة الأساس، ورفع مقاومتها وصلادتها.

تصنيف المتراكبات النانوية

يمكن تصنيف المتراكبات النانوية، شأنها شأن المتراكبات التقليدية، نسبة إلى نوع مادة القالب – مادة الأساس المُراد إضافة سمات وخصائص جديدة لها عن طريق دعمها بحبيبات نانوية لمادة أو مواد أخرى تختلف عنها - التي تكون عادة من مواد لينة أو ضعيفة، أو تفتقر إلى إحدى الخصائص المهمة.

متراكبات الكربونيـــد

تتميز تلك الفئة من المتراكبات بانخفاض تكلفتها وسهولة الحصول عليها من مصادر متعددة غنية بالمواد الكربونية مثل الفحم. وتصنع متراكبات هذا النوع من القوالب بطريقة تكنولوجيا المساحيق Powder Technology، وذلك من خلال كبس وتجميع مساحيق الكربون الناعمة باستخدام المكابس الساخنة عند درجات حرارة عالية.

وعلى الرغم من أن معظم المواد المقوية المضافة إلى هذا النوع من القوالب تكون عادة أليافا كربونية Carbon Fibers نانوية البنية، فإن تلك المواد المضافة قد تختلف وتتنوع، وذلك بناء على طرق تصنيع المتراكبة والخصائص المطلوب الحصول عليها.

وتُعد قابضات السيارات "دوبرياج" Clutches ووسائد فرامل Brake Pads الطائرات من الأمثلة التطبيقية المهمة التي توظف هذا النوع من المتراكبات.

متراكبات السيراميك

على الرغم من تميز قوالب هذا النوع من المواد السيراميكية بارتفاع صلادتها ومقاومتها للإجهادات الناشئة عن أحمال الضغط مع ثباتها الحراري والكيميائي، فإنها فقيرة في التوصيل الكهربائي والحراري. لذا تتنوع المواد النانوية المضافة إلى تلك القوالب من عناصر أو سبائك فلزية أو مواد سيراميكية أو ألياف زجاجية تبعا للخصائص المطلوب الحصول عليها والتطبيقات التي ستوظف فيها. وتستخدم هذه الفئة من المتراكبات في تصنيع منتجات التشغيل التي

التآلف بين عدة مواد مختلفة في الخصائص ومتباينة في السلوك يثمر ميلاد مادة متراكبة ليس لها نظير، يجتمع فيها عدد كبير من الخصائص المتفاوتة

تعمل عند درجات الحرارة العالية، مثل أجزاء محركات الصواريخ، أو تلك الأجزاء المعرضة لعوامل البري والصدأ والتآكل أثناء التشغيل، كبعض أجزاء الماكينات والمحركات.

المتراكبات الزجاجية

تتشابه المواد الزجاجية Glasses مع المواد السيراميكية في كثير من الخصائص، فهي مواد قصفة ذات صلادة مرتفعة وثبات حراري عال. وتتألف متراكبات هذه الفئة من القوالب عن طريق إضافة مواد صلبة مثل حبيبات نانوية من الأكاسيد الفلزية أو الألياف. وتتميز متراكبات هذا النوع بمقاومتها الفائقة عند التشغيل في درجات الحرارة العالية، مما يوفر لها عوامل النجاح للاستخدام فى صناعة مكونات أجزاء المحركات المقاومة للحرارة Heat Resistance Parts for Engines، وأيضا في أجزاء المحركات التي لها صلة بالعوادم ومخلفات الاحتراق الداخلي مثل غرف العادم Exhaust Chambers وحلقات تجميع العادم Exhaust-Collector Rings.

المتراكبات الفلزية

تعد قوالب الفلزات أكثر أنواع القوالب شيوعا واستخداما. ويتوقف اختيار الفلز المستخدم في تصنيع مادة القالب على الغرض من استخدام المتراكبة النانوية والخصائص المرجوة منها. فمثلا، إذا كان الهدف هو تأليف متراكبات للاستخدام فى بيئة أو أجواء مؤكسدة Oxidizing Environments عند درجات الحرارة العالية، فإن قوالب فلز التنغستن تكون الأنسب لهذا الغرض، نظرا إلى الثبات الحراري والكيميائي لهذا الفلز المقاوم للانصهار. ولقوالب العناصر الفلزية الخفيفة، مثل الألمنيوم والمغنيسيوم مكانة مرموقة في الصناعات التي يكون الوزن فيها عاملا مهما، مثل صناعة السيارات والطائرات والمركبات الفضائية.

وتتألف المتراكبات الفلزية من قوالب لمواد فلزية تضاف إليها نسبة بسيطة من مواد مدعمة لعناصر فلزات حرة أو مواد سيراميكية.

متراكبات البلمرات

تتكون قوالب هذا النوع من المتراكبات من مادة البوليستر Polyesters أوالفينيل إستيرز Vinyl Esters، وذلك نظرًا إلى شيوع استخدامهما وقلة تكلفتهما. وتُدعّم هذه القوالب عادة بالألياف الكربونية النانوية أو أنابيب الكربون النانوية، وكذلك بأنابيب الصلصال الطبيعي أو المُخلق. وسبب اختيار هذه الأنواع من المواد النانوية الداعمة هو لما تتميز به من مقاومة عالية وصلادة، إضافة إلى أنها خفيفة الوزن، ومن ثم لن تؤثر سلبا في خصائص هذه القوالب من ناحية الوزن. وتتميز الألياف والأنابيب النانوية للكربون بعدم تأثرها بالرطوبة وبثباتها الكيميائي العالى وارتفاع مقاومتها لكل الأحماض والقلويات والمذيبات عند درجة حرارة الغرفة.

وتوظف متراكبات هذا النوع من القوالب البلمرية في تصنيع الأدوات الرياضية، مثل مضارب التنس و عصي مضارب الغولف وتصنيع قضبان صيد الأسماك. وهذه المتراكبات من المواد الواعدة لاستخدامها في هياكل السيارات والطائرات.

تصحيح علمي وتاريخي

قد تبدو المواد المتراكبة وليدة اليوم أو الأمس القريب - كما يحلو لكثير من علماء الغرب أن ينسبوا فكرة تصنيعها إليهم - وهذا في الواقع مخالف للحقيقة؛ إذ إن فكرة دمج مادتين أو أكثر داخل مادة أخرى ترجع إلى أكثر من 5000 عام، حين أدرك الإنسان المصري القديم أن إضافة القشور الخارجية لحبيبات الأرز إلى قوالب الطوب اللينة - الطوب اللبن - المُصنعة من الطمي Mud، تسهم في تقوية ودعم هذا الطوب المستخدم في أغراض البناء وحمايته من التشققات.

وأدرك العرب في القرن الثاني عشر الميلادي أن المعالجات الحرارية والميكانيكية للصلب، المتمثلة في تكرار عمليات تسخين الصلب ثم طرقه وهو ساخن، تُكسب الصلب صلادة ومتانة فائقتين، مما يُحسن من خصائصه الميكانيكية والفيزيائية. وأيدت الدراسات الحديثة هذا المذهب من المعالجات الذي ابتكره العرب حينذاك؛ لأن تلك المعالجات تؤدي إلى تكون طبقات رفيعة من الصلب مختلفة التركيب، تتوالى متراصة فوق بعضها بعضا، معطية في ذلك متراكبة نموذجية وصلبا قاسيًا متينًا. وأستطيع التأكيد أن العرب كانوا فى طليعة شعوب الأرض الذين تمرسوا وابتكروا طرقًا فريدة لمعالجة الصلب؛ تلك الطرق التي لا نزال نستخدمها حتى اليوم، وإن اختلفت المسميات وتنوعت التقنيات. وحتى اليوم، لا تزال سبيكة الصلب الخاصة بالسيف الدمشقي تلقى اهتماما كبيرًا من المراكز البحثية المعنية بدراسة وسلوك السبائك الفلزية، وتأثير العمليات الحرارية والميكانيكية في خصائصها.

الاستشعار عن بعد
وتطبيقاته في التعدين

د.م. حسين عزيز صالح
المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية، جامعة دمشق، المدير العام السابق للهيئة العليا للبحث العلمي (سورية)

يواجه العالم زيادات سريعة في الاستهلاك والطلب على الموارد المعدنية لاستخدامها في صناعات شتى تتطلبها الثورة الصناعية الرابعة التي يشهدها العالم حاليا، وهذا يتطلب تطبيق البحث العلمي والتطوير التقاني والابتكار في استكشاف المعادن والتنقيب عنها بفعالية. وتوفر النظم الجيومعلوماتيةgeoinformation technologies أدوات متطورة لتفسير وتحليل الصور الفضائية والجوية بأساليب التحليل البصري أوالرقمي، واستخلاص المعلومات وتقديمها على شكل صور مُعالجة وخرائط وتقارير وجداول إحصائية، وهو ما يساعد على تحقيق عدد كبير من الأهداف وتنفيذ تطبيقات عديدة. وأهم هذه التطبيقات إدارة خطر الكوارث الطبيعية والتكنولوجية، ومسح وتقييم الموارد الطبيعية وإدارتها، ودراسة الموارد المائية ومصادرها، ودراسة الطبيعة الجيولوجية والجيومورفولوجية للأرض والبحث عن الثروات المعدنية. فالجيومعلوماتية تشمل التخصصات العلمية المتنوعة مثل التصوير الجوي، ونظم المعلومات الجغرافية، والأنظمة العالمية لتحديد المواقع باستخدام الأقمار الاصطناعية، والاستشعار عن بعد.

يوفر الاستشعار عن بعد الصور الفضائية على شكل رقمي، وتكون متضمنة للبيانات البيئية والتوضعات الخاصة بالمعالم الجغرافية لشكل الأرض على مساحات شاسعة تغطي كامل المنطقة الجغرافية، لكن النقطة الضعيفة لهذه التقنية هي تأثُرها بالغيوم، وهذا يؤثر في دقة الصور ووضوحها. ويمكن التغلب على قسم كبير من نقاط الضعف هذه باستخدام الأنظمة العالمية لتحديد المواقع عبر الأقمار الاصطناعية. فالاستشعار عن بعد ليس تقنية محددة، لكنه مصطلح شامل لعدد من التقنيات والأدوات والأجهزة التي تشمل مجموعة من الرادارات والسونار والتصوير من خلال نطاقات طيفية متعددة للتعرف على الأهداف وجمع بيانات عنها دون الملامسة الفيزيائية. يُعرف السونار بالتقنية التي تستخدم انتشار الصوت للتواصل مع أو الكشف عن الأشياء على سطح الماء أو تحته. أما نظم المعلومات الجغرافية (المستخدمة جنباً إلى جنب مع الاستشعار عن بعد في عمليات التعدين) فهي برامج حاسوبية تتميز بالمقدرة الفائقة على جمع وإدارة ومعالجة المعلومات والبيانات ذات الطبيعية المكانية (بيانات تصف معالم جغرافية سطح الأرض) وتوثيقها وتداولها وتحليلها وإظهارها وتصنيفها في قاعدة بيانات، واستخدامها بفعالية في دراسة عمليات التعدين وتحليلها. ومن ثم يمكن إدماج المعطيات واستخراج مجموعة كبرى من خرائط الجيولوجية حسب الطلب والتطبيقات والجهات المستعملة.

مسح استقصائي للمعادن

يستخدم الاستشعار البصري عن بعد optical remote أجهزة استشعار مرئية وقريبة من الأشعة تحت الحمراء والموجة

صورة: NASA EARTH OBSERVATORY / SCIENCE PHOTO LIBRARY

انعكاسات بعض المعادن المختلفة للحبيبات التي يقل قطرها عن 0.001 مم

المعدن	الانعكاس (%) في الأطوال الموجية المختلفة (نانومتر)			
	الأزرق 430 – 490	الأخضر 510 – 590	الأحمر 610 – 670	المرئي 430 – 670
الكوارتز	92.9	93.0	93.5	93.1
البيوتيت	7.4	7.4	7.4	7.4
المسكوفيت	59.3	60.3	60.2	60.0
الميكروكلين	61.4	71.7	80.7	71.3
الغارنت	11.0	18.3	30.3	19.7
الإبيدوت	18.6	34.7	36.5	30.3

نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد يستخدمان في جمع وإدارة ومعالجة المعلومات والبيانات ذات الطبيعية المكانية واستخدامها بفعالية في دراسة عمليات التعدين وتحليلها

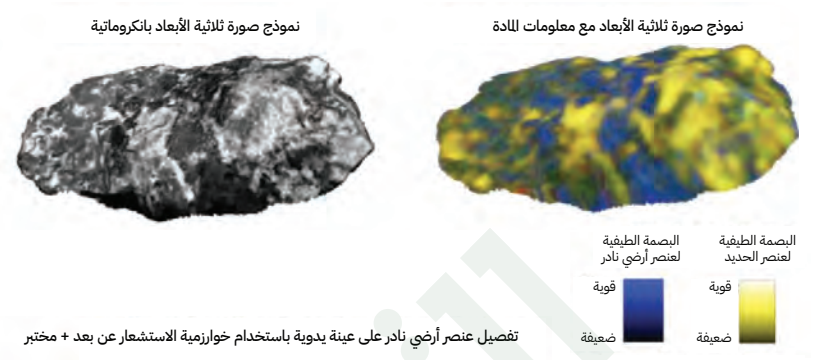
القصيرة لتكوين صور لسطح الأرض عن طريق الكشف عن الإشعاع الشمسي المنعكس من الأهداف على الأرض. وفيما يخص التنقيب عن المعادن، يُعد الاستشعار البصري عن بعد تقنية تُستخدم في مرحلة المسح الاستقصائي بسبب الرؤية البصرية المتكاملة synoptic view التي تفيد في اكتشاف المناطق الصخرية الحاوية على معادن في وقت أقل وبتكلفة منخفضة. تعتمد هذه الرؤية في التمييز بين المواد الجيولوجية المختلفة على سطح الأرض على طريقة تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع السمات المختلفة للصخور، التي تتكون من مجموعات من المعادن ذات نسب متباينة من العناصر المتنوعة. ولا يمكن تطبيق هذه التقنية بفعالية على مناطق الغطاء النباتي الكثيفة لأن الصورة تُعبر عادةً عن أطياف الانعكاس reflectance spectra للغطاء النباتي، وليس للصخور والتربة الموجودة تحت هذا الغطاء. إن نمو النبات عملية معقدة بسبب اعتمادها على تناول العناصر الغذائية الأساسية، بما في ذلك المعادن الموجودة في التربة التي يؤدي امتصاصها إلى تغيرات في نشاط البناء الضوئي ومحتويات الكلوروفيل (اليخضور). ومن ثم فإن طرق معالجة الصور لتعزيز مظاهر الصخور والتربة المعدنة باستخدام أطياف الانعكاس غير فعالة في مثل هذه الظروف المتعلقة بالغطاء النباتي. إن الطريقة المفيدة الوحيدة لاستكشاف المعادن في ضوء هذه الظروف هي التمييز بين الأنماط الطيفية المميزة للحالات الشاذة في الغطاء النباتي التي يُسبّبها التمعدن. للاستفادة من خاصية هذا التمييز الناجم عن تغيرات الانعكاس مع كل من نشاط النبات واختلاف أطوال الموجات، تم تطوير مؤشر الغطاء النباتي vegetation index الذي يساعد على تحديد التمعدن الذي تخفيه النباتات من خلال المعالجة الحسابية للانعكاس في نطاقات طيفية متعددة على بيانات صور الأقمار الاصطناعية متعددة الأطياف multispectral images.

إن الضوء هو نوع خاص من الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يمكن رؤيته واستشعاره من قبل العين البشرية، لكن هذه الطاقة موجودة في مجموعة واسعة من الأطوال الموجية. لذلك، ينقسم مدى الطيف الكهرومغناطيسي إلى أقسام تعتمد على الطول الموجي، ويتراوح من أقصر طول موجي للأشعة الذي يشتمل على أشعة غاما gamma (التي يتراوح طولها الموجي بين 6-10 ميكرونات أو أقل) إلى أطول طول موجي الذي يشتمل على أشعة الراديو radio (التي لها أطوال موجية من عدة كيلومترات)، وبينهما يوجد العديد من مدى الطيف الكهرومغناطيسي الذي له فائدة في الاستشعار عن بعد.

ويحصل الجيولوجيون على فائدة مزدوجة من استخدام الصور متعددة الأطياف؛ لأن نطاقات الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة حساسة للتغيرات في محتوى التربة والصخور، مما يجعل من الممكن التمييز بين بعض أنواع الصخور الأساسية. يعرض الجدول المرفق انعكاسات بعض المعادن المختلفة للحبيبات التي يقل قطرها عن 0.001 مم، حيث يمكن (على سبيل المثال) ملاحظة زيادة انعكاس الأطياف المختلفة من معدن الكوارتز وانخفاضها من معدن البيوتيت، في حين يُظهر الشكل المرافق صورة لمعدن في اليسار (باللون الأبيض والأسود) وذلك قبل معالجتها بالاستشعار عن بعد، وصورة للمعدن ذاته في اليمين (الملونة بعدة ألوان مثل الأزرق والأصفر) وذلك بعد معالجتها بالاستشعار عن بعد

استشعار فضائي وجوي

تنقسم طرق الاستشعار عن بعد تبعاً لوسائل عمل أجهزة الالتقاط إلى الاستشعار الفضائي والاستشعار الجوي. في الاستشعار الفضائي تُحمَّل أجهزة الالتقاط على سطوح الأقمار الاصطناعية التي تدور على ارتفاعات عالية جداً، في حين توضع أجهزة الالتقاط في الاستشعار الجوي على الطائرات التي تطير على ارتفاعات منخفضة نسبياً. أما بالنسبة لنوع البيانات المُستقبلة، فيمكن تصنيف الاستشعار عن بعد إلى استشعار إيجابي، وآخر سلبي. تكون البيانات المُستقبلة في الاستشعار الإيجابي انعكاسات طيفية حيث ترسل الأقمار الاصطناعية موجات كهرومغناطيسية إلى



تفصيل عنصر أرضي نادر على عينة يدوية باستخدام خوارزمية الاستشعار عن بعد + مختبر

مؤشر الغطاء النباتي يساعد على تحديد التمعدن الذي تخفيه النباتات من خلال المعالجة الحسابية للانعكاس في نطاقات طيفية متعددة على بيانات صور الأقمار الاصطناعية متعددة الأطياف

سطح الأرض فتصطدم بها وتنعكس ليستقبلها الرادار الذي يرسلها إلى محطات الاستقبال الأرضية. في حالات التنقيب عن المعادن، يسهم استخدام أشعة الرادار في الاستشعار الإيجابي في اختراق السطح مما يُمكّن من رصد الموارد الأرضية تحت السطحية. أما البيانات المُستقبلة في الاستشعار السلبي فتكون عبارة عن الانبعاث الطيفي من سطح الأرض والأجسام التي عليها، وتُعرف هذه الانعكاسات أو الانبعاثات بالبيانات الرقمية.

التنقيب عن المعادن

إن التحدي الأكبر الذي يواجه عمال المناجم في استكشاف المعادن هو الحصول على أكبر قدرٍ ممكن من المعلومات الدقيقة التي من دونها تصبح عملية البحث عن هذه المعادن باهظة الثمن، وتحتاج إلى زمن أطول، ويمكن أيضا إضاعة المعادن النادرة بسهولة. وهنا تبرز أهمية بيانات الاستشعار عن بعد في التنقيب عن المعادن من خلال تأمين وجمع معلومات حول الأجسام المادية بواسطة قياس الإشعاع الكهرومغناطيسي والجسيمات والإشارات الطيفية المنبعثة من هذه الأجسام التي يتم العثور عليها وتقييمها، من دون الحاجة إلى عمليات الاستكشاف الضخمة في أقصر وقت ممكن وبأقل تكلفة. تُعد أنظمة الأقمار الاصطناعية (مثلاً EROS، RapidEye ، SPOT، WorldView، Landsat، إلخ) من أهم المصادر المتنوعة لتوفير الصور الفضائية التي تُعد من أهم أنواع البيانات البصرية والطيفية. وبدمج هذه البيانات في بيانات الخرائط الميدانية والجيوفيزيائية، ومن ثم تحليلها، يمكن تحقيق عملية فعالة في الاستكشاف المبكر عن هذه المعادن، وذلك من خلال اكتساب الفهم الجيولوجي وخلق رؤى جديدة طوال عملية التنقيب عنها.

وهناك أربع مراحل لبرنامج استكشاف المعادن باستخدام الاستشعار عن بعد يغطي مساحات استكشاف كبيرة من سطح الأرض واختيار المناطق التي تتطلب مزيدًا من الدراسات التفصيلية في أقصر وقت ممكن وبأقل تكلفة، وهي كما يلي:

أولاً) إجراء عمليات الاستطلاع الميداني باستخدام خريطة، عادة بمقياس 1:500000، لتحديد منطقة الدراسة المراد إجراء عمليات التنقيب فيها. وتكون مساحتها التقريبية بحدود 50x40 كم، ويتم أيضا توصيف أنواع الغطاء الأرضي باستخدام خريطة استخدامات الأراضي المقسمة بشبكات تربيعية 50x50 متراً لاستخراج المعلومات الطبوغرافية التي تُعطي فكرة لفهم التاريخ الجيومورفي للمنطقة المدروسة وتحديد البنى المسؤولة عن الرواسب المعدنية.

ثانياً) عمليات التحقق والبحث الأولي: وتتضمن التحضيرات الجيولوجية من خلال تجميع الوحدات الجيولوجية من الخريطة الجيولوجية الرقمية، ورسم خرائط التحليل الجيولوجي على أساس الصورة الطيفية المميزة للمعادن المختلفة التي يتم الحصول عليها بالاستشعار عن بعد، إذ إن لكل مجموعة من المعادن خصائص طيفية مختلفة (أي تحديد السمات الجيولوجية بناءً على الخلفية الجيولوجية والمفاهيم التي تشير إلى منطقة التمعدن). بعد ذلك، تُحدد مواقع الاستكشافات الجيوفيزيائية والجيوكيميائية وتُنشأ قاعدة البيانات الجيولوجية لاستكشاف المعادن باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

ثالثاً) عمليات الاستكشاف التفصيلي للسطح وتحت السطح: وفيها يتم تحسين استخدام تقنيات معالجة صور الأقمار الاصطناعية المستندة إلى نظم المعلومات الجغرافية للحصول على المزيد من التفاصيل، مثل حساب مؤشر الغطاء النباتي والتجانس الجيوفيزيائي لتحديد التغييرات الشاذة المفاجئة وتحليلها، بهدف إزالة تأثيراتها المرتبطة بقيم مؤشر الغطاء النباتي وبيانات الجاذبية. في هذه المرحلة، تتكون عملية التنقيب عن المعادن من عدة خطوات تبدأ على نطاق صغير وتتطور إلى نطاق واسع. ففي كل خطوة، يتم جمع ومعالجة ودمج البيانات الجيولوجية والطبوغرافية والجيوفيزيائية والجيوكيميائية، وبعدها تُحدد مناطق الاهتمام من الخرائط والرسوم البيانية للتوضعات المعدنية، ومن ثم تصبح منطقة الدراسة أصغر. وهذا يسمح بحفر استكشاف أكثر استهدافاً وفعالية من حيث توفير الوقت والمال وخفض التكلفة العادية لاستكشاف المعادن.

رابعاً) عمليات الاستكشاف السطحي التفصيلي: وهي تحدد الاستكشاف المعدني في العمق بواسطة المسوح الجيوفيزيائية المحمولة جواً أو السطحية، والبدء بعمليات الحفر بهدف التعرف على الصخور المعدلة حرارياً ببصمتها الطيفية.

رسوم: XXX

علم التعدين عند العرب

اكتشافات رائدة ومصنفات موسوعية

د. عبدالله بدران
سكرتير التحرير (الكويت)

أدت الحضارة العربية دورا مهما في رقي البشرية وتطورها، وأسهمت بنصيب وافر في ازدهارها، ولم تكن مجرد جسر عبرت فوقه العلوم والمعارف من الحضارات التي سبقتها إلى الحضارات التي أتت بعدها، بل كانت شاهدا حقيقيا على عصرها، فأثرت فيه بعلومها، وزادت عليها من تجارب علمائها وأفكارهم ونظرياتهم، فخلفت إنجازات علمية في الميادين التطبيقية التي كانت معروفة على مدار مسيرتها، وتركت بصمات جلية دلت ببراهين لا تقبل الشك أنها فتحت آفاقا علمية جديدة للبشرية أسهمت في رقيها وازدهارها.

وكان للعرب دور رائد في علم المعادن والتعدين، والعلوم المرتبطة به؛ فقد أثروا ذلك العلم بتجارب متميزة، وأغنوه بمصنفات موسوعية، واستفادوا منه في تطبيقات كثيرة، وتطرقوا إلى عمليات التعدين وأنواعها وكيفية تنفيذها والنتائج المستخلصة منها. وقد استقى العرب معلومات عن ذلك العلم من الحضارات السابقة، كاليونانية والهندية والصينية، عن طريق الكتب والاحتكاك المباشر.

واشتُهِرَت الشعوب القديمة من سكان الدول العربية لاسيما مصر والرافدين والجزيرة العربية بتجربتها الواسعة في صناعة التعدين، وانتقل تراثها الحضاري إلى سائر شعوب البحر المتوسط، ومن ثم إلى أوروبا. وعلى سبيل المثال، فلقد اكتشفت المعادن، ولاسيما الذهب والفضة والنحاس، في الجزيرة العربية منذ أقدم العصور. وعثرت التنقيبات الأثرية في الخليج العربي على أدوات حجرية تعود إلى العصر الحجري القديم (الباليوليتيك)، أي قبل نحو 50 ألف عام، وممّا عثر عليه أحجارٌ صوانية على شكل حراب وسكاكين، وأخرى على شكل مناجل، مما يدل على أنها كانت تستعمل في تقطيع لحوم الفرائس، أو لحصد المزروعات، أو للدفاع عن النفس.

واهتم سكان بلاد الرافدين بصنع الأدوات والأسلحة التي يحتاجون إليها. وفي أوائل الألف الثاني قبل الميلاد اهتدوا لشيّ الأدوات والألواح مما أكسبها صلابة ومقاومة للتفتت، ثم طلوا بعض تلك الأدوات بطبقة من الزجاج. كما اهتدى المصريون منذ فجر التاريخ لصنع الزجاج، وأتقنوا صناعة الذهب وتصفيحه ولحمه وتحويله إلى أسلاك منذ عصر الأسر القديمة، واستثمروا مناجم النحاس والإثمد المستعمل في صناعة الكحل.

كانت عمليات التعدين في المنطقة العربية كثيراً ما يصاحبها الإخفاق، لكن كان العلماء لا يكفون عن التجربة والمحاولة فيصيبون أحيانا ويفشلون كثيرا. ولقد خلطوا النحاس بمعادن أخرى، لتكسبه القساوة والصلابة وسهولة الانصهار، فبدأ عصر البرونز، وذلك بين الألف الثالث والثاني قبل الميلاد. وعرف السومريون نوعاً آخر من البرونز، واستعملوه على نطاق واسع خلال الألف الثاني قبل الميلاد، وكان يتألف من مزيج من النحاس والرصاص. كما عرف العرب صناعة الحديد التي نقلوها إلى الأمم الأخرى.

خصائص المعادن

عرف العرب المعادن والأحجار الكريمة، وكانت كلمة المعدن في أول الأمر تعني لديهم المنجم. وأول من استخدم الكلمة لتدل على المعنيين هو القزويني (1203-1283م) في كتابه (عجائب المخلوقات). وتحدثوا عن المعادن والأحجار، وصنفوها ووصفوها وصفًا علمياً دقيقًا، كما عرفوا أماكن وجود كل منها، واهتموا بالتمييز بين جيِّدها ورديئها.

وتحدث العلماء العرب عن الأشكال الطبيعية للمعادن، كما توجد في الطبيعة، وعما يطرأ على خصائصها من تغيرات فيزيائية نتيجة لعوامل خارجية. وذكروا أن بعض المعادن تتخذ أشكالاً هندسية طبيعية خاصة بها، ولا دخل للإنسان في تشكيلها، ولربما كان ذلك إرهاصًا لما نسميه اليوم بعلم البلورات. فقد وصف البيروني (973-1050م) بعضها متناولاً تناسق أسطحها وهندسية أشكالها. كما عرفوا البريق واللمعان وانعكاس الضوء في خصائص بعض الأحجار، وحددوا صلابة المعادن.

وعكف العلماء والمختصون العرب على إجراء التجارب ومعالجة المعادن والجواهر بالنار والحوامض والأملاح المختلفة. وتطورت عملية نحت وجوه الأحجار الكريمة وصقلها وعمليات النقش والترصيع ومعالجة العيوب والشقوق والشوائب. وأهم ما توصل إليه العرب هو

كان للعرب دور رائد في علم المعادن والتعدين؛ فقد أثروه بتجارب متميزة، وأغنوه بمصنفات موسوعية، واستفادوا منه في تطبيقات كثيرة، وتطرقوا إلى عمليات التعدين وأنواعها والنتائج المستخلصة منها

استخدام الوزن النوعي لدراسة المعادن للمرة الأولى في التاريخ. وشكلت هذه الخطوة طفرة نوعية في تطور علم المعادن؛ إذ نقلته من الدراسة الوصفية إلى الدراسة النوعية التي تعتمد على الأرقام الدقيقة. ومن اللافت تطرق الشعر العربي القديم إلى المعادن، فوصف ألوانها وأشكالها ومظهرها وانتشارها ونشأتها وطبيعة وجودها في القشرة الأرضية ووسائل استخراجها ومعالجتها.

مصنفات التعدين

خلف العرب مصنفات موسوعية في علم المعادن والتعدين والأحجار الكريمة، تطرقت إلى خصائص المعادن وأنواعها وتصنيفها، والعمليات المتنوعة التي تجرى عليها، وكيفي استخراجها، إضافة إلى ذكر المناجم وأمكنتها وكيفية العمل داخلها.

ولعلَّ أقدم نص احتوى على أسماء الجواهر التي تعدن من الأرض هو ما جاء في أمالي الإمام جعفر بن محمد الصادق (702-765م) المسماة (التوحيد)، وذكر منها الذهب، والفضة، والياقوت، والجص (أكسيد الكالسيوم)، والكلس (كربونات الكالسيوم). وأضاف من جاء بعده من العلماء معادن وجواهر مختلفة مما يستخرج من الأرض، حتى بلغ عددها في زمن البيروني نحوًا من 88 جوهرًا.

ويعد الحسن بن أحمد الهمداني (-893 945م) أحد روّاد علم المعادن، وله كتاب مشهور هو (كتاب الجوهرتين)، ويتعلق بمعدني الذهب والفضة من حيث تعدينهما وصياغتهما، وكل مايتصل بهما. أما البيروني فهو رائد من كتب في علم المعادن والأحجار الكريمة، وذلك في كتابه (الجماهر في الجواهر) الذي يضم 45 مبحثا عن اللآلئ والأحجار، منها سبعة معادن، و15 مركباً معدنياً. واستطاع البيروني أن ينقل علم المعادن من مرحلة العلم الوصفي الذي كان يعتمد في الأساس على وصف اللون والصلابة والمكسر، إلى مرحلة العلم الدقيق الذي يعتمد على الأرقام والمعادلات الحسابية. وهو أول من اعتمد الوزن النوعي في دراسة المعادن وتصنيفها. واعتمد في كتابه على مصادر عربية في الأساس، إضافة إلى مصادر يونانية وهندية وفارسية، وإلى نتائج دراساته وتجاربه وقياساته المتنوعة.

ومن المؤلفين أيضا التيفاشي (1148-1253م) الذي ألف كتاب (أزهار الأفكار في جواهر الأحجار)، وابن الأكفاني (ت 1248م) صاحب كتاب (نخب الذخائر في أحوال الجواهر).

وصنف بعض العلماء مؤلفات في علم الجغرافية الطبيعية والإنسانية، وأطلقوا عليها أسماء شتى منها: صورة الأرض، المسالك والممالك، أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم. كما أطلق على بعضها اسم الرحلات، مثل: رحلة ابن بطوطة، ورحلة ابن جبير، وكان القصد منها حب الاطلاع على ما في الكون من عجائب المخلوقات ومصادر الثروات وغرائب العادات، إضافة إلى المعادن والأحجار الكريمة والمناجم، وغير ذلك.

واللافت في الأمر أن كتاب (نزهة المشتاق) لمؤلفه المؤرخ الإدريسي (1099-1165م) يصف عددا من المناجم التي يتم فيها تعدين بعض المعادن، ومنها منجم قرب مدينة فرنجولش الأندلسية التي تحتوي على الفضة والحديد والزئبق، فيقول إن منجمها يعمل فيه أكثر من ألف عامل، يتولون عمليات التعدين المتنوعة، وعمقه نحو 250 مترا. كما وصف بعض الكتاب مناجم الذهب والفضة في عدد من المناطق كالجزيرة العربية ومصر.

خبير المعادن

من أهم خبراء المعادن العرب العالم الكندي (866 - 801م) الذي عرف باسم فيلسوف العرب الأول، وكان من العلماء الموسوعيين، وله مؤلفات في علوم مختلفة. وقد اعتمد البيروني في كتابه (الجماهر في الجواهر) على كتب الكندي في المعادن والجواهر، واقتبس منها فقرات مطولة، غطت معظم أنواع المعادن وتناولت جوانب مهمة من خواص المعادن والجواهر، ومناطق وجودها وطرق معالجتها. وكان الكندي خبيرا كبيرا في المعادن والأحجار، وكانت له تجارب عملية وخبرات كبيرة في معالجة المعادن بالنار، وهي طريقة علمية لمعرف جوانب من خواص المعادن، مثل تأثير النار على لون المعدن والشفافية واللمعان، وكذلك تأثير الخل والحوامض على المعادن.

وكان الكندي فنانا بارعا في تصنيع الجواهر وصقل وجوهها، وفي معالجة العيوب والشقوق وتنقية الجواهر من الندب والشوائب التي تسيء إلى المظهر والشكل، مما يؤدي الى انخفاض سعرها.وتطرق الكندي إلى الترسبات المعدنية، وطرق البحث عنها، ونوعية الصخور المرافقة لبعض المعادن. وهو أول من وضع الدرجات الأولى في (سلم الصلابة) المعروف حاليا في علم المعادن باسم (سلم موهوس) الذي تُحدد بموجبه الصلابة النسبية للمعادن. واعتبر الكندي أن محاولة الحصول على الذهب والفضة من معادن أخرى مضيعة للجهد والوقت، وذلك في زمن كان الجميع يتحدثون فيه عن ذلك الموضوع.

110

July – September 2020

التقدم العلمي

Advancing Tech Talent 8

Saad Makhseed
A Lighter Approach to Cancer Treatment 14

Hala Al-Jassar
Remote Sensing Technologies Forecast Dust Storms 22 ▶▶

KFAS

AL-TAQADDUM AL-ILMI

HH The Amir Sheikh
Sabah Al-Ahmad Al-Jaber Al-Sabah
Chairman of Board of Directors

Prof. Fayzah Mohammad Al-Kharafi
Director

Mr. Moustafa Jasem Al Shamali
Director

Mr. Osamah Mohammad Al Nisf
Director

Dr. Yousef Hamad Al Ibrahim
Director

Mr. Hani AbdulAziz Hussain
Director

Mr. Khalid Khider Al Mashaan
Director

Dr. Adnan Shihab-Eldin
Director General

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

Vision

A thriving culture of science, technology and innovation (STI) for a sustainable Kuwait

Mission

Stimulate and catalyse the advancement of STI for the benefit of society, research and enterprise in Kuwait

تجاوز التحديات الوطنية عبر الأبحاث التطبيقية

دعم قدرات القطاع الخاص على الابتكار لتحفيز الاقتصاد الوطني

تبنى مشاريع ريادية في مجالات الطاقة والبيئة والمياه لتحقيق الاستدامة

دعم السياسات العامة بالأبحاث العالمية والقرائن العلمية

تابعونا على:

www.kfas.org

مستقبل نرعاه بالمعرفة

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-ILMI

Issue 110
July – September 2020

A quarterly scientific cultural magazine published by the Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

Editor-in-Chief
Dr. Salam Ahmad Al-Ablani
—

Executive Editor
Dr. Layla Al-Musawi

Managing Editors
Reham Alawadhi
Dr. Abdullah Badran

Editorial Team
Abdullah Al-Muhanna
Mohammad Al-Hasan
Mae Bouresly

Proofreading
Fadi Badarne
Reham Alawadhi

Design and Execution
Sharaf Studio

Marketing
Khaled Al-Rasheedi

Follow-up and Coordination
Dania Haddad

Arabic Translation
Safaa Kanj

Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences
P.O Box 25263 Safat 13113 Kuwait
Tel.: +965 2227 8160 Fax: +965 2227 8161
taqaddum@kfas.org.kw

KFAS | إحدى شركات Company
aspd التقدم العلمي للنشر

The Mining Industry and the Development of Societies

From the beginning of time, humans utilized materials from the nature around them to improve their survival, whether to defend themselves or to obtain their daily sustenance. They chiseled primitive tools from stones for hunting, logging, and building their dwellings. Flint and other hard stones were crucial to human survival and progression throughout the stone ages. But the real shift for humans, the shift which enhanced the standard of life and the establishment of settlements, communities and cities, was in the development of their ability to identify and exploit minerals. The first of which was copper. Inhabitants of Mesopotamia and ancient Egypt knew how to extract copper and tin, as well as how to mix copper with tin to produce bronze. Subsequently, the mining of a list of minerals that followed these two elements, such as gold, silver, and iron, played an essential role in developing the industry.

With the increasing importance of minerals, which have become the primary engine for building modern civilization, the need to manage and sustain the influx of these basic resources became more demanding. The modern technological mode of living depends on minerals for everything such as cars, mobile phones, communication towers, satellites, fertilizers, solar panels, and all that is related to building. In order to sustain the continuous production of these resources, the giant mining companies have invested heavily in modern technologies such as artificial intelligence, autonomous systems, the Internet of things, sensitive sensor technologies and drone vehicles. A surprising outcome is that the use of these very advanced technologies has not only optimized mining economically, but has also led to the conservation of the environment and ecosystems, as a result of greater precision of drilling and exploration, and the reduction in the destruction of huge swathes of land in a random manner to access the desired mineral deposits.

In this issue, we follow the mining process from ancient times and successive civilizations: from ancient Egypt, the Greeks, the Romans, through to the Middle Ages in Europe. We also highlight the role of Arab civilization and the leading role of Muslim scholars, who excelled in studying minerals using experimental sciences methodology, and in documenting their knowledge in comprehensive scientific encyclopedias, covering a range of topics including mineralogy, precious stones, and how to extract them.

In addition to mining the surface of the earth, this issue also reviews promising technologies which may be used in the future to mine the sea and ocean beds, in order to meet the increasing demand for minerals. Because of this increase, the issue addresses the future prospects of mining in space, specifically the asteroids of our solar system, and the plans of NASA and Japan Space Exploration Agency to achieve this goal. Furthermore, we highlight the mining of nuclear materials in the Arab world to support nuclear technology for peaceful purposes. There are also interesting topics on the use of remote sensing techniques in mining, and promising applications utilizing metals in 3D printing and building complex designs and models.

Editor-in-Chief
Dr. Salam Ahmad Al-Ablani

Contents

Highlights //

8

Hussain Safar, sponsored by KFAS — Recognized as Key Worker to COVID19 Pandemic

9

Chief Science Officers, a Student-led STEM and Leadership Program

10

Advancing Tech Talent

KFAS hosted a cyber-security training and competition event to showcase and develop the computing skills of young people, particularly women, in Kuwait

Center News //

12

Giving Clinicians a Clearer View

In-Depth Features //

14

A Lighter Approach to Cancer Treatment

16

Probing the Mysteries of the Mitochondria

19

Illuminating Science for The Masses

Special Report //

22

Remote Sensing Technologies Forecast Dust Storms and Monitor Climate Change

اشترك الآن!

+

اشتراك بمجلتين

25 د.ك

اشتراك بمجلة

15 د.ك

للاشتراك:
shop.aspdkw.com
قيمة الاشتراك تشمل أجور البريد إلى كافة أنحاء العالم.

المجلات الصادرة عن
التقدم العلمي للنشر:

العلوم
كيف تعمل الأشياء
مـدار

aspd
التقدم العلمي للنشر

KFAS
إحدى شركات Company

@aspdkw
shop.aspdkw.com
subscriptions@kfas.org.kw
+965 22278100
التوزيع +965 22278100 داخلي 4110

Hussain Safar, sponsored by KFAS — Recognized as Key Worker to COVID19 Pandemic

By Reham Alawadhi

Hussain Safar

Hussain Safar, an honorary research fellow sponsored by the Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences, has been selected as a key worker contributing to the national scientific response by the UK Government to the CoVID19 pandemic.

Safar, 30, was completing an honorary research fellowship at University College London Centre for Clinical Microbiology in the UK when the CoVID19 pandemic broke out and he was asked to contribute to the nationwide project supported by the World Health Organization (WHO) and the International Severe Acute Respiratory and Emerging Infection Consortium (ISARIC).

The project entails Safar and his colleagues collecting up to about 500 samples to be sent for analysis, as well as involvement in two CoVID-related clinical trial studies where they will be testing the response of patients to some of the drugs available right now.

"The samples mean the biological specimens that participants agreed to share for research purposes," Safar said. "In the ISARIC study we collect blood samples, nasopharyngeal swabs, and urine from each patient over the course of infection."

The primary objective of the study is to describe the clinical features of the illness, the response to treatment, and to observe the pathogen replication evolution to determine the severity of transmission, according to Safar.

Safar began his educational career in Australia at RMIT University, where he earned a bachelor's in applied science, laboratory medicine specializing in microbiology, genetics, and blood transfusion, and a master's in biotechnology and clinical microbiology. His PhD was completed at Kuwait University, where his thesis focused on the immune response to major antigenic proteins of Mycobacterium tuberculosis-specific regions and their role in immunomodulation of asthma in mice.

It was following his PhD that Safar came across the sponsorship program by KFAS. "I'm really glad that the program exists," he said. "I was very honored that I received the scholarship from KFAS."

His plan, once the pandemic is over, is to extend his stay in the UK for a year or two in order to continue his research. In Kuwait he hopes to continue research in one of the research institutes in Kuwait, as well as try to be involved in academia.

"I would hope that research work would start immediately in Kuwait about CoVID19." Safar said. "I think we should have a nationwide project where it involves scientists from different fields - whether immunology, genetics, biology, and all other pharmacology - and then start researching to have a better understanding of the virus itself."

Kuwaiti researcher participates in an international study to describe the clinical features of the illness, the response to treatment, and to determine the severity of transmission

ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

Chief Science Officers, a Student-led STEM and Leadership Program

By Reham Alawadhi

Before joining the Chief Science Officers program, Sulaiman Alrabiah couldn't speak more than a few words in front of an audience. Fast forward three years into the program and Alrabiah can now give a speech to a crowd full of people.

"That was a big development and improvement in my personality," he said.

Alrabiah, 16, first joined the CSO program when he was 13 years old. The student-led program was first created in Arizona, United States, to increase interest in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) and foster communication and collaboration among the students and within the community.

KFAS, together with the Ministry of Education, brought the initiative here; making Kuwait the international flagship of the CSO program as the first country outside the U.S. to adopt it, with more countries to be added as a result.

The goal of the program is to create leaders of change who will inspire their young friends to talk about science, build international and local partnerships, and grow the public visibility of their schools while continuously developing their leadership skills.

The program exposes students to the best practices in a variety of industries where science plays a major role in development, according to Mohammad Askar, 37, the CSO regional leader and an assistant professor in operations management at Kuwait University.

"It also improves their capabilities when it comes to leadership and managing teamwork, which is very essential for the future and the careers of these students," Askar said.

He started working with CSOs as a mentor when the program first started, so he has seen firsthand the impact that it has had.

"They have more self confidence, they express themselves more comfortably, they interact and lead their peers and new students; that's something remarkable I noticed," Askar said. "They have the spirit of taking initiative."

Many of those who helped establish the program share the same reason behind their desire to become a part of it, according to Askar. They all really feel and recognize the value.

"All of us wished we had this opportunity when we were at that age; to have this exposure to scientific principles, to have such visits to pioneering institutions in Kuwait, and learning leadership skills and project management skills," Askar said. "I feel honored to have the opportunity to lead such a program that will build future leaders for the country."

Mohammad Askar

It also improves the students' capabilities when it comes to leadership and managing teamwork, which is very essential for their future

ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

Advancing Tech Talent

KFAS hosted a cyber-security training and competition event to showcase and develop the computing skills of young people, particularly women, in Kuwait

Abdulaziz Ahmed

Zainab AlMeraj

Zainab Mohammad

Amal AlKhulaifi

As part of Kuwait's celebration of International Women's Day (IWD), the Kuwait National Cyber Security Capture the Flag (CTF) competition and free cyber security training were held online.

The launch of IWD2020 was postponed due to the COVID-19 pandemic but ended up taking place online to advance Kuwaiti youth's technological skills. The three winning teams received prizes of up to 450 Kuwaiti Dinars and access to co-working spaces. They will represent Kuwait at the Arab and Africa Cybersecurity CTF 2020 regionals held in October.

To encourage women's participation in technology development, and in line with Kuwait's agenda for the IWD, the cyber security competition stipulated that each competing team should have at least one female member. Every team had a list of challenges in different categories, from reverse engineering to network security.

The event was supported by KFAS and co-organized by Google Developer Group and Women Techmakers Kuwait City (GDG&WTM Kuwait City), Women in Cyber Security Middle East (WiCSME) and Cyber Talents.

"We are delighted that the training company was still able to deliver the training in cyber security and competition online, despite what the world is experiencing. This is a unique opportunity for women to explore and further develop cyber security skills," said Zainab AlMeraj, assistant professor at Kuwait University and founder of the GDG&WTM Kuwait City.

Since 2017, GDG&WTM Kuwait City has delivered more than 50 workshops and organised several major national conventions. These conventions have attracted a mix of high school and university students, engineers, graphic designers, computer scientists, mathematicians and entrepreneurs.

"The workshops have included panel discussions aimed at supporting tech start-ups in Kuwait and addressing some of the issues facing women in the workplace," said Amal AlKhulaifi Founder of Boushra app, a marketplace for learners where they can buy/sell or donate their books, notes and learning kits.

"Last year's IWD Women in Tech panel was very well attended and highlighted the need to inspire and

ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

empower women in computing fields," said Zeinab Mohammed, cybersecurity analyst at Deloitte Middle East and event co-organizer.

The events, held in March as part of the IWD celebrations in Kuwait, also include training workshops on the latest programming languages, web design, mobile and cloud technologies, to develop the skills required for the yearly Hackathon for Social Good. The 12-hour hackathons highlight technical problems faced by local NGOs and attract technical talent to solve them. The events foster a healthy recruitment space, bringing tech talent, NGOs and large and small businesses together. At the end of the hackathon, if the NGO sees merit in the presented prototype solutions, they can continue working with the teams to deliver them. "Our hackathons are incredibly interesting and very gratifying; everyone benefits from the results," AlMeraj said.

This year, the hackathon's theme is "Towards a sustainable environment" and three NGOs will present environmental issues they are facing for participants to pitch and explore innovative technical solutions. The organisers hope to run this later in 2020.

"We are careful to ensure that our events are accessible to those who are new to the field young or old, but also challenging enough for those with experience," AlMeraj said. "Our feedback so far has been very positive, and we look forward to arranging future sessions on hot topics such as Machine Learning and Internet of Things (IoT)."

إذا كان لديك اهتمام بالفيزياء فالكتاب يتيح لك فهم الكيفية التي تؤثر بها الفيزياء في العالم.

للتحميل مجانًا
bit.ly/aspdbooks

aspd التقدم العلمي للنشر

KFAS إحدى شركات Company

Giving Clinicians a Clearer View

JACMI is Dedicated to Advancing The Field of Molecular Imaging in Kuwait

Fahad Marafi

Imaging is one of the backbones of modern medicine, allowing clinicians to home in on sites of injury or disease deep within the body without making a single incision. This requires ready access to specialized radioisotopes for selectively labeling tissues of interest as well as the expertise to employ them appropriately, and Kuwait's Jaber Al-Ahmad Center for Molecular Imaging (JACMI) is bolstering the nation's capabilities on both fronts.

JACMI was established in 2013 by KFAS, Kuwait University, and the Ministry of Health. "The main mission was to develop a center of excellence for research, education, and radioisotope production, as well as providing unique clinical services for patients," said Fahad Marafi, JACMI's director general.

Much of JACMI's production efforts are focused on two radioactive fluorine-containing compounds for PET-based (positron emission tomography) clinical diagnostics. One compound, 18F-fluorodeoxyglucose, is a radiolabeled sugar that is absorbed by metabolically active cells and is used for investigating neurological diseases like Alzheimer's, as well as detection of tumors. The other is a version of sodium fluoride that is absorbed by bones and can be used for characterizing damage to the skeleton or joints.

JACMI has rapidly scaled up PET imaging efforts since 2013. "When we started imaging, the average number of patients was 600–700 per year," said Marafi. "Now our average is 3,000 per year." Since 2017, the center has also been developing additional radioisotope compounds for internal research use. These include a labeled protein called prostate-specific membrane antigen, which can detect primary and metastatic prostate tumors, and an iso tope-tagged derivative of the neurotransmitter dopamine. "We can use this to see diminished dopamine concentrations in Parkinson's disease," said Marafi, "And we can also use it in some kinds of brain tumors, like gliomas."

Training is a major focus at JACMI, offering newly trained medical students the chance for further education, specializing in nuclear medicine. The facility also offers additional educational programs and laboratory training. Marafi also aims to transform JACMI into a preclinical research hub. "This means using small animals to test certain isotopes to assess molecular and biological processes, like blood vessels growing in a tumor or infections induced in the animal," he said. This effort would also include exploring non-radiological techniques such as fluoxrescence and optical imaging—areas where Kuwait's resources are currently lacking and according to Marafi, their aim is "to add those missing parts to the bigger picture."

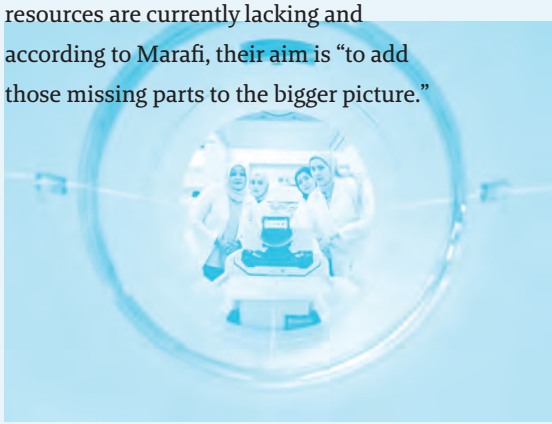


ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

PHOTOS: JACMI

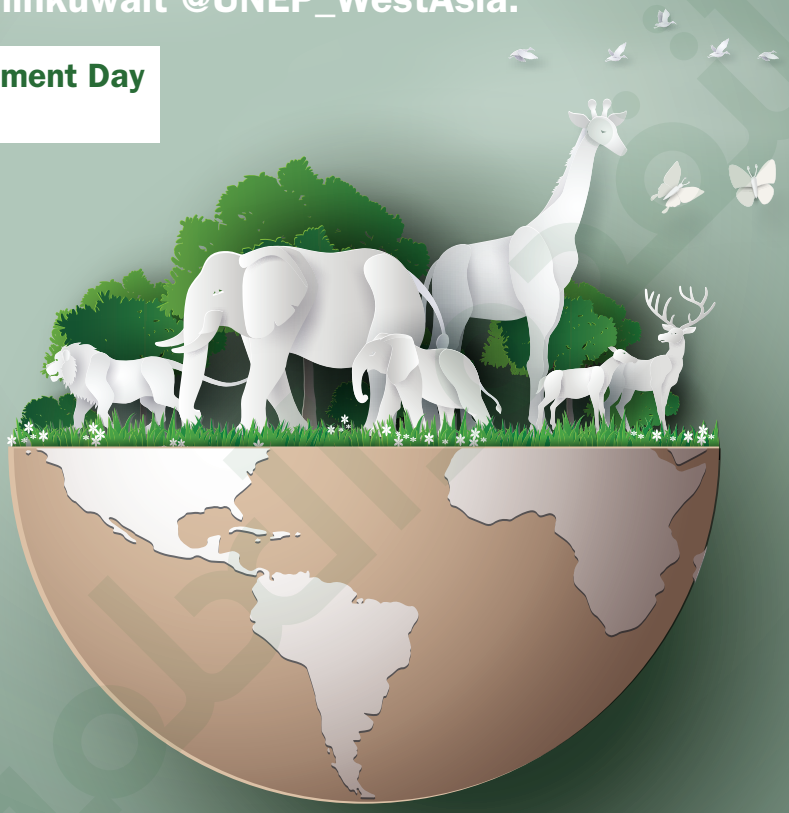
Proof

We stand #ForNature
Today we challenge you!

UNITED NATIONS
State of Kuwait

Post your own video saying why you stand for nature.
Hashtag #ForNature #من_أجل_الطبيعة.
Mention @uninkuwait @UNEP_WestAsia.

World Environment Day
5 June



UN environment programme

#ForNature
#Biodiversity

لنشكل مستقبلنا معاً | UN75 2020 وما بعد

@aspdkw
shop.aspdkw.com
subscriptions@kfas.org.kw
+965 22278100
التوزيع +965 22278100 داخلي 4110

aspd التقدم العلمي للنشر
KFAS إحدى شركات Company

A Lighter Approach to Cancer Treatment

A combination of precision chemistry and laser light offers hope for safer cancer therapy

Saad Makhseed

Although radiotherapy and chemotherapy are powerful tools to treat cancer, they also cause major side effects by damaging or killing healthy cells as well as cancerous ones. At Kuwait University, Saad Makhseed is working on a technique that promises to kill cancer cells while leaving their healthy neighbors unharmed.

The approach, known as photodynamic therapy (PDT), relies on a combination of three ingredients — oxygen, light, and a type of molecule known as a photosensitizer — which are harmless individually but can kill a cell when brought together in the right way.

When a photosensitizer is illuminated by the correct wavelength, it reacts with nearby oxygen to transform it into a more reactive form known as singlet oxygen. These highly reactive oxygen molecules are toxic to cells, damaging their components and eventually causing them to die. By ensuring that the photosensitizer is only taken up by cancer cells and illuminating them as precisely as possible, clinicians can provide PDT to treat cancer without damaging any healthy tissue. Makhseed, a chemist, had been studying molecules known as phthalocyanines (Pcs) in an effort to improve their performance as catalysts. While reading about these molecules, he discovered that they were being used in PDT. “I like medicine, so I started to read more about this line of research, the difficulties and challenges and what kinds of properties are needed to use these molecules for photodynamic therapy,” he said.

Refining Pcs for target treatment

In principle, Pcs are quite efficient at producing singlet oxygen, but a few drawbacks limited their use in practice. The first challenge is that Pc molecules aren’t soluble in water and so tend to clump together, forming aggregates that no longer react with oxygen.

ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

To overcome this, Makhseed designed and synthesized Pcs with bulky attachments above and below them, like two donuts sandwiching the Pc core. By using charged attachments, he hoped to prevent the molecule from aggregating.

Makhseed reached out to Petr Zimcík of Charles University in the Czech Republic to help analyze the new molecules. "We had some facilities which Saad didn't have at the time, so we were able to evaluate the compounds' photo-physical properties," said Zimcík. "The modifications perfectly inhibited aggregation, which is really important in this field. We really liked these molecules," Zimcík added.

In continuing collaboration with Zimcík, Makhseed has refined the Pc design even further. The latest iteration replaces the zinc at the core of Pcs with indium, making them even more efficient at producing singlet oxygen.

The second major challenge is to ensure that Pcs are only taken up by cancer cells. This is accomplished by attaching specific functional groups to the Pcs to make them more attractive to cancer cells. For example, because cancer cells divide rapidly, they have higher metabolic rates than normal cells, so affixing a Pc to a sugar molecule would make it more likely to be taken up by a cancer cell.

Synthesizing large, complex molecules is no easy task. Thanks to funding from KFAS, Makhseed now has the facilities to test the photo-physical properties of the molecules he develops, but he still needs to send them to Zimcík and other collaborators for testing in cell cultures, and, eventually, in animal models.

Makhseed recently overcame the challenge of developing repeated synthesis techniques. "We developed a building block with certain functionality which lets us attach anything that we want to the phthalocyanine," he said. Using this technique, he can generate Pcs with various attachments – carbohydrates, amino acids or lipids, for example – to target cancer cells. "By using existing information from biological research, we should be able to design molecules which are highly selective for cancer cells," Makhseed said.

Makhseed has patented these molecules and the new synthesis technique, and he has high hopes for them. "These techniques will benefit not only Kuwaiti society, but the Gulf area and even the entire world," he said. "This kind of treatment doesn't involve a big procedure, so it can be done as often as needed. It can be highly selective, so there are no side effects for the patients, and there's no need for an operation either."

Zimcík is planning to include Makhseed's molecules in a global project to test the efficacy of different Pcs. Along with Makhseed's compounds, he is collecting molecules from labs in China, Russia, Spain, Poland, and elsewhere. "The biological assessment of PDT activity is done differently in every lab, which makes it problematic to compare the results," Makhseed said. "So, we wanted to standardize the protocol and collect the best molecules that have been published and compare them to see what the differences are."

Makhseed's new technique for tweaking the structure of phthalocyanines also opens up the possibility of customizing them for use as catalysts, bringing him full circle. In addition to the PDT work, he's developing Pcs customized to absorb carbon dioxide or purify water and is also starting a collaboration with a lab at Durham University in the UK to develop organic light-emitting diodes.

"For Kuwait, the knowledge we're gaining is very important," Makhseed said. "This research gives us novel information and helps us develop optimal molecules more quickly. I'm also building external collaborations and bringing that knowledge back to Kuwait."

Makhseed hopes to see his work developed into an effective cancer treatment and become available to the public. "What we have now could be used as a medicine in the future if funders help us find the right people and set up clinical trials," he said. "I want to be part of a field where we help people get treated, and even cured permanently."

Makhseed, at Kuwait University, is working on a technique that promises to kill cancer cells while leaving their healthy neighbors unharmed

Probing the Mysteries of the Mitochondria

Kuwaiti scientist Nour Alsabeeh looks into malfunctions in the mitochondria that leads to developing diabetes

Nour Alsabeeh

The boilerplate description of mitochondria is often the 'powerhouse of the cell'. While these bean-shaped structures provide an essential source of cellular energy, they also perform a wide range of other metabolic activities. Kuwait University Assistant Professor and L'Oréal-UNESCO Women in Science fellow, Nour Alsabeeh, now hopes to shine a light on the mechanisms by which malfunctions in mitochondria contribute to type 2 diabetes and a host of other diseases.

Alsabeeh completed her PhD in 2018, and in November 2019, received a EUR20,000 fellowship from the L'Oréal-UNESCO Women in Science program for her research on mitochondria and diabetes.

Alsabeeh and her colleagues identified a specific protein complex as the source of mitochondrial proton leak that allows mitochondria to stimulate insulin secretin. This means that insulin production in this case is triggered by a subset of fatty acids, and not by glucose.

Type 2 diabetes is particularly prevalent in Kuwait, with recent estimates indicating that up to 40% of the population is either diabetic or pre-diabetic[1]. As Alsabeeh prepared to embark on her PhD training at Boston University in 2012, she made a point of finding a lab focused on this condition. This led her to Orian Shirihai's group, which was pursuing something of an unconventional approach to diabetes research, with a particular focus on the role of mitochondria.

Focused efforts

"Our project was basically looking at trying to dissect mechanisms that may contribute to the hyperinsulinemia that is seen in the pre-diabetic state," said Alsabeeh. This refers to a situation in which the pancreatic beta islet cells are secreting excessive levels of this hormone into circulation. Diabetes researchers generally believe that this occurs as a consequence of tissues, such

ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

as the liver's and muscle's, losing the ability to respond to this hormone—a condition known as insulin resistance. This insulin resistance leads to an inability to remove excess glucose from the bloodstream, which could in turn trigger further insulin release and hyperinsulinemia.

The Shirihai group was exploring an alternative model for diabetes progression, in which hyperinsulinemia precedes insulin resistance, rather than the other way around. There is already evidence for the existence of such a mechanism; for example, obese or High-Fed-Diet animals can continue to release insulin even when exposed to very low concentrations of glucose. Although the basis for such insulin secretion is unclear, mitochondria seemed likely to play a role. "The mitochondria basically gauge how much nutrients the beta cell is exposed to," said Alsabeeh. When glucose levels are high, mitochondria metabolize this sugar and produce ATP, the cell's energetic currency. This process also stimulates the release of insulin.

However, mitochondria are also susceptible to a process known as 'proton leak', which can allow mitochondria to stimulate insulin secretion even in the relative absence of glucose. In this scenario, insulin production is instead triggered by a particular subset of fatty acids rather than glucose. With the support of KFAS, Alsabeeh was able to help uncover the key components of this process and elucidate how it may contribute to hyperinsulinemia and diabetic progression. In a paper[2] published this past December in Diabetes, she and her Shirihai lab colleague, Evan Taddeo, and collaborators described their findings as co-directors of the project.

Alsabeeh and colleagues demonstrated that insulin release in cultured pancreatic islets is boosted by increasing the level of proton leakage, even when glucose levels remained at low, 'non-stimulatory' concentrations.

They specifically homed in on a protein complex called the mitochondrial permeability transition pore (mPTP), a channel in the organelle membrane, as the primary driver of proton leak in this context. Another protein known as cyclophilin D is known to regulate mPTP activity, and the researchers found a clear connection between a high-fat diet, cyclophilin D expression, and glucose-independent insulin production. "Islets from obese mice or animals fed a high-fat diet actually have higher expression of cyclophilin D," said Alsabeeh. "We think that because there is higher expression of cyclophilin D, these animals are now more sensitized to fatty acids and that allows for higher proton leak." This could fuel hyperinsulinemia even in the absence of insulin resistance and elevated blood glucose levels.

Remarkably, comparable results were demonstrated in cultured human islets, indicating that a similar mechanism may be at play in pre-diabetic individuals. The Shirihai group, at the University of California, Los Angeles, is exploring the possibility of developing drugs that target this mitochondrial pathway as a way to either prevent onset or control the progression of diabetes. Alsabeeh thinks this could be a promising alternative to conventional treatment strategies. "Most drugs on the market actually push beta cells to work harder and produce more insulin ultimately resulting in beta cell failure," she said. "What we're showing is that, if you could perhaps lower the workload on the beta cell under non-stimulatory glucose conditions... and only allow the cells to secrete insulin when it's actually needed, this could better preserve the long-term function and survival of these essential cells."

Now, as a faculty member at Kuwait University, she aims to take a deeper dive into this enigmatic driver of diabetes. "We've identified mPTP as the source of mitochondrial proton leak," she said, "but we don't completely understand the mechanism, and we don't know everything about the dysfunction in mitochondria during diabetes progression."

She is also excited to be part of a broader reconsideration of the contributions of the mitochondria to human health. "They're not just these static structures in the cell," she said. "More and more now, we're seeing their effects on aging and a lot of chronic diseases... they have an impact on cancer, diabetes, obesity, cardiovascular disease and Alzheimer's." For now, her group will remain primarily focused on diabetes—a condition where she sees a particularly urgent need for new strategies for treatment and prevention. However, the toolbox of scientific techniques that her group has assembled to tackle this condition should be broadly applicable to a host of other mitochondria-related disorders, and she sees ample opportunities to expand her research effort in the future. "Mitochondria are just so essential to any cell," said Alsabeeh. "So you could always extrapolate from this work into other models or diseases."

"Alsabeeh and her group will remain primarily focused on diabetes. However, the toolbox of scientific techniques that her group has assembled should be broadly applicable to a host of other mitochondria-related disorders

References

1. Alkandari, A. et al. The prevalence of pre-diabetes and diabetes in the Kuwait adult population in 2014. Diabetes Research and Clinical Practice. 144, (2018). DOI: https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.08.016

2. Taddeo, E. et al. Mitochondrial proton leak regulated by cyclophilin D elevates insulin secretion in islets at nonstimulatory glucose levels. Diabetes. 69, (2020). DOI: https://doi.org/10.2337/db19-0379

Illuminating Science for The Masses

In collaboration with CERN, an interactive science exhibit at Kuwait University makes hard-to-explain physics concepts accessible to a general audience

Science enthusiasts, students, researchers and experts in Kuwait were given a chance to step into the fascinating and mysterious realm of modern physics through a variety of activities, games, films, and virtual reality experiences in a Kuwait University (KU) science exhibit sponsored by KFAS.

The CERN Exhibition in Kuwait, held from November 2019 to January 2020, introduced CERN's fundamental research and its applications to the public. This followed Kuwait's successful membership in the Compact Muon Solenoid (CMS) program, one of the main experiments taking place at CERN.

CMS boasts one of the largest scientific collaborations worldwide, with scientists, engineers, students and partners across 200 universities and institutes and 50 countries, including KU.

The exhibit is part of a larger drive to create strong affiliations with the European research organisation and advance science in the region. In 2019, KFAS also sent two students to CERN's Summer Student Programme.

In designing the exhibit, KU and CERN media lab focused on CMS, which utilizes a large particle physics detector on the Large Hadron Collider (LHC) to recreate conditions similar to those that occurred after the Big Bang. Visitors would also study fundamental particles such as the Higgs Boson and particles that make up dark matter, among other things.

Walking into the exhibit, the first thing to capture the attention of the visitors is the enormous poster of the CMS detector, according to Nasser Demir, assistant professor of physics at KU and head of the exhibit. "This naturally stimulates the curiosity in the visitors; the most natural question is, 'what is this exhibit about?'" he said.

Nasser Demir, assistant professor of physics and head of the exhibit

A journey through science

Some of the most popular highlights in KU's exhibit included CERN's LHC Interactive Tunnel (LIT), a hall of immersive activities and simulations designed by a CERN media lab team led by João Pequenão. Pequenão's team designed the exhibit, interactions and storyline, and also trained Kuwait University volunteer students on guided tours. A joint team from KFAS, KU, and Ibhath/ Shaikh Ebrahim Center-Bahrain, supervised the installation of the exhibit itself.

"While the exhibit itself was built by team, we used our know-how, and some of the ideas behind our thematic exhibits at CERN. We gathered materials, and we did a sampler then tailored it to the Middle East in terms of storytelling," Pequenão said.

Inside a 'proton football station,' visitors can also play a virtual game where they kick balls that represent particles. The set up involves multiple X-Box stations and a large screen showing the game play. Participants attempt to fire up the energy of several balls in order to initiate collisions that are conceptually and figuratively comparable to collisions of high-energy proton beams inside LHC.

Stepping into The Higgs-Night, members of the audience can see their movement being tracked in real time on a screen split in two, with each half representing a state in which the Higgs field—a field of energy present in every part of the universe—is either present or absent. In reality, this field interacts with all particles and lends them mass through these interactions; it's what this activity tries to translate to the public in an entertaining way.

"You walk in front of the screen. On one side of the screen, there's a shadow that moves at the same rate as you do, while on the other side, there's some lag, like resistance that slows you down," said Demir. The visual metaphor helps explain to the public how "in a universe

PHOTO: OMAR ALSAYYED OMAR

with the Higgs field, anything with mass interacts with the field. Anything with mass slows down. In a universe without the Higgs, everything moves at light speed," he said.

The third activity inside the interactive tunnel is HEAL: proton for health, a game showing how particle accelerators are used in therapeutics and medicine. "We wanted to tell people not just about the basic science research that comes out of CERN, but how the fundamental science research and the peripheral research are interconnected; that they have applications that we see in our everyday lives," Demir said.

Simplifying science to a general audience

"The idea behind these activities was to make the audience actors in the discovery," said Pequenão of CERN media lab. "It's more dynamic than a video, because you become an actor in the construction of that animation." Every activity has an engagement path and a story arch, he added, that are meant to remove the barrier between the public and a complex field like physics.

In addition to general visitors, Kuwaiti schools arranged trips to the exhibit, which offered guided tours tailored to different ages. "The guides would interact with the visitors. Sometimes, they would inject humour into their storytelling or connect some ideas to pop culture," Demir said. "I noticed visitors asking very curious questions, clearly indicating passion for the subject."

The exhibit attracted a total of 7,730 visitors with ages ranging from 9 years old to over 70.

The touring exhibit is part of a large educational outreach project that made a stop in Bahrain before coming to Kuwait. The exhibit in Kuwait, according to Demir, was similar to Bahrain's exhibit, except some adjustments were made to a few of the interactive games.

The exhibit also took place across several departments in KU, including physics, computer science, information technology and engineering.

"Bahrain and Kuwait made a big push to boost scientific research activities, and both became part of one of our biggest experiments, CMS. There are already researchers from both countries working on that experiment," said Pequenão.

The exhibit was due to travel to the UAE next, but due to the current COVID-19 pandemic, all activities are pending.

"The Exhibition introduced fundamental research and its applications to the public

Hala
Al-Jassar

Remote Sensing Technologies Forecast Dust Storms and Monitor Climate Change

Physicist Hala Khalid Al-Jassar talks about her work with NASA to calibrate and validate soil moisture measurements of the Kuwaiti desert taken from Space

ILLUSTRATION: NAIF SHAQQUR

Soil moisture is a key factor when exploring and predicting the Earth's response to environmental changes. "The percentage of water in a soil sample is an important indicator of the effect of the increase in greenhouse gases on the climate," said Hala Khalid Al-Jassar, an assistant professor at the department of physics at Kuwait University and leader of the Space and Climate Physics research group.

Knowledge about changes in soil moisture allows scientists to make more accurate weather forecasts that predict where and when heavy rain or dust storms might strike next.

In arid regions, decreases in soil moisture translate into dust becoming loose and being easily picked up by wind, causing dust storms. These powerful storms have severe socio-economic impacts. They adversely affect agriculture, industry, water and air quality and human health. Silica, for example, which makes up around 60 percent of windblown desert dust, is known to cause chronic lung inflammation, lung cancer, and autoimmune diseases.

"Soil moisture is also the main environmental factor that restricts plant growth," Al-Jassar said. "Monitoring and mapping the changes of soil moisture over deserts is very important to estimate dust emission, better manage irrigation systems, and combat land degradation."

Satellites with microwave sensors are being used to monitor soil moisture on Earth. The data collected allows scientists to create models to support agriculture and manage the risks related to climate change, including dust storms.

The rise in global temperatures is increasing the frequency and intensity of dust storms. For those who live in areas where dust storms are unavoidable, preparation is the best way to prevent loss of property and preserve health. Predicting dust storms helps people to be better prepared and take measures such

The team plan to correlate remotely sensed decreases in soil moisture to dust emission and human health problems in Kuwait and the Middle East

as staying indoors, wearing face masks, and covering up property and equipment.

"Our aim is to retrieve accurate measurements of soil moisture from satellites in order to develop models that are based on physics and mathematics, and that help us forecast dust storms in Kuwait," she said.

The moisture levels before the storm

There are two dedicated soil moisture missions; the European Space Agency (ESA)'s Soil Moisture Ocean Salinity (SMOS) sensor and the National Aeronautics and Space Administration (NASA)'s Soil Moisture Active Passive (SMAP) sensor. The two sensors pick up microwave emissions from Earth's surface and use algorithms to convert the satellite microwave measurements into estimates of soil moisture. Generally, microwave measurements associated with L (1 – 2 GHz), C (4 – 8 GHz), and X (8 – 12 GHz) frequency bands are sensitive to the dielectric constant of soil, an electrical property that is highly dependent on the moisture content. Lower frequencies can retrieve soil moisture from greater depths. L-band sensors currently in SMOS and SMAP missions, can retrieve soil moisture up to a depth of 5 centimeters.

However, the microwave measurements intended to retrieve soil moisture can be attenuated due to the presence of vegetation and the atmosphere. The retrieval algorithms to separate the effects of these attenuations from the satellite measurement to estimate the signal that is associated exclusively with soil moisture.

Al-Jassar has been working with NASA on calibrating and validating soil moisture measurements over the desert of Kuwait before and after the launch of SMAP. Her team has been gathering ground-based soil moisture measurements and adapting retrieval algorithms to the characteristics of Kuwait's desert to verify the satellite's estimates.

"The intensive field work that is required to validate remote sensing can be challenging," said Al-Jassar. Typically, satellite soil moisture data are validated against on-site field measurements. While on-site measurements are the most accurate method for measuring soil moisture at a particular point, they may not be representative of the large area covered by the satellite. To minimize errors attributed to upscaling point measurements to the satellite's footprint, measurements from several soil moisture stations have to be averaged or interpolated.

The NASA SMAP project compared the satellite's soil moisture data of the Kuwait desert with that from six permanent ground stations and those from the desert test site. The SMAP soil moisture dataset was also compared with the soil moisture from the SMOS sensor.

Al-Jassar told us how the Kuwait SMAP Science team conducted around 78 field trips to collect samples from the SMAP test site in the open desert located on the west side of Kuwait City. "We found a station positive bias of 0.034 m3 m-3 and corrected it in sensor readings," she said. This deviation was comparable to the one obtained when SMOS soil moisture data of the Kuwait desert was compared with the station's measurements. Data collected from two field campaigns in 2016 demonstrated that soil moisture variations were consistent across the SMAP test site and that the satellite's microwave measurements reflected this consistency in space and time.

Al-Jassar and colleagues also explored the performance of a dielectric mixing model, which combines the dielectric properties of soil, while accounting for physical soil properties such as soil temperature and texture, over the desert of Kuwait. In a paper published in 2019, they describe how L-frequency bands are the most sensitive to soil moisture in bare soil[1].

References

1. AlJassar, H.K. et al. Forward simulation of multi-frequency microwave brightness temperature over desert soils in Kuwait and comparison with satellite observations. Remote Sens. 11, (2019).