مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

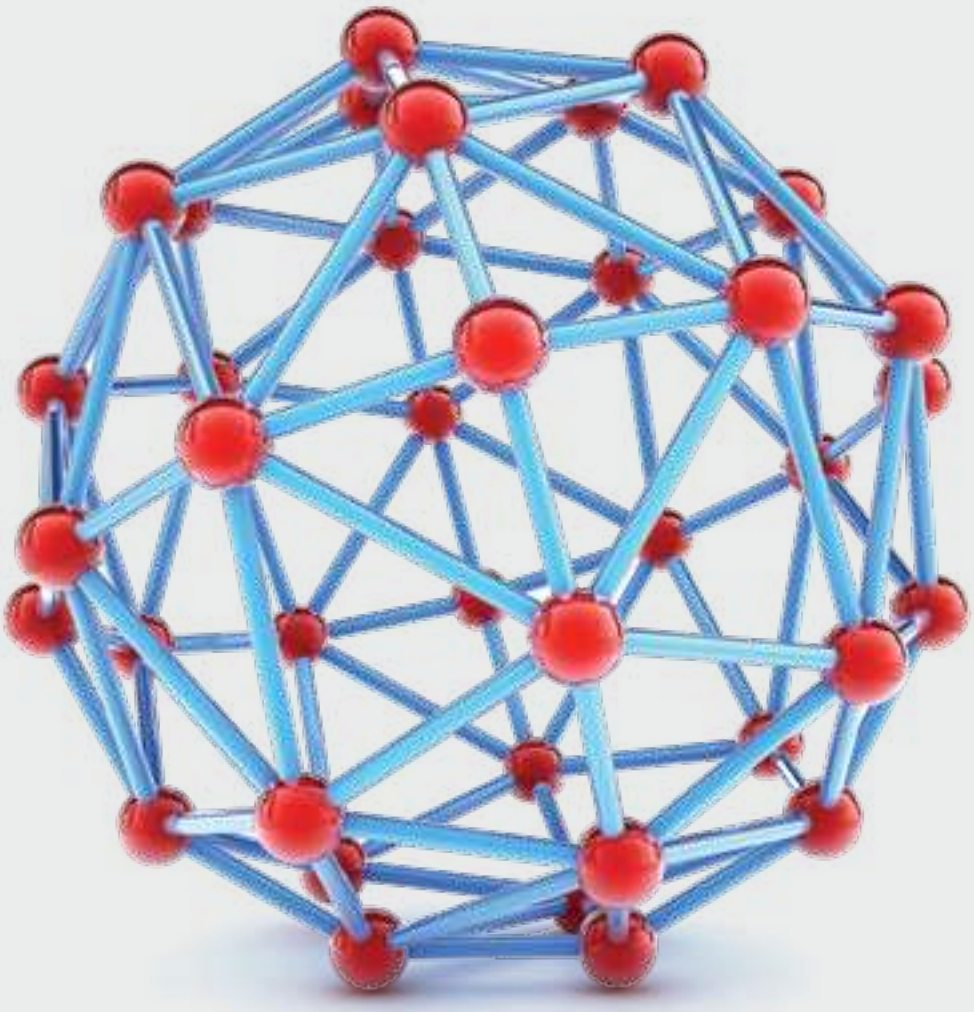
التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-ʿILMĪ

التقدم العلمي العدد 66 أكتوبر 2009 شوال 1430 هـ

التقانة النانوية

عالم صغير .. مستقبل كبير



العدد 66 أكتوبر 2009 * شوال 1430 هـ - October 2009 No.66

- التقانة النانوية .. وتطبيقاتها في الطب
- البوتوكس.. نافورة الشباب

October 2009 No.66

مجلس إدارة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

❖ رئيس مجلس الإدارة

حضرة صاحب السمو أمير البلاد
الشيخ صباح الأحمد الجابر الصباح
حفظه الله

❖ أعضاء مجلس الإدارة

د. حسن علي الإبراهيم
د. عادل خالد الصبيح
د. عدنان أحمد شهاب الدين
د. محمد ابطيحان الدويهيس
د. نايف حمد المطيري
د. يعقوب محمد حياتي

❖ إدارة المؤسسة

الدكتور
إبراهيم محمد الشريدة
مدير مكتب الجوائز

الأستاذ الدكتور
علي عبد الله الشملان
المدير العام

السيد
خالد محمد صالح شمس الدين
مدير إدارة الشؤون الإدارية

الدكتور
جاسم محمد بشارة
مدير إدارة الثقافة العلمية

المهندس
سليمان عبد الله العوضي
أمين سر مجلس الإدارة

السيد
يوسف عثمان المجلهم
مدير إدارة الشؤون المالية

الدكتور
محمود يوسف عبد الرحيم
مدير إدارة البحوث

السيد
خالد صالح المحيلان
مدير مكتب البرامج الدولية

المهندس
مجبل سليمان المطوع
مدير إدارة الهندسة

التقدم العلمي
AL-TAQADDUM AL-'ILMI

مجلة علمية ثقافية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

العدد 66 - أكتوبر 2009 ـ شوال 1430 هـ

October 2009 No. 66

رئيس التحرير
د. عادل سالم العبد الجادر

المشرف العام
د. جاسم محمد بشارة

سكرتير التحرير
د. طارق البكري

المتابعة والتوزيع
ثريا صبحي

التقانة النانوية.. إبداع العصر

التقانة النانوية أو النانوتكنولوجي حقل جديد نسبياً من حقول المعرفة والتكنولوجيا يغطي مواضيع شتى، القاسم المشترك بينها السيطرة على المادة بمقياس يمثل أجزاء من الميكرومتر الواحد، ويكون عادة من 1 إلى 100 نانومتر. وقد دخلت تطبيقات هذه التقانة اليوم معظم مجالات الحياة، وفتحت أمامها آفاقاً واعدة. وفي هذا العدد ملف كامل عن هذه التقانة.. أين بدأت وكيف تطورت، وما أهم تطبيقاتها، ومعوقاتها ومخاطرها؟

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

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

ص.ب : 25263 الرمز البريدي 13113 الصفاة-الكويت

فاكس : (00965)22415520 هاتف : (00965)22415510
P.O.Box: 25263 - P.C.13113 Safat - Kuwait
Fax. (00965) 22415520 - Tel. (00965) 22415510
e-mail: asm@kfas.org.kw

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

الهيئة الاستشارية
لمجلة التقدم العلمي

رئيس الهيئة الاستشارية
أ.د. علي عبد الله الشملان

الأعضاء:
د. إبراهيم محمد الشريدة
د. جاسم محمد بشارة
م. سليمان عبد الله العوضي
د. عادل سالم العبد الجادر
أ.د. عدنان الحموي
د. محمود يوسف عبد الرحيم

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

جائزة الكويت لعام 2009

دعوة للترشيح

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

وموضوعات جائزة الكويت لعام 2009 هي في المجالات الخمسة الآتية:

* **العلوم الأساسية:**	*الفيزياء*	*Physics*
* **العلوم التطبيقية:**	*الأمراض السرطانية*	*Cancer Diseases*
* **العلوم الاقتصادية والاجتماعية:**	*برامج الخصخصة وأثرها على التنمية في الوطن العربي*	*Privatization Programs and their Effects on Development in the Arab World*
* **الفنون والآداب:**	*دراسات في أدب الأطفال*	*Studies in Children Literature*
* **التراث العلمي العربي والإسلامي:**	*الخطط والتسجيل الطبوغرافي للمدن*	*City Planning and Topography*

تُخصص المؤسسة سنويا لكل مجال من هذه المجالات جائزتين مقدار كل منهما 30 000 د.ك. (ثلاثون ألف دينار كويتي)، تمنح الأولى لواحد (أو أكثر) من أبناء دولة الكويت وتمنح الثانية لواحد (أو أكثر) من أبناء الدول العربية الأخرى. كما تقدم المؤسسة مع الجائزة النقدية ميدالية ذهبية ودرع المؤسسة وشهادة تقديرية تبين مميزات الإنتاج بصورة مختصرة.

ويتم منح جائزة الكويت وفق الشروط الآتية:

- أن يكون الإنتاج مبتكرا وذا أهمية بالغة بالنسبة إلى الحقل المقدم فيه ومنشورا خلال السنوات العشر الماضية.
- ألا يكون المرشح قد نال جائزة عن الإنتاج المقدم من أي جهة أخرى.
- تقبل المؤسسة طلبات المتقدمين وترشيحات الجامعات والهيئات العلمية، كما يحق للأفراد الحاصلين على هذه الجائزة ترشيح من يرونه مؤهلا لنيلها ولا تُقبل ترشيحات الهيئات السياسية.
- يتضمن الترشيح السجل العلمي للمرشح ونبذة مختصرة عن حياته وإنتاجه ومبررات ترشيحه لنيل الجائزة.
- لا يعاد الإنتاج المقدم إلى مرسِله سواء فاز المرشح أو لم يفز.
- لا تقبل الاعتراضات على قرارات المؤسسة بشأن منح الجوائز.
- على الفائز أن يقدم محاضرة عن الإنتاج الذي نال عنه الجائزة.
- تقبل الترشيحات حتى 2009/10/31 مرفقة بأربع نسخ من الإنتاج المقدم.

ترسل الترشيحات والاستفسارات بشأن الجائزة إلى العنوان الآتي:

السيد مدير عام
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب: 25263 الصفاة 13113 ـ دولة الكويت
فاكس: 2403891 (965+) ـ هاتف: 2429780 (965+) ـ البريد الإلكتروني: prize@kfas.org.kw

التقانة النانوية
Nanotechnology

د.عادل العبدالجادر

رحم الله أيام الستينيات، عندما ظهر اختراع جديد، فرحت به جميع شعوب العالم المتحضر، كان ذلك الاختراع هو «الترانزستور». فبعد أن كان المذياع (الراديو) عبارة عن صندوق خشبي، ذي نقوش جميلة، وكان أصغره بحجم ووزن صندوق التفاح الخشبي، فصار يصغر ويصغر... حتى أصبح صغيراً فأسموه «الترانزستور». وبعد أن كان قطعة أثاث في المنزل أو المقاهي، أصبح يُحمل في جيوب الملابس. كان الناس في كل أرجاء العالم يتباهون بالفخامة والضخامة... السيارات والمباني وغير ذلك. لقد رأيت في الستينيات حاسوبا في الكويت كان حجمه يشغل ثلاث غرف، وكان يعمل بطريقة التثقيب... وبعد أقل من عشر سنوات بدأ استعماله يقل، وتقانته تصغر، ثم تصغر، ثم تصغر...حتى أصبحت بعض الآلات الحاسبة المتقدمة تنجز إنجازات ذلك الحاسوب! واليوم، نسمع بالتقانة النانوية؟ «نانو» Nano ، كلمة يونانية قديمة، تعني «قزم». و يعني مصطلح «نانو تكنولوجي» أو «التقانة النانوية»: التقنيات التي تصنع علي مقياس النانومتر، وهي أصغر وحدة قياس مترية، فالنانومتر هو واحد على المليار من المتر، وبصورة أسهل نستطيع القول بأن: الميكرومتر يساوي ألف نانومتر. ويهتم هذا العلم بتصنيع الآلات والأدوات والمواد إلى الدرجة النانوية المتناهية الصغر وغير القابلة للملاحظة بالعين المجردة. ويمكن مقارنة حجم الجسم النانوي بالنسبة للأجسام الصغيرة المرئية بالعين المجردة ، مثل النسبة بين حجم كرة القدم وحجم الكرة الأرضية. وترجع فكرة التقانة النانوية إلى الفيزيائي الأمريكي ريتشارد فاينمان الحائز جائزة نوبل عام 1959. وفي عام 1986، وضع عالم الرياضيات الأمريكي إيريك دريكسلر أسس هذا العلم في كتابه «محركات التكوين»، الذي بسط فيه الأفكار الأساسية للتقانة النانوية، ولاسيما أنّ العلماء اكتشفوا أنّ بعض المركبات عندما تصنع بأحجام متناهية الصغر فإنها تكتسب خواص فريدة. وعلى الرغم من تطابق التكوين الكيميائي في الحالتين فإنّ المادة في حالتها المتناهية الصغر تكتسب صفات وخواص كهربائية وضوئية ومغنطيسية استثنائية، نتيجة للترتيب الجديد الذي اتخذته الذرات. وتستخدم التقانة النانوية الخصائص الفيزيائية المعروفة للذرات والجزيئات لصناعة أجهزة ومعدات جديدة ذات سمات غير عادية ، فمن خلال استخدام هذه التقنية يصبح بالإمكان إعادة بناء جزيئات أي مادة وتشكيلها حسب ما نريد، فأي مادة في الكون تتكون من ذرات وجزيئات، فإذا صار بإمكاننا إعادة تشكيل هذه الذرات والجزيئات، فربما كان بالإمكان إعادة بناء وصناعة كل ما نريد!

التقدم العلمي

العدد (66) أكتوبر 2009

ملف العدد <<<

د. ليلى صالح العلي

التقانة النانوية.. مسيرة وتطبيقات 8

تطبيقات نانوية عسكرية

التقانة النانوية وتطبيقاتها في الطب النانوي

أنابيب الكربون النانوية في الستيل والسيف الدمشقيين

التقانة النانوية.. لدفع قاطرة التنمية

د.محمد شريف الإسكندراني

التقانة النانوية والصناعة النفطية

م. محمد القطان

النانو تكنولوجي.. عالم صغير ومستقبل كبير

أحمد عبد الحميد

مقالات العدد <<<

المصادم الهدروني العملاق

د. رضا عبدالحكيم رضوان

تضخم غدة البروستاته.. التشخيص والعلاج

د. زينب الصعبي

البوتوكس.. نافورة الشباب

د. عصام البحوه

ذوبان ثلوج القطب المتجمّد الشمالي.. كابوس مرعب قادم

أحمد حمادة

إجراءات السلامة في المباني العالية — 68

م. محمد طاحوس الطاحوس

قمامة في الفضاء — 72

ميسون أحمد ماردیني

الاهتداء بالنباتات طريقة مضمونة لكشف المعادن — 78

م. محمد عبدالقادر الفقي

الزراعة الزرقاء .. ثورة قادمة — 84

عبدالرحمن الحمادي

الفم والأسنان في التراث الطبي الإسلامي — 98

د. محمد فؤاد الذاكري

إصدارات

أصدرت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي كتاب جديداً بعنوان (البصائر في علم المناظر) لكمال الدين الفارسي (ت 1319م) وتحقيق الدكتور مصطفى الموالدي، وذلك ضمن سلسلة التراث العلمي العربي.

ونهج المؤلف في كتابه الذي جاء في نحو 480 صفحة من القطع المتوسط منهجاً علمياً دقيقاً، إذ إنه اعتمد الملاحظة والاستقراء والقياس والتجربة لاستخلاص نتائجه.

ويقسم الكتاب إلى قسمين، تناول الأول (المبادئ)، وتضمن ثلاثة مصادرات وثلاثة فصول، على حين تطرق القسم الآخر إلى (المطالب)، وتضمن مقدمة وأربعة مقاصد وخاتمة.

ملف العدد

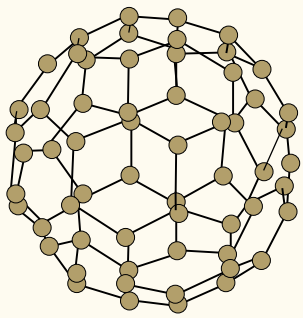
التقانة النانوية.. البداية والتطبيقات

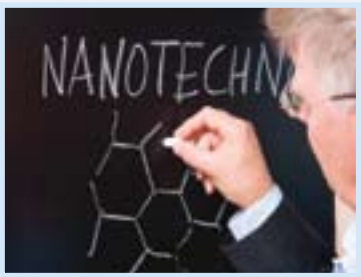
تتجه الصناعات المختلفة اليوم نحو الحصول على هياكل أصغر، ويمثل ذلك الاتجاه العام السائد بين معظم تلك الصناعات وبخاصة في قطاع صناعة الإلكترونيات الدقيقة، كما يتضح من الزيادة السريعة في القدرة الحوسبية عبر تصغير الشيبات والشرائح المستخدمة في الحواسيب، ونجم عند ذلك زيادة عدد الترانزستورات في حيز صغير مع تصغير الحجم قدر المستطاع. والأمر لا يختلف بالنسبة للمواد والخامات التي تسير أيضاً في الاتجاه نفسه، نحو التصغير.

مجلة التقدم العلمي تطرح في هذا العدد ملفاً كاملاً عن هذه التقانة الفريدة التي تعد بفتوحات علمية في مجالات شتى لهذا القرن.

التقانة النانوية مسيرة وتطبيقات

د. ليلى صالح العلي





التقانة النانوية.. لدفع قاطرة التنمية

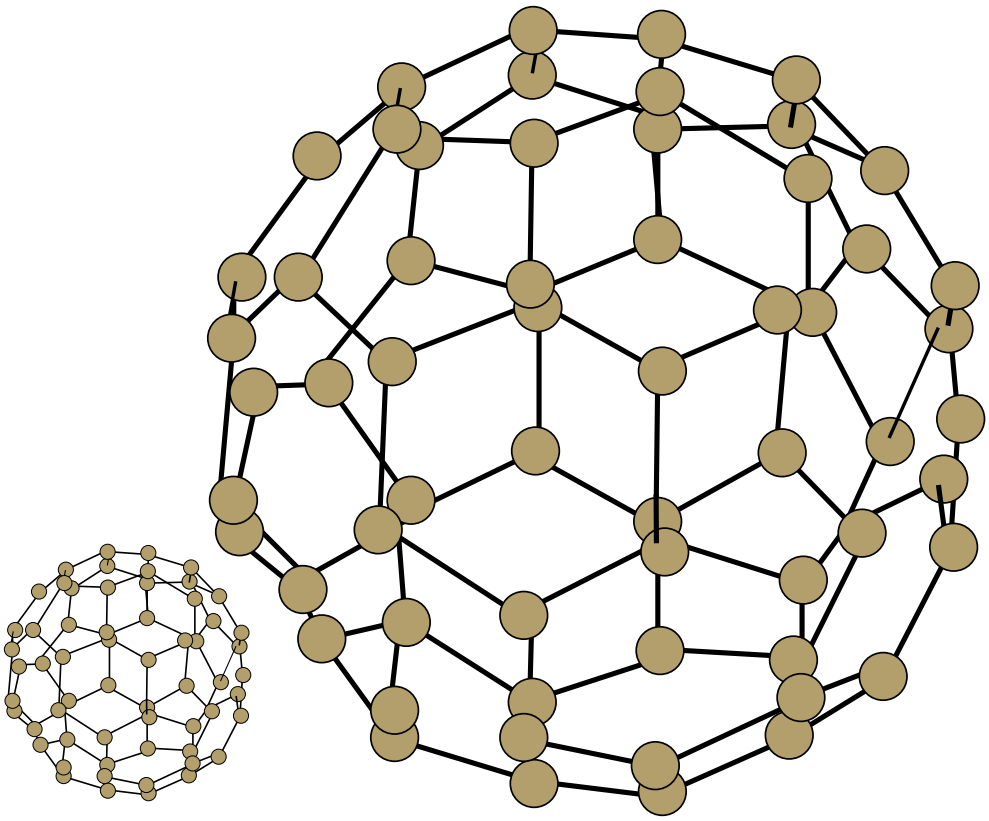
د. محمد شريف الإسكندراني

التقانة النانوية في الصناعة النفطية

م. محمد القطان

التقانة النانوية

النشأة والمسيرة والآفاق

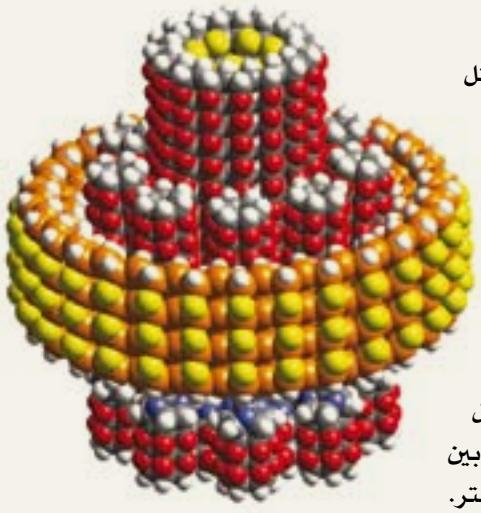


د. ليلى صالح العلي

إذا كانت مسيرة العلم تقدمت بخطى وئيدة في العصور السابقة، وكانت تتحفنا بين فينة وأخرى بفتح علمي جديد، فإنّ العلم في العصر الحديث يشهد تسارعاً كبيراً في كل ميادينه، ويتحفنا كل يوم بتطور جديد في أحد المجالات حتى لا يكاد المرء يستطيع ملاحقة كل التطورات والابتكارات بل الاطلاع عليها. والتقانة النانوية (النانوتكنولوجي) أحد التطورات المهمة في حقل من حقول المعرفة والتقانات التطبيقية يغطي موضوعات شتى، لكن القاسم المشترك بينها هو أنّها تهتم بالسيطرة على المادة عند مقياس يمثل أجزاء من الميكرومتر الواحد، عادة من 1 إلى 100 نانومتر، وتصنيع أجهزة ذات تطبيقات خاصة بهذا المقياس أيضاً.

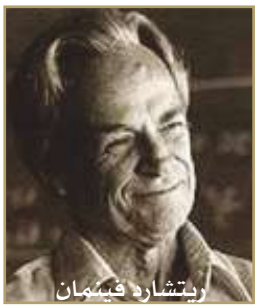
وأساس عمل هذا الحقل الجديد هو إعادة ترتيب الذرات لتصنيع جزيئات جديدة ذات مواصفات جديدة محددّة ومخطط لها. ويجب أن لا يستغرب القارئ من ذلك، فمعروف جيداً لدى الاختصاصيين أهميّة ترتيب الذرات في الجزيئة، وكيف أنّ ترتيبها بصورة معينة يعطي تلك الجزيئة صفات فيزيائية وكيميائية معينة، وأنّ هذه الصفات تعتمد كلياً على الترتيب الذي تتخذه الذرات لتشكيل تلك الجزيئة، وأفضل مثال نضربه هنا؛ هو أنّ الحجر الكريم (الألماس) والفحم الذي هو وقود رخيص كلاهما كربون، لكن ترتيب الذرات في جزيئة الألماس يختلف عن ترتيب الذرات في جزيئة الفحم.

كلمة نانو هي..



بادئة prefix (أي إنها كلمة تلصق بأول كلمة أخرى) لتجعلها تعني أو تمثل جزءاً واحداً من ألف مليون (مليار) جزء من ذلك الشيء، فمثلاً لو قلنا (نانوغرام) فإن ذلك يعني أننا لو قسمنا الغرام إلى ألف مليون جزء وأخذنا جزءاً واحداً فقط من هذه الأجزاء فإنه سيمثل (نانوغرام)، وعلى المنوال نفسه لو أخذنا متراً واحداً وقسمناه إلى ألف مليون جزء فإن الجزء الواحد من هذه الأجزاء يمثل (نانومتر). أما البادئة (ميكرو) فإنها تعني جزءاً من مليون، فإذا قلنا (ميكرومتر) فإن ذلك يعني جزءاً واحداً من مليون جزء من المتر. والميكرومتر الواحد يساوي ألف نانومتر، أو أن النانومتر الواحد يساوي واحداً من ألف من الميكرومتر. ولكي نأخذ فكرة عن وحدة قياس الأطوال الصغيرة هذه نقول إن المسافة بين ذرة كربون وأخرى في جزيء الكربون تراوح بين 12 و15 نانومتراً، وقياس قطر شعرة رأس الانسان هو في حدود 2000 نانومتر.

أدرك العلماء منذ أربعينيات القرن العشرين أن ترتيب الذرات بصورة محدّدة سيغير من الصفات الفيزيائية والكيميائية للمادة، فانبثقت فروع جديدة للمعرفة، مثل الكيمياء الجزيئية وفيزياء الجزيئات لتتعمق في هذا المجال وتغنينا بدراسات مهمة جداً تختص بالجزيئات وصفاتها الكيميائية والفيزيائية، وصفات الأواصر بين الذرات المكوّنة للجزيئات، وجرت دراسات مهمة عن عناصر موجودة في الطبيعة بأشكال جزيئية مختلفة. كذلك فكّر العلماء في إمكانية قيامهم بترتيب الذرات بالشكل الذي يتيح لهم الحصول على جزيئات جديدة غير موجودة في الطبيعة. ووردت إشارة إلى ذلك للمرة الأولى في محاضرة لعالم الفيزياء الأمريكي ريتشارد فينمان في 1959/12/29، حيث أشار إلى إمكانية التحكم في إعادة ترتيب الجزيئات والذرات في المادة من مقياس معين إلى مقياس أصغر ثم إلى مقياس أصغر فأصغر.. إلى أن نصل إلى القياس المطلوب، لكنه لم يعط تسمية للموضوع. وظهرت تسمية التقانة النانوية (النانوتكنولوجي) لأول مرة عام 1974 في جامعة طوكيو للعلوم، وذكرت أن هذه التسمية أطلقت على بحث جديد في أحد أقسام الهندسة في الجامعة لفصل أو ربط أو تغيير المادة بمقدار ذرة أو جزيئة واحدة. وفي ثمانينيات القرن العشرين تطور هذا الحقل تطوراً لافتاً بعد عدد من المحاضرات وعدة كتب صدرت في هذا الميدان، ومنها كتب للدكتور إريك دريكسلر، مثل: العصر القادم هو عصر التقانة النانوية، مكائن خلاقة، تصنيع منظومات نانوجزيئية.


ريتشارد فينمان

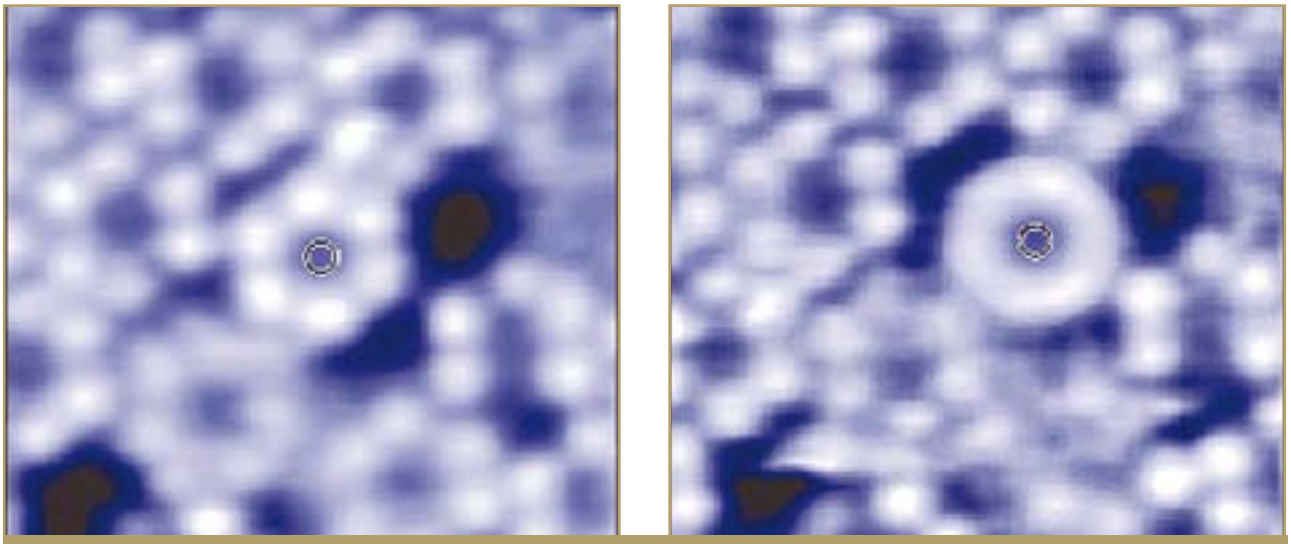
اريك دريكسلر

ومما أعطى دفعاً قوياً للموضوع في بدايات ثمانينيات القرن العشرين، فتسبب في زيادة عدد الاكتشافات في هذا الحقل وتسهيل وتسريع فهمنا للخواص الذرية والجزيئية للمادة، فتحان علميان جديدان هما: «علم التجمعات الجزيئية» وابتكار وتصنيع «المجهر (الميكروسكوب) النفقي الماسح STM». وأهم ما أدى إليه هذان التطوران اكتشاف وظهور ما يسمى بأنابيب الكربون مع اكتشافات أخرى. ثم ظهرت البلورات النانوية شبه الموصلة، وأدت الأبحاث أيضاً إلى زيادة سرعة ظهور جسيمات نانوية لأكاسيد المعادن وظهور ما يسمى «النقاط الكمية».

تصنيف الأبحاث الحالية

يعتبر مصطلح التقانة النانوية» مصطلحاً فضفاضاً ويحوي الكثير من الحقول الجانبية، والكثير من هذه الحقول يتداخل بعضها مع بعض بصورة يصعب التمييز فيما بينها. ومن أهم هذه الحقول الجانبية:

- حقل المواد النانوية:يعنى هذا الحقل بخواص المواد ذات الأبعاد النانوية للاستعمالات المختلفة، مثل أنابيب الكربون النانوية والجسيمات النانوية والقضبان النانوية..الخ.
- حقول التشكيل من الأسفل إلى الأعلى: تستند التقانات هنا إلى تجميع الذرات والجزيئات لتشكيل كينونة أكبر، ومن أهم الأمثلة هنا محاولة تركيب مواد جديدة من أحماض أمينية.
- حقل التشكيل بالنزول من الأكبر إلى الأصغر: تستند التقانات هنا إلى تصنيع أجهزة صغيرة جداً مبتدئين بأشياء أكبر، ومن أمثلة التصنيع هنا تصنيع المعالجات الميكروية



صورتان بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح تظهران عجلة جزيئية في حالة سكون (يسار) وفي حالة دوران (يمين)

للحواسيب وأجهزة التحكم بأبعاد تقرب من 100 نانومتر مبتدئين من قطعة سيليكون كبيرة نسبياً.

- حقل التصنيف حسب الوظيفة: تستند التقانات هنا إلى التصنيع رغبةً بوظيفة محددة بغض النظر عن التقنية المستعملة، وهل هي التشكيل من الأسفل إلى الأعلى أم النزول من الأكبر إلى الأصغر، ومن أهم الأمثلة هنا حقل الإلكترونيات الجزيئية التي تسعى إلى تصنيع أجزاء إلكترونية نانوية مثل ما يعرف حالياً باسم «العربة النانوية».
- حقل التأثيرات المجتمعية والتوقعات المستقبلية: وهذا الحقل يركز على تأثيرات التقانات النانوية على المجتمع وأفكاره أكثر من اهتمامه بكيفية إتمام التصنيع.

> **كلما صغر حجم الجزيئات زادت نسبة المساحة السطحية إلى الحجم مما يُسرع التفاعلات الكيميائية**

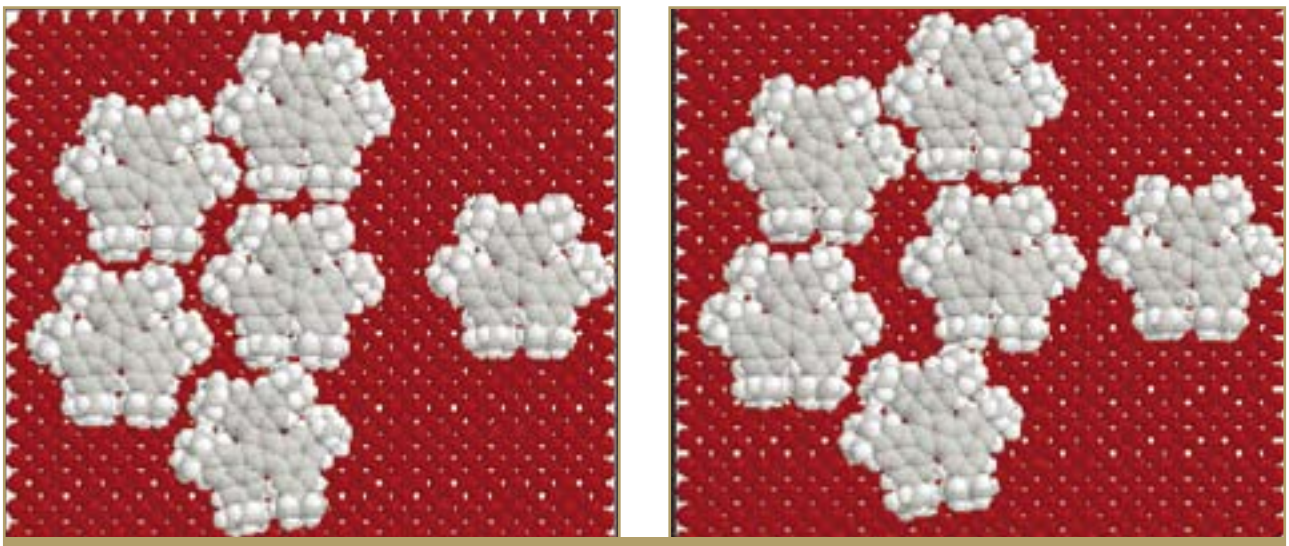
أهم الأجهزة المستعملة

من أهم الأجهزة المستعملة في بحوث هذا الحقل وفي التصنيع النانوي:

- مجهر (ميكروسكوب) القوة الذرية AFM: يتكون من رأس ميكروي مرتبط بذراع عتلة صغيرة جداً تتحرك على السطح المراد دراسته، والوجه الثاني من العتلة تنعكس منه أشعة ليزر نحو محسات ضوئية.
- مجهر (ميكروسكوب) نفقي ماسح STM: يدرس هذا المجهر سطوح المواد على مستوى نانوي، ويستعمل كذلك لتصنيع بعض الأدوات ذات المقياس النانوي. وهو مجهر غير بصري (لا يستعمل منظومات

مفاهيم أساسية

الخاصية التي يستند إليها هذا العلم هي حقيقة أنه كلما صغر حجم الحبيبات Par-ticles زادت نسبة المساحة السطحية إلى الحجم والتي وجد أنها تساعد على سرعة التفاعلات الكيميائية، وكذلك حقيقة بروز أكبر لبعض الظواهر الفيزيائية، مثل بروز لتأثيرات قوانين الميكانيك الإحصائي والميكانيك الكمي، وهذه التأثيرات لا تظهر بالذهاب من الأحجام الاعتيادية إلى مقياس الميكرو ولكن تظهر بالوصول إلى مقياس النانو. ومن التأثيرات الملاحظة أيضاً تحول بعض المواد إلى الشفافية (مثل النحاس)، وتحول بعض المواد الخاملة إلى مواد سريعة التفاعل (مثل البلاتينوم)، وتحول بعض المواد المستقرة إلى عكس ذلك (مثل الألمنيوم)، وتحول بعض المواد من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة في درجات حرارة اعتيادية (مثل الذهب)، وتحول بعض المواد العازلة إلى مواد موصلة (مثل السيليكون). وقد وصل علم الكيمياء التركيبية إلى درجة من التقدم بحيث أصبح من الممكن تشكيل أي جزيئة بأي شكل نشاء، وهذه الطرق تستعمل اليوم لتصنيع منتجات كيميائية مفيدة مثل بعض الأدوية ومواد التجميل وبعض اللدائن. ومن الطموحات في هذا المجال تصنيع جزيئات ترتب نفسها ذاتياً، تماماً كما تفعل بعض الإنزيمات الطبيعية التي تعرف الكيفية والمكان اللذين تؤثر فيهما. ويأمل العلماء الحصول على مصنعات حيوية تشبه الطبيعية في عملها وهيكلها الجزيئي.



تحوي الصورتان محاكاة تم تكوينهما بواسطة الحاسوب

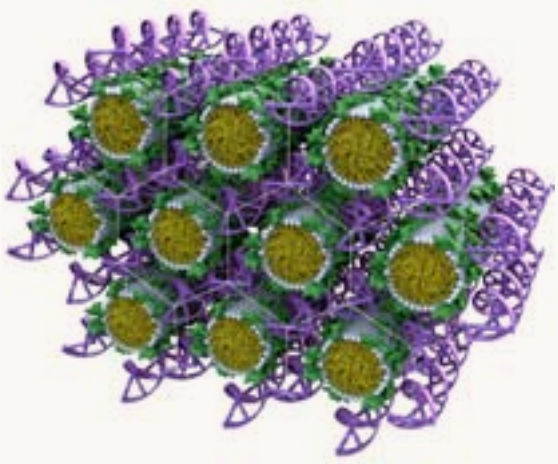
هينريك روهرر وجيرد بينينغ

بصرية من العدسات أو المرايا) يقوم بمسح سطح المادة قيد الفحص بواسطة مسبار Probe كهربائي يلتقط التيارات الكهربائية الضعيفة التي تسري بين رأس المجس والسطح، ورأس المجس دقيق جداً ويتكون من ذرة واحدة. واخترع جيرد بينينغ وهينريك روهرر هذا المجهر عام 1981، وهما باحثان في مختبرات آي بي إم في زيوريخ بسويسرا، وقادهما هذا الاختراع إلى الحصول على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1986. ويتيح هذا الجهاز التعرف إلى مناطق الكثافة الكهربائية العالية، وهذا يعني مناطق الذرات والجزيئات على السطح قيد الفحص.

القلق من عصر التقانات النانوية

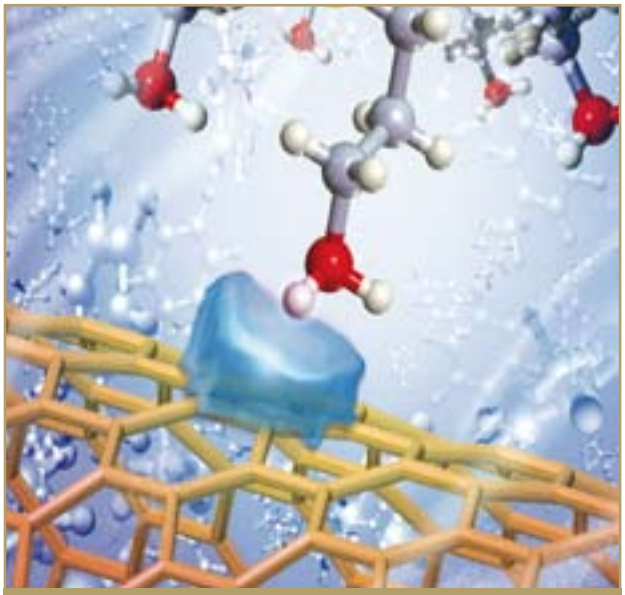
ثمة قلق كبير من توسع تطبيقات التقانات النانوية، وهذا القلق موجود على مستويين؛ أحدهما يتعلق بصحة وبيئة المواطنين المستفيدين حالياً والمستفيدين مستقبلاً من هذه المواد والتقانات، والآخر يتعلق بمصير الدول والشعوب بعد عدة سنوات من الآن والتي لم تبدأ بالدخول إلى موضوعات كهذه حالياً. وسنتكلم عن هذين الأمرين بالتفصيل:

- القلق حالياً هو على سلامة الناس من التأثيرات الجانبية للمواد النانوية؛ فمن المعروف لدى العلماء أنه عند الذهاب إلى أحجام صغيرة جداً فإن نسبة المساحة السطحية إلى الحجم تزداد، وهذا بدوره يزيد من القابلية للتفاعلات الكيميائية والنشاطات الحيوية وهذه تؤدي إلى أمور عدة منها زيادة القابلية للتأكسد، وزيادة

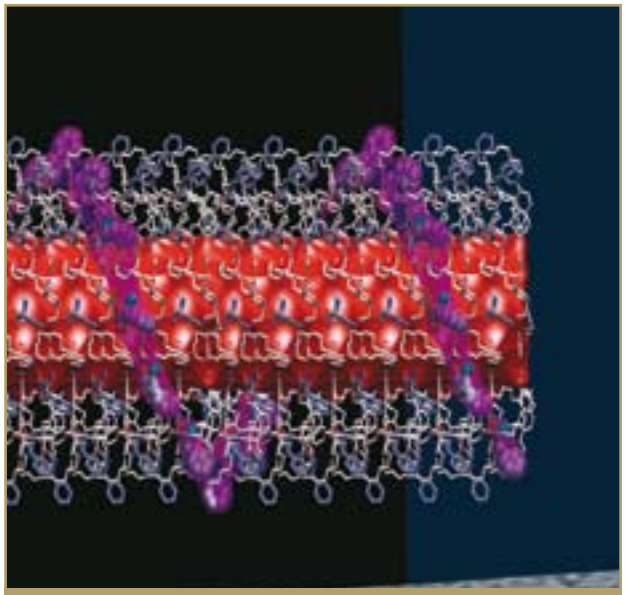


وحالياً فإنّ تسمية «التقانات النانوية الجزيئية» تعني «التصنيع الجزيئي» أو تعني «المكائن النانوية» التي تصنّع التشكيل المطلوب أو الجهاز المطلوب ذرة - ذرة، وهذا يجب أن لا يختلط في أذهاننا مع التقانات المألوفة لتصنيع مواد نانوية مثل أنابيب الكربون النانوية والجسيمات النانوية. وأنابيب الكربون هذه ظهرت حديثاً وتمتاز بارتفاع نسبة الطول إلى نصف القطر، مثلاً نصف القطر نانومتر واحد والطول مليمتران، وتمتاز كذلك بظهور خواص كهربائية فريدة مما يجعلها مهمة جداً في مجال الميكروإلكترونك.

وأظهرت دراسات عدد من الباحثين أنه بالرغم من الأساس الجزيئي للموضوع فإنه يمكن تطبيق مفاهيم من الهندسة الميكانيكية في هذا المجال الجزيئي، فصمموا مبدلات الحركة والمحركات وساندات الحركة على مستوى جزيئي.



التقانة النانوية تسبب قلقاً بيئياً ومستقبلياً لكنها تبقى حاجةً أساسية في كثير من المجالات

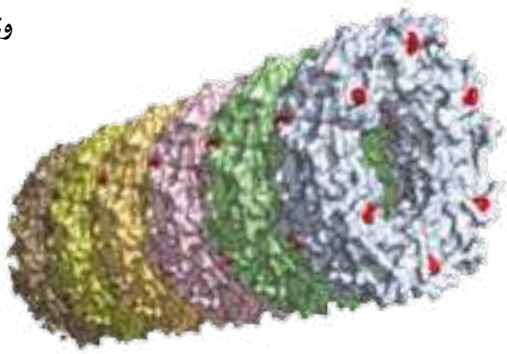


نموذج لسلسلة بوليمر لفّت بشكل حلزوني على أنبوب كربون نانوي

تكوين جذور حرة مع ظهور تحسسات والتهابات واحتمال تخريب للبروتين وللأغشية وللحمض النووي.
فالحجم المتناهي الصغر للجسيمات النانوية يسمح لها بالوصول بكل سهولة إلى مجرى الدم والقلب والكبد والكليتين والدماغ والجهاز العصبي.

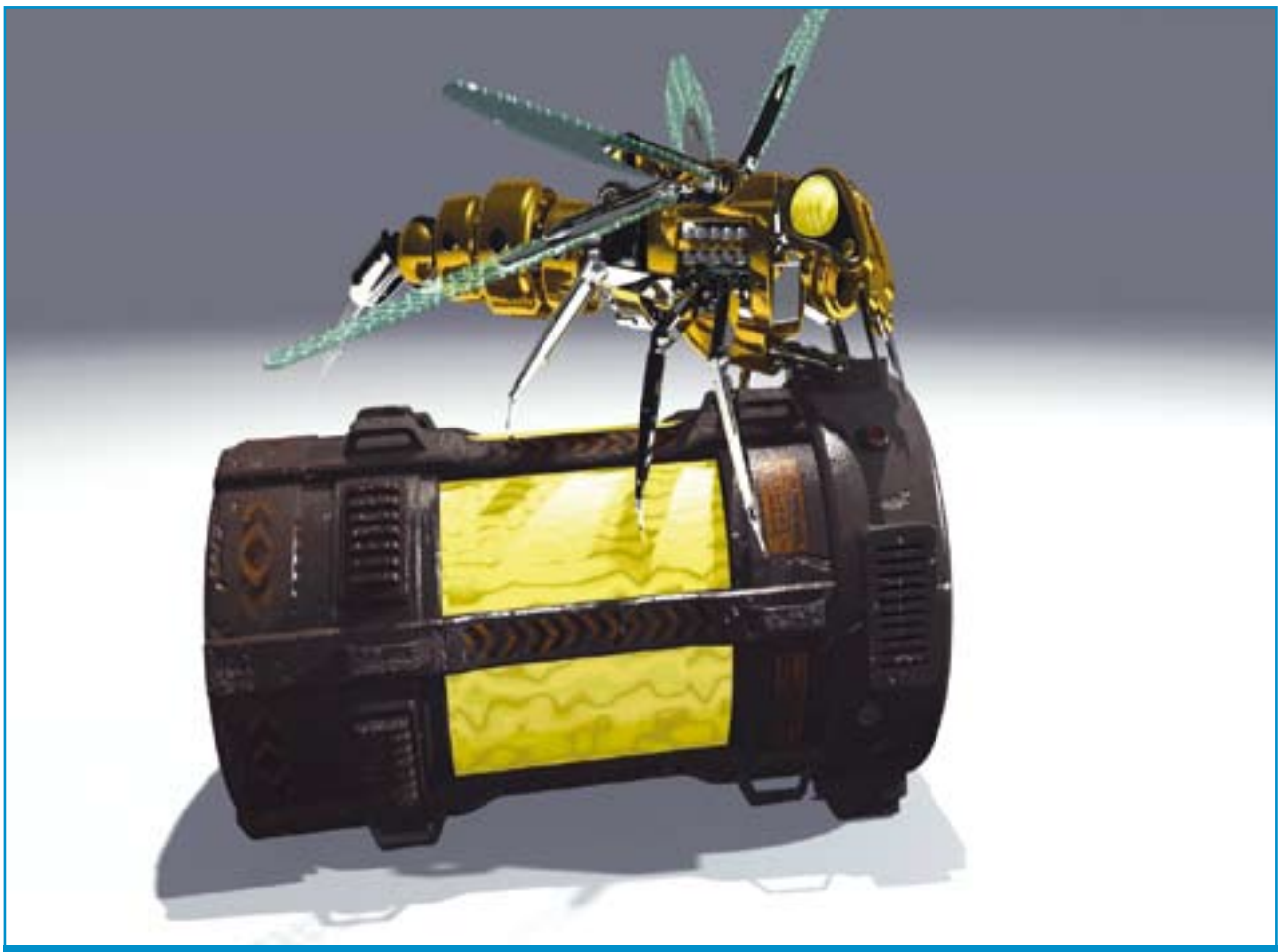
• النوع الآخر من القلق هو قلق مستقبلي بسبب تأثيرات المواد والتقانات النانوية في المجتمعات والدول المختلفة. ويرى علماء الاجتماع وبعض المنظمات المدنية أن عهود التقانات النانوية ستبنى تدريجياً، كما بنيت الثورة الصناعية في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، إلى أن تتجمع كل الأساسيات اللازمة لظهور ثورة نانوية تغير اقتصادنا وتجارتنا العالمية وسوق العمل والعلاقات الدولية والنسيج الاجتماعي والحقوق المدنية والعلاقة مع الطبيعة والبيئة ونظرتنا إلى أنفسنا كبشر. بل إن بعض علماء الاجتماع ذهبوا إلى أكثر من ذلك فقالوا إننا مقبلون على «تسونامي تقني».

> **الثورة النانوية ستقوم بتغيير الاقتصاد والمجتمع والتجارة وسوق العمل والعلاقات مع الطبيعة**



ويرى المتفائلون بالعصر النانوي، ومنهم كثير من الحكومات، أن هذا العصر سيوفر بيئة نظيفة وماء نقياً وطعاماً معالجاً ومصادر طاقة أكفأ وأرخص، وغلالاً زراعية أوفر وأطعمة ذات قيمة غذائية أكبر، وإمكانية تصنيع أعضاء حية من جسم الإنسان من أجل استخدامها كبديل من الأعضاء التالفة، وتوفير مساحات خزن أكبر لخزن معلومات وبيانات الحواسيب.
أما المتشائمون فيرون أن قدوم هذا العصر سيؤدي إلى توسيع الفجوة الاقتصادية والاجتماعية بين أفراد المجتمع الواحد وكذلك بين المجتمعات المختلفة، وأنّ الحقد سيزداد من جانب من أزيحت أعمالهم ومنتجاتهم وخدماتهم على من ازداد ثراؤهم نتيجة سيطرتهم على الصناعة النانوية. ويرون أيضاً أن الفجوات التقنية والحضارية بين الشعوب ستتوسع بصورة واضحة بسبب تطوير التسليح العسكري البيولوجي، وكذلك بسبب تطوير أجهزة ووسائل التجسس من جانب الدول المتقدمة بالاعتماد على التقانات النانوية.

تطبيقات نانوية عسكرية



تسعى المؤسسات العسكرية لتصنيع ما يعد خرقاً هائلاً لمنظومات نانوية هجومية لها شكل وحجم حشرة اعتيادية تطير وتستطيع مطاردة الخصم ومتابعته وتصويره بل وحتى قتله

مع زيادة المعلومات والبحوث في مجال تعيين الخواص المتميزة والفريدة للمواد ذات القياس النانوي؛ بدأت التطبيقات العسكرية لهذا الفرع الجديد من المعرفة بالظهور بصورة متسارعة لدى عدد من وزارات الدفاع والمؤسسات العسكرية الأخرى في الدول المتقدمة. وعلى سبيل المثال تسعى بعض المؤسسات العسكرية لتصنيع ما يعد خرقاً هائلاً لمنظومات نانوية هجومية لها شكل وحجم حشرة اعتيادية تقوم بالطيران، ولها قدرة على مطاردة الخصم ومتابعته وتصويره، بل وحتى قتله.

ومن أهم تطبيقات المنظومات الإلكتروميكانيكية الميكروووية أو النانوية في المنظومات العسكرية؛ العتاد والوقود والطعام وطرق للدعم اللوجستي أكثر ذكاء وكفاءة.

كلفت مراكز بحثية كثيرة مهمة تصميم بذلة المحارب للقرن الحادي والعشرين، بحيث تكون خفيفة الوزن وتتيح حماية عالية للمحارب حيث ترفق بها خدمات طبية وغذائية ومصادر للكهرباء والطاقة وتكييف هواء إضافةً إلى تسهيلات تتيح تحليلات مختبرية علمية. والوصول إلى أهداف تطبيقية كهذه يعني دراسة مواد جديدة ذكية تتكيف مع محيطها ودراسة محسات لها القدرة على تحسس مواد الأسلحة البيولوجية والكيميائية، وهذه جميعاً يجب أن تكون خفيفة الوزن ومضادة للرصاص ولأنواع الشظايا المختلفة. وهناك أيضاً محاولات لتضمين عدة المحارب محسات لكشف الجروح والكسور ومواد تعمل على معالجتها بشكل سريع، مثل مواد تساعد على التصلب السريع من أجل معالجة الكسور. ومشروعات البحث هذه ستتضح نتائجها قريباً جداً، أي خلال سنوات وليس عشرات السنين، وكمثال على ذلك فإن أحد هذه المشاريع أحيل في الولايات المتحدة منذ عام 2002 إلى معهد إم آي تي الشهير. إضافة لذلك هنالك تركيز على أبحاث لتطوير العلاقة بين الإنسان والمحسات والأجهزة التي يتعامل معها مثل جعل المعلومات تصل بشكل مباشر إلى شبكية العين أو الأذن، وإذا نجحت هذه الأبحاث وتحقق ما كانت تهدف إليه، فإنها ستطبق في ميادين شتى من أهمها مشاريع غزو الفضاء. وسيتم تطوير كاشفات إلكترونية نانوية تعمل بدل الكلاب البوليسية، وهذه لن تخدم الأعمال العسكرية فقط بل ستستعمل في المطارات والنقاط الحدودية أيضاً.

وقالت إحدى الشركات المتخصصة والمتعاقدة مع الجيش الأمريكي إنها خلال عام 2004 أصبحت قادرة على إنتاج 1200 كيلوغرام شهرياً من مسحوقي الألمنيوم النانوي والنيكل النانوي (قطر الجسيم النانوي منه في حدود 8 نانومترات) وذلك من أجل تصنيع ذخيرة ومتفجرات أفضل. وطريقتهم لا تعتمد سحق قطع صغيرة من المادة كما كان يفعل سابقاً، بل يقومون بتبخير المادة إلى جسيمات ذرية ومن ثم ترسيبها وخلطها مع غاز الأكسجين لتكوين غلاف

مسحوق وأقراص نيكل نانوي

لها يمنع التصاق بعضها ببعض مجدداً.

وكما نعلم فإن التطبيقات العسكرية لا تعني ذخيرة فقط وإنما تعني الكثير مما يساعد على البقاء في الميدان في حالة من الراحة والسيطرة والتفوق، ومن أولويات التطوير بهذا الصدد تقوية أبدان المركبات العسكرية من أجل التقليل من عدد الإصابات وحجم الخسائر. والمثال الآخر هو خلية الوقود، فأفضل خلايا الوقود حالياً هي من البلاتين لكن البلاتين له مساوئ كثيرة أهمها أنه غالي الثمن وثقيل الوزن ويفقد كفاءته تدريجياً؛ لأنه يتكربن خلال دورته الحرارية.

وكذلك يجري العمل في جامعة ميلون على تطوير تقنيات لتصنيع خلايا وقود سيكون لها تأثير كبير في البيئة والاقتصاد العالميين. ومن بين مختلف خلايا الوقود، فإنّ خلية وقود الميثانول حظيت باهتمام كبير؛ لاستعمالها الميثانول السائل. ولكنّها ما زالت تحتاج إلى تطوير أكثر خصوصاً فيما يتعلق بكثافة الطاقة والاستقرارية. فمثلاً وجد أنّ سبائك Pt - Ru مثالية من ناحية كونها مساعداً في التفاعل الكهربائي لكن الكلفة العالية لتصنيع خلايا الوقود هذه وتعقيد طريقة تفريغها تجبر على البحث عن بدائل للمادة وبدائل للطريقة.

ويأمل الباحثون باستعمالات أخرى لسبائك النيكل النانوي والألمنيوم النانوي نظراً لصلابتها ومقاومتها للحرارة، كاستعمالاتها مثلاً في بناء هياكل طائرات وحافات أجنحة وفي مد الأنابيب. وهي كذلك حاجز مانع جيد للمجالات الكهرمغنطيسية لأن المسحوق النانوي منها مغنطيسي. ويمكنها أن تكون كواشف جيدة لبعض السموم البيولوجية مثل الأنثراكس، ويمكن كذلك أن تستعمل كمرشحات من السموم يستعملها المحارب لتنقية الماء والهواء.

الأسلحة القذفية

تزداد الحاجة لأسلحة قذفية ذات جسم أكثر متانة وأقل وزناً وأكفأ عملاً وأكثر راحة عند مقارنتها بشريحة واسعة من الأسلحة القذفية الأخرى. وقد وضع الباحثون هذه الأهداف نصب أعينهم لتحوير الألياف والمنسوجات والمعادن والمواد غير العضوية بإضافة مواد نانوية إليها من أجل تحقيق هدف أو أكثر من تلك الأهداف. فمثلاً، يطور باحثون في إحدى الجامعات مزيجاً من جسيمات نانوية مع بوليمرات تُنتج عند ارتطامها بالهدف بسرعة عالية جداً مادة جديدة لها ضغط هائل. وهذا التفاعل يساعد على وقف مقذوفات العدو من خلال امتصاص طاقتها واستعمالها لتفاعلات كيميائية تؤدي إلى تكوين منطقة صلبة وقوية قادرة على وقف تلك القذيفة. وطور باحثون آخرون مائعاً يحوي جسيمات نانوية يتصلب عند الارتطام.

بحوث القوة الجوية

لم تتراجع القوة الجوية يوماً عن البحث لتطوير كل ما يتعلق بالطائرات، سواء كان ذلك يتعلق بمحركات أو أبدان أساطيلها من طائرات أو مقاتلات. وجاءت التقانة النانوية والمواد المتناهية الصغر لفتح آفاق جديدة للمهتمين بتطوير القوة الجوية، بل يتوقع أن تؤدي إلى إحداث ثورة تقنية في عالم القوة الجوية تؤدي إلى تطورات لافتة. ولقد بلغ إنفاق الولايات المتحدة منذ عام 2003 على بحوث التقانات النانوية ما بين 4 و10 أضعاف إنفاق بقية دول العالم مجتمعة، ونسبة الإنفاق على البحوث الخاصة بالاستعمالات العسكرية من هذه المبالغ نحو 35%، ورغم ذلك فإنّ دولاً أخرى ولاسيما الصين وروسيا تسعى إلى استخدام التقانات النانوية بصورة سريعة جداً، وقد تتمكن من اللحاق بالولايات المتحدة في وقت قصير، وهذا سيؤدي إلى سباق تسلح بالأسلحة النانوية ما لم تظهر محددات عالمية تحد أو تمنع ذلك. ويمكن لمركبات ميكروية أن تهاجم البنية التحتية والسلاح والبشر في جهة الخصم. ويمكن لهذه التقنيات الميكروية والنانوية أن تساهم بصورة فعالة في تسهيل تصنيع الأسلحة النووية، ولكنها بهذا التسهيل ستساهم في زيادة عدم الاستقرار وإضعاف ضبط النفس وتعزيز حسنات الضربة الأولى.

كفاءة الأسلحة النانوية

يتوقع خبراء الدراسات المستقبلية أن تغير التطبيقات العسكرية للتقانات النانوية ميزان القوى العالمي؛ لأن تنوع وتوسع التجهيزات العسكرية حينها سيتيح خيارات أكثر تتعلق بطريقة الرد على أي اعتداء. ويعلق أحد الخبراء على ذلك بالقول إنّ التقانات الإلكترونانوية ستزيد من قوة الولايات المتحدة في وقت السلم وفي وقت الأزمات والحروب؛ لأن الحواسيب النانوية وسرعة المعلومات المتدفقة وكثرتها ستساهم بشكل أكفأ وأسرع في البحث عن النشاطات المعادية، وستساهم محسات المخابرات ومنظومات العزل في عزل حركة الخصوم. وفي ساحة معركة تقليدية قد تسهم التقانات

لا يقتصر تطوير التجهيزات العسكرية على تطوير ملابس ومعدات المحارب وإنما يتعداه لتطوير مركباتهم وجعلها أكثر متانة من خلال زيادة مسامية وصلابة أبدانها

> سرعة تطور التقانة النانوية العسكرية قد تؤدي إلى سباق تسلح نانوي عالمي

النانوية في تصنيع أسلحة مقاومة للدروع تكون صغيرة الحجم ورخيصة الثمن وفائقة الدقة، وهذا سيتيح تغلب جيش صغير نسبياً على جيش كبير مسلح بالكثير من الأسلحة التقليدية. وفي مستوى الصراعات النووية فإنّ التوجيه والقيادة بواسطة حاسوب نانوي وتصنيع مكائن نانوية سيجعل من الأسلحة النانوية أسلحة ذكية توجه نحو أهداف محددة فتصيبها بدقة عالية. كذلك فإنّ عملية إثراء الصواريخ والقذائف بالتقنيات النانوية سيجعلها تصيب أهدافها بدقة عالية.

مختبر متنقل

يستعمل جهاز المطياف الكتلي من قبل الكيميائيين والفيزيائيين وغيرهم من الباحثين للتعرف إلى مكونات مادة ما، وهذا الجهاز بصري إلكتروني دقيق وغالي الثمن ويثبت في المختبر ولا يسمح بانتقاله من مكان إلى آخر خوفاً من تأثر دقته في الكشف عن مكونات المادة قيد الدرس. أما الآن فإنّ العلماء يعملون على تصنيع مطياف كتلة ميكروي يصنع من مواد نانوية ويتيح حدود تحليل تقل عن طول الموجة الساقطة. ومن أوائل المنتجات على النطاق التجاري رقيقة محلل الطيف الفائق الصغر القليل الثمن. وحجم هذه الرقيقة لا يتجاوز بضعة مليمترات مكعبة، وهو أقل من عُشر الحجم المتوقع. وثمة محلل طيف طورته جامعة في الولايات المتحدة يوفر حساسية عالية. ويمكن استعمال محلل الطيف هذا في عدد من التطبيقات مثل مراقب متحكم صحي نقال وككاشف للغازات، ومثل استعماله ككاشف ألوان فائق الدقة. ويتوقع أن يكون حجم مبيعات رقائق محلل الطيف في عام 2012 أكثر من مليار دولار أمريكي على اعتبار أنّ متطلبات التصنيع وجاهزية السوق لن تستغرق أكثر من ثلاث سنوات.

جسيمات نانوية لشحن البطاريات

يعاني المُحارب الحالي ثقل وكثرة ما يضطر لحمله في ميدان القتال، فهو يحمل حاسوباً مع عدد من البطاريات

الخلايا الشمسية الجديدة ستكون ذات كفاءة تبلغ نحو 92% وستكون بشكل قطعة بولي إثيلين منسوج فيها ملفات ذهب تستجيب للضوء المرئي ولطيف ترددات الأشعة تحت الحمراء، مما يعني أنها ستكون فعالة حتى بعد حلول الظلام

ومناظير الرؤية الليلية مع منظومات قتالية من نوع بصرية إلكترونية، لكن قريباً وربما خلال سنوات معدودة سيقل وزن ما يحمله كثيراً، والفضل في ذلك يعود لبحوث التقانات النانوية التي تعمل على تصميم وتصنيع أقطاب من جسيمات نانوية لا يزيد بعدها على 25 نانومتراً تقوم خلال دقائق قليلة، وربما ثوان فقط، بشحن البطارية القديمة، وبذلك لن يضطر لحمل عدد من البطاريات الثقيلة. والبطارية الجديدة ستكون ذات مواصفات مقاربة لمواصفات بطارية كادميوم النيكل، وهي النوع المستعمل حالياً في معظم الحواسيب المحمولة. وإذا نجح تصنيع البطارية النانوية فإنها ستمثل فتحاً في عالم البطاريات؛ لأنها تشحن إلى كامل قدرتها خلال ست دقائق فقط بدلاً من مدة الساعتين التي تستغرقها البطاريات الحالية، وخلال عمر البطارية فإنها قابلة لإعادة الشحن بمقدار 10000 إلى 20000 مرة مقابل 600 إلى 700 مرة للبطاريات الحالية. وسبب سرعة الشحن هو أنّ الجسيمات النانوية لها مساحة سطحية كبيرة نسبة لوزنها، فمثلاً الجسيمات النانووية المقترحة لبطارية المستقبل لها مساحة 100 متر مربع لكل غرام مقارنة بثلاثة أمتار مربعة لكل غرام من المواد المستعملة حالياً في تصنيع الأقطاب.

> لن يضطر المحارب مستقبلاً لحمل عدد من البطاريات الثقيلة بل سيستبدلها ببطاريات نانوية خفيفة تشحن بدقائق

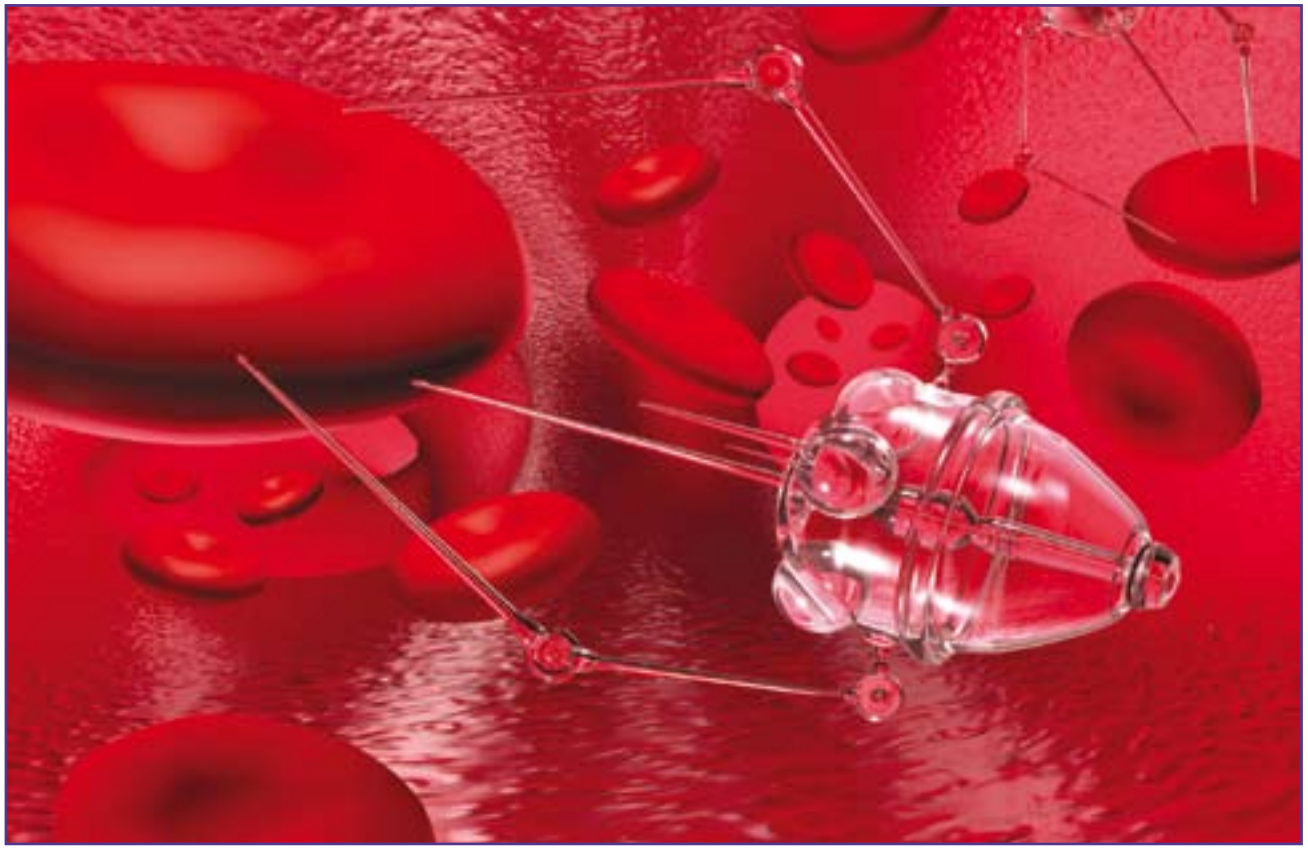
كهربائية نانوية

يعتبر تزويد المحارب بالكهرباء وهو في الميدان أحد أهم اهتمامات التجهيزات العسكرية. فقوات اليوم تحتاج لاستعمال أجهزة كهربائية في ميدان الحركة أو ميدان القتال أكثر بكثير مما كانت تستعمل سابقاً. ومن الأفكار المهمة حالياً تصنيع خلايا شمسية من المواد النانوية. فالمهندسون يعملون على تصنيع مواد تحوي مواد نانوية تمتص ضوء الشمس أو ضوء الغرفة وتقوم بتحويل الضوء إلى طاقة كهربائية. والخلايا الشمسية الحالية تبنى من سيليكون أو زجاج مما يجعلها صلبة وثقيلة الوزن. أما الخلايا الشمسية النانوية فستكون مرنة بشكل غشاء رقيق. والخلايا الشمسية الجديدة ستكون ذات كفاءة تقرب من 92% وستكون بشكل قطعة بولي إثيلين منسوج فيها ملفات ذهب تستجيب للضوء المرئي ولطيف ترددات الأشعة تحت الحمراء، مما يعني أنها ستكون فعالة حتى بعد حلول الظلام، ويؤمل عند النجاح تركيبها في مصفوفات كبيرة أن تستعمل لتزويد الطاقة للسيارات والأجهزة الإلكترونية والمنازل. وما تم تصنيعه حتى الآن يعمل بكفاءة تراوح بين 8 و10%، والعمل جار لزيادة ذلك إلى نسب أعلى، وكذلك سيحصل المحارب في ساحة المعركة على الكهرباء من أجل تشغيل الإنارة والمحسات وأجهزة الاتصالات والحواسيب. ويجري العلماء بحوثاً لإيجاد مصادر نانوية من أجل شحن بطاريات نانوية تستعمل لتسيير مركبات غير مأهولة ولتوفير مصادر طاقة كهربائية لشبكة محسات يحتاج إليها المحاربون.

تقنيات الطاقة

الطاقة مهمة جداً للمؤسسات العسكرية وغير العسكرية، وتعمل عدة مؤسسات رسمية وشركات خاصة على الاستفادة من بعض الجسيمات النانوية في شؤون تخص الطاقة، مثل خزن الطاقة وتوليدها، وكذلك تعمل على تطويعها لكي تستعملها في معالجة المياه ومنحها صفات ميكانيكية أفضل. وعملهم ينصب على تركيب جسيمات نانوية تتحلل في السوائل أو لتحضير طلاء أو لتشكيل أشكال صلبة مجسمة.

التقانة النانوية وتطبيقاتها في الطب النانوي



الطب النانوي هو التطبيقات الطبية للتقانات النانوية، ويغطي حقولاً مختلفة مثل حقل الجسيمات النانوية وحقول التطبيقات الطبية المستقبلية لامتصاص الدواء والجزيئات واللقاحات النانوية. ويركز جزء كبير من البحوث حالياً على سميّة هذه المواد النانوية وعلى تأثيرها في البيئة. وكانت المجلة العلمية (مواد الطبيعة) في عددها الصادر في إبريل 2006 قالت إن هنالك 130 نوعاً من الأدوية النانوية يتم تطويرها في العالم، وأقرت منظمة الصحة الوطنية الأمريكية في عام 2005 خطة خمسية لفتح أربعة مراكز للطب النانوي. ويتوقع حصول تقدم سريع في هذا الحقل في المستقبل القريب جداً ولاسيما فيما يتعلق بتصنيع أجهزة طبية نانوية، ووسائل بحث جديدة، وتطبيقات تجارية لمواد تجميل طبية، وظهور ما يساعد على امتصاص الدواء، وعلاجات جديدة، وتقنيات تصوير طبي جديدة تتيح التصوير الحي.

وستظهر على مدى أبعد تقانات إصلاح الخلايا الحية وكذلك روابط إلكترونية عصبية نانوية، وإذا حصل ذلك فستحدث ثورة حقيقية في عالم الأدوية والعلاج. وبلغ حجم مبيعات العلاجات النانوية عالمياً عام 2004 نحو 6.8 مليار دولار توزعت على أكثر من 200 شركة و38 منتجاً، أما ما يصرف سنوياً على البحث والتطوير فهو أكثر من 3.8 مليار دولار مما يظهر مدى تأثيرها في الاقتصاد. وأفضل ابتكار في هذا المجال هو تطوير طريقة تأثير وامتصاص الدواء، حيث ستكون جزيئات الدواء من الصغر بحيث إنها تدخل إلى داخل الخلية الحيّة وفي الوقت والمكان الذي يريده الأطباء المعالجون، وهذه نقطة مهمة لأنه حالياً يهدر نحو 65 مليار دولار؛ لأن الدواء الذي يعطى للمرضى لا يصل بكامله ولا بكفاءة عالية إلى المناطق المريضة أو المصابة.

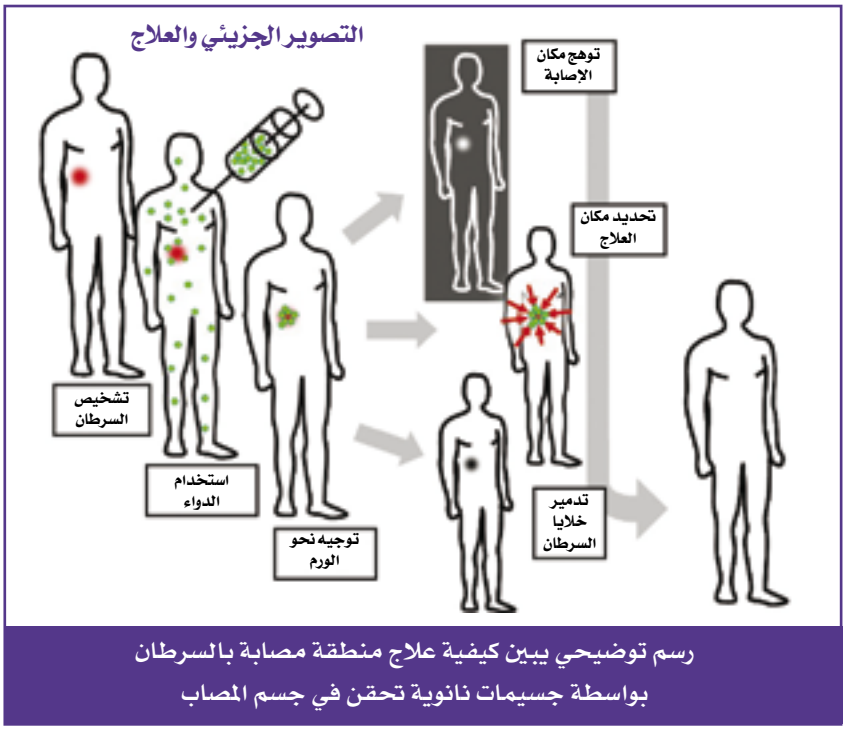
والمجال الآخر الذي يشهد تطوراً هو التصوير الحي، إذ إن وجود الجسيمات النانوية والمواد المضادة في المناطق المراد تصويرها، بتقنيات تصوير السونار أو MRI، سيكون أوضح وأكثر تضاداً.

توصيل الدواء إلى الخلايا المريضة

يحاول العلماء المختصون تصنيع منظومات تكون من الدهون أو البوليمرات النانوية لتوصيل الدواء إلى المناطق المراد بلوغها، وعادة ما تكون الخلايا الحية نفسها. وهذا مهم جداً؛ لأن الكثير من الأمراض تحدث نتيجة لخلل في داخل الخلية نفسها ولهذا يكون من المهم الوصول إلى داخل الخلية. وكذلك يمكن لبعض الأدوية أن تعطى للمريض وهي خاملة وتنشط في المناطق المصابة فقط لتفادي التأثير السلبي للدواء في بعض الأنسجة، ولهذا سيكون من أهم واجبات الطب النانوي تصنيع أدوية جديدة ذات نفع أكثر وفائدة أكبر وتأثيرات جانبية أقل.

تشخيص وعلاج السرطان

تتوهج بعض الجسيمات النانوية مثل سيليناييد الكادميوم (وهي نقاط كمية)



رسم توضيحي يبين كيفية علاج منطقة مصابة بالسرطان بواسطة جسيمات نانوية تحقن في جسم المصاب

عندما تتعرض إلى ضوء الأشعة فوق البنفسجية، وبذلك يستطيع الطبيب الجراح أن يرى التوهج في المنطقة المصابة بالسرطان، فيستفيد من ذلك في التحديد الدقيق للمنطقة المصابة المراد استئصالها. كذلك يستفيد الطبيب من رقائق محسات الاختبار النانوية التي تمتلك قابلية على تحسس البروتينات والمعلمات الحيوية الأخرى التي تخلفها الخلايا السرطانية، ويأمل الأطباء الاستفادة من هذه المحسات للتشخيص المبكر للسرطان بواسطة فحص بضع قطرات من بول المريض.

وقد أوضح فريق من الأطباء في جامعة رايس الأمريكية أنهم استعملوا طريقة جديدة عند علاجهم للسرطان في فأرة مصابة، وذلك باستعمال قشرة نانوية قطرها 120 نانومتراً ومطلية بالذهب، حيث لصقوا المضادات الحيوية في القشرة النانوية. بعد ذلك سلطوا ليزر أشعة تحت حمراء على منطقة السرطان، وهذا الليزر لم يسخّن الأنسجة الحية لكنه سخّن الذهب بما يكفي لقتل الخلايا السرطانية. وجرى في الجامعة نفسها لحم قطعتين من لحم الدجاج بواسطة لحيم عضوي، حيث وضعت القطعتان جنباً إلى جنب وقُطّر على مكان التلاصق سائل يتكون من ماء أخضر يحوي قشوراً نانوية مطلية بالذهب، وبعد ذلك تم تعريض المنطقة إلى ضوء ليزر أشعة تحت الحمراء. وهذا قد يحل مشكلة سيلان الدم من الجروح عندما يحاول الجراح إعادة خياطة الأوعية الدموية بعد عمليات عدة، مثل زراعة قلب أو كلية، فاللحيم العضوي قد يجعل الأوعية الدموية تلتئم بشكل مثالي بعد العملية.

ويعتقد العالم جيمس بيكر من جامعة متشيغان أنه اكتشف طريقة ناجحة جداً لتوصيل العلاج للسرطان بأقل ضرر إلى المنطقة المحيطة بالسرطان، ويقول إنه طور تقنية نانوية تستطيع تشخيص السرطان، ومن ثم علاجه، وهو يعتمد على جزيئة تسمى دندرماير تتميز بوجود ما لا يقل عن مئة مخلب على سطحها، وبذلك تستطيع الالتصاق بخلايا الجسم. ويقول بيكر إنه سيضع حمض الفوليك (وهو فيتامين ينتج في خلايا الجسم) على خمسة أو ستة من المخالب فقط، ولأن الخلايا السرطانية لها مستقبلات فيتامين أكثر من تلك التي تحويها الخلايا غير المصابة فإن الخلايا السرطانية ستمتص الحمض، أما بقية المخالب فيوضع عليها مضادات السرطان،

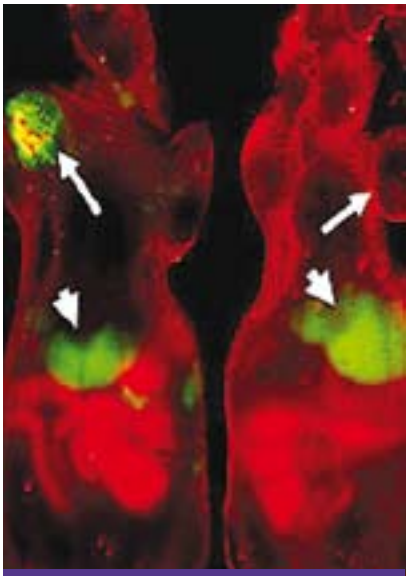
وبذلك ستمتصها الخلايا المصابة فقط لأنها وصلت إلى داخل منطقة السرطان وليس إلى أمكنة أخرى.

العلاجات المعطاة للمريض الواعي

قريباً قد نشاهد أجهزة نانوية تعمل داخل جسم المريض أثناء تصويره بواسطة جهاز الرنين المغناطيسي، خصوصاً إذا تم تصنيع هذه الأجهزة النانوية من نظير الكربون 13 بدلاً من الكربون الاعتيادي وهو الكربون 12؛ لأن الكربون 13 له عزم مغنطيسي غير صفري، حيث يحقن جسم المريض بهذه الأجهزة النانوية فتسير إلى العضو أو النسيج الذي يكون مخططاً لها الاستقرار فيه أن تستقر. فالطبيب يريد أن يكون قادراً على المسح التصويري لمنطقة معينة من الجسم من خلال رؤية الأجهزة النانوية وهي تحيط بالمنطقة المصابة (كتلة سرطانية مثلاً). والطريقة السابقة لتحديد الخلايا المراد رؤيتها هي صبغها بأصباغ تحتاج للتنشيط، كي تشع، بواسطة ضوء ذي طول موجي معين.

ومعروف لدى المختصين أنّ أصباغاً مختلفة تحتاج إلى أطوال موجية مختلفة، مما يعني حاجة الأطباء إلى أعداد كبيرة من الأصباغ، ويفكر العلماء الآن بالتغلب على هذه المعضلة باستعمال (المعلمات المضيئة) التي تلصق ببروتين يخترق جدران الخلايا الحية. ويقول الدكتور بيكر إنّ التصوير بوجود هذه المعلمات زاد من وضوح الصورة الطبية بمقدار 3 مرات. هذه النقاط الكمية قد تكون عشوائية في حجمها مما يوضح صفة جديدة لهذا المستوى من القياس، وهي أن اللون يعتمد على الحجم.

في «العلاج الضوئي» يوضع الجسيم داخل الجسم ويضاء بضوء من الخارج، فيتم امتصاص الضوء من قبل الجسيم، وإذا كان الجسيم من المعادن فإنه يسخن. كذلك يمكن للضوء أن ينتج جزيئات أكسجين ذات طاقة عالية تتفاعل مع معظم الخلايا العضوية المجاورة لها وتدمرها. ويعتبر هذا العلاج واعداً لعدة أسباب، أهمها أنه لا يخلف سمّيات في جسم المريض كما في



معلمات فلوريسينية على سطح جسيمات نانوية من أكسيد الحديد تظهر بلون أخضر براق في صورة لسرطان الثدي في فأرة

> **تطمح التقانات النانوية إلى تصنيع أجهزة تسمح بربط حواسيب نانوية بالجهاز العصبي**

العلاج الكيميائي؛ لأنه يوجه نحو الخلايا المصابة فقط.

الروابط الإلكترونية النانوية

أحد أهم طموحات التقانات النانوية تصميم وتصنيع روابط وأجهزة إلكترونية دقيقة جداً تسمح بربط حواسيب ميكروية ونانوية بالجهاز العصبي. وهذه الفكرة تتطلب أن تكون هذه الأجهزة والروابط من تراكيب جزيئية تسمح باستقبال الإشارات العصبية والسيطرة عليها بواسطة حواسيب خارجية تقوم بالتشخيص والتسجيل والاستجابة للإشارات العصبية التي يصدرها الجسم. والحاجة إلى مثل هذه التراكيب الجزيئية ملحّة؛ لأن الكثير من الأمراض تتضمن ضعفاً في أداء الجهاز العصبي إضافة إلى أن الكثير من الحوادث والجروح تضعف الجهاز العصبي وتقلل كثيراً من كفاءته أو تتسبب في شلله، ولذلك سيمثل وجود هذه الأجهزة والروابط عاملاً مهماً جداً في المساعدة على السيطرة العصبية للجسم. أما عن اختيار مصدر الطاقة فهناك استراتيجيتان مطروحتان للنقاش؛ إحداهما تستند إلى إعادة الشحن باستمرار أو دورياً من مصدر خارجي، والأخرى تهتم بتوفير الطاقة من خزين طاقة داخلية. المعضلة التي تواجه العلماء مفادها أنه في حال نجاحهم في المستقبل في تصنيع روابط وأجهزة إلكترونية جزيئية فكيف سيتخطون مشكلة التداخل مع المجالات الكهربائية ومع الإشارات الكهربائية المغنطيسية من الأجهزة الأخرى؟ وقد حدث تقدم عملي طفيف بهذا الصدد بالرغم من التقدم الملموس على مستوى البحث النظري. وربط التركيب أو الجهاز صعب جداً لأنه يجب أن يستقر بدقة متناهية في المكان المستهدف من الجهاز العصبي لكي يتمكن من الاستجابة والسيطرة على الإشارات العصبية. وكذلك مادة تركيب الوصلة يجب أن تكون متوافقةً مع جهاز المناعة للمريض من أجل أن يبقى التركيب سليماً داخل الجسم لفترة طويلة. وبالرغم من هذه الدراسات المتطورة فإنه لا يوجد جدول زمني يحدد موعداً لوقت ظهور هذه الوصلات.

ترميم الخلايا الحية

في الطب التقليدي يكون تأثير الدواء والجراحة تحفيز الأنسجة الحية إلى ترميم نفسها، أما المكائن الجزيئية النانوية التي يجري العمل على تصميمها فترمي إلى جعل عملية الترميم أكثر تموضعاً. وترميم الخلايا يصبح ممكناً إذا تمكنا من إدخال أو لصق إبر على الخلايا من غير أن نقتلها، وبهذا نقصد تمكّن المكائن الجزيئية

الإنسالات الطبية النانوية

من المتوقع استعمال الإنسالات النانوية (الروبوتات) في الطب في السنوات القريبة المقبلة، وعندها سيتغير فعلاً عالم الطب حيث ستستعمل المواد والعلاجات النانوية وتنقل بواسطة الإنسالات لتشخيص وعلاج الإصابات أو لترميمها. ويقول روبرت فريتاس من معهد تصنيع الجزيئات إن حجم الإنسالة التي ستنقل بواسطة الدم يجب أن يراوح بين 0.5 و3 ميكرومترات؛ لأن هذا هو أكبر حجم تستطيع الأوعية الدموية الشعرية تمريره. وسيكون الكربون هو العنصر الأساس الذي يستعمل في صناعة هذه الإنسالات النانوية وذلك للمتانة العالية المعروفة عنه. ويتوقع مناصرو هذه التقنيات أن يتم استعمالها لعلاج السرطانات بكفاءة عالية من غير أن تتسبب في مقتل الكثير من الخلايا السليمة كما تفعل العلاجات الإشعاعية والكيميائية المستعملة حالياً، ومن هذه الناحية فإنها ستكون علاجاً غير مسبب للكآبة للمريض، كما هي الحال حالياً خصوصاً مع العلاج الكيميائي.

نموذج إنسالات نانوية لترميم الخلايا

من دخول الخلايا من أجل ترميمها. ولما كان العلماء يعرفون أنّ كل التفاعلات الكيميائية - الحيوية تظهر أنّ المنظومات الجزيئية تميّز الجزيئات المختلفة بواسطة ملمسها، فإنها ستقوم ببناء أو أنها ستعيد بناء كل جزيئة معتلة في خلية حيّة وكذلك ستقوم بتفتيت الخلايا التالفة، وبهذا يعتقد العلماء أنه في المستقبل ستبنى مكائن نانوية قادرة على دخول الخلايا الحية على التمييز بين الصحيح منها والمعتل، ومن ثم تقوم بتحوير التراكيب.

في البداية ستكون هذه المكائن متخصصة، ولكن مع مرور الوقت - وبتقدم علم الذكاء الصنعي - ستكون مبرمجة لعمل أشياء أكثر، وبالتأكيد ستبرز الحاجة لحواسيب نانوية من أجل قيادة هذه المكائن. وستقوم الحواسيب بتوجيه هذه المكائن لفحص وإعادة بناء التراكيب الجزيئية المتضررة أو التالفة. وترميم الخلية كاملة سيكون بالعمل عليها تركيباً بعد تركيب، إذاً بالعمل على الخلايا واحدة بعد واحدة ونسيج بعد نسيج سيمكن ترميم العضو المصاب بكامله، وهكذا سيستعيد الجسم صحته.

ونذكر أنّ موجة جديدة من العلاجات والتقانات النانوية قيد التطوير، وسيكون

> **في المستقبل ستبنى مكائن نانوية تدخل الخلايا وتميز ما بين المعتل والصحيح منها**

تأثيرها في العالم مدوياً، ولن يمر وقت طويل حتى تنمو التجارة في منتجاتها من 10 مليارات إلى 100 وربما إلى 1000 مليار دولار، وما امتصاص الدواء النانوي والتصوير الحي إلا البداية.

الاتصال بالإنسالات النانوية

هناك عدة طرق مقترحة لهذا الشأن، ولكن سنأتي على وصف طريقة واحدة فقط بسبب سهولة الطريقة وسهولة وصفها؛ وتستند هذه الطريقة إلى إرسال إشارات بموجات صوتية إلى الإنسالات وهي داخل جسم الإنسان بواسطة مسبار يشبه ذلك المستعمل في السونار وبترددات تراوح بين 1 و10 ميغاهرتز، وبذلك يتمكن الطبيب المشرف بكل سهولة من إرسال أوامر أو تعليمات جديدة. وستتمكن الإنسالات من تسلم هذه الأوامر والتعليمات بواسطة محسات منتشرة على سطحها وستتعامل معها بواسطة الحواسيب النانوية التي تحملها وتتصرف تبعاً لذلك.

أما الجزء الآخر من العملية فهو كيفية تسلم الطبيب الرسائل الصادرة عن الإنسالات، والجواب السريع عن ذلك هو أنه يمكن ذلك أيضاً عن طريق الموجات الصوتية. ولكن الدراسات والحسابات المتاحة حالياً عن المولدات الصوتية الميكروية في محيط مائي لن تسمح بمدى بث يزيد على بضع مئات من الميكرومترات لكل إنسالة نانوية، لذلك سيكون من الملائم تأسيس شبكة اتصالات داخل جسم الإنسان تقوم بجمع الردود الواصلة من الإنسالات وتمريرها إلى موقع مركزي حيث يستطيع الطبيب التعامل معها ومعالجتها. ويأمل العلماء أن لا يستغرق زرع شبكة كهذه داخل الجسم أكثر من ساعة وأن لا تزيد الحرارة الناتجة عنها على 60 واط، علماً أن الحرارة الناتجة عن النشاطات الطبيعية للإنسان تبلغ نحو 100 واط.

الأخطاء الممكنة أثناء المعالجة

قبل أن نتكلم عن الأخطاء الطبية نقول إن هناك تخوفاً من قيام الإنسالات الطبية بتدمير الحمض النووي للخلية أو الخلية الحيّة نفسها، فلطالما كان الإهمال واللامبالاة مصدري قلق للعاملين في المجال الطبي، لذلك سيكون حدوثهما محدوداً وقليلاً جداً في عصر التقانات النانوية الطبية ولا يختلف عما هي الحال الآن. وقد تأتي الخطورة من أمكنة لم تكن متوقعة قط، فمشكلات المنافسة الحيوية لها تفسير واضح والحواسيب النانوية ستتيح تعاملاً أميناً وصحيحاً وسيمكن إعادة برمجتها حتى أثناء عملها الذي برمجت عليه أولاً، وبخاصة إمكانية وقف عملها إذا حدث خطأ ما، أما الفائضة عن الحاجة فسيمكن توجيهها إلى أمكنة طرح الفضلات الطبيعية. وأكثر المشكلات المتوقعة هي تلك التي ستنجم عن التعقيدات في عمل بلايين الإنسالات النانوية التي تحاول العمل بعضها مع بعض لإصلاح خلل معقد ومحدد خلال فترة زمنية قصيرة، وأحد تلك التعقيدات هو التداخل غير المتوقع بين ماكينة نانوية وأخرى. وربما سيكون أحد المعايير العالمية عند قدوم عصر الطب النانوي هي أن يكون الطبيب قادراً على إيقاف عمل الإنسالات النانوية حينما يشاء.

جهاز المناعة الطبيعي والإنسالات

لعل أول سؤال يتبادر إلى أذهان الناس من المرضى والعاملين في مجال الطب النانوي هو: ألا يهاجم جهاز المناعة الطبيعي الإنسالات النانوية الطبية حال دخولها الجسم؟ والجواب عن ذلك هو: إن ردة فعل جهاز المناعة على الأجسام الغريبة تكون في الأساس قائمة على غرابة سطوح تلك الأجسام الدخيلة، أما في حالة الإنسالة النانوية فالأمر يعتمد كذلك على حجمها إضافة إلى قدرتها الحركية وطبيعة سطحها وعوامل أخرى. رغم ذلك فمشكلة رفض الجسم لها، من ناحية المبدأ، لا تختلف عن رفض الجسم للأعضاء المزروعة، وربما كانت

قد يؤدي العلاج بالإنسالات الطبية إلى تدمير الحمض النووي للخلية الحية تماماً كما تدمره الإشعاعات الضارة

> **الطب النانوي سيقضي على عدد من الأمراض ويسمح بتوسيع قدرات البشر العقلية**

أبسط من ذلك لأن الكثير منها ستبقى في الجسم لفترة محدودة جداً.

إنّ تفاعل الخلية الحية مع محيطها يسيطر عليه بالدرجة الأساس الجدار المزدوج للخلية الذي يوضح التركيب الجزيئي المعقد لهذا الجدار. وقد لاحظت الكثير من الدراسات التجريبية أنه كلما كان سطح الإنسالة النانوية ذي الهيكلية الماسية ناعماً ومثالياً كان نشاط الرفض والتليّف محدوداً. لذلك يأمل الباحثون أنه إذا ما تم النجاح في الإكساء الألماسي بالدقة المالية المطلوبة فإنَّ السطح الخارجي سيكون أملس بدرجة تقرب من واحد نانومتر. ونظراً لطاقة السطح العالية جداً للألماس المحَيّد ونظراً لعدم التصاق السوائل به فيكاد يكون السطح الخارجي للإنسالة النانوية الطبية خاملاً تماماً. وعلى الرغم من ذلك، وحتى لو أثبتت السطوح الألماسية المثالية أنها ليست خاملة تماماً - كما كان مأمولاً - فإنه يمكن العمل على إدارة السطوح غير الخاملة. وبالطريقة نفسها يمكن العمل على تجنب تأثيرات الصدمة والحساسية.

أكبر فائدة للمجتمع البشري

أول فائدة للطب النانوي ستكون اختفاء عدد من الأمراض وآلامها ومعاناتها وتوسيع قابليات البشر وقدراتهم، وخصوصاً العقلية. وسبب هذا القول إن خازن البيانات في الحاسوب الميكروي سيكون بحجم خلية واحدة من كبد إنسان (نحو 8000 ميكرون مكعب) ولكنه سيكون قادراً على تخزين معلومات بقدر ما موجود في مكتبة الكونغرس الأمريكي. ولو تم زرع هذا الحاسوب الميكروي في مكان ما من دماغ الإنسان مصحوباً بالرابط الملائم فإنه سيتيح سرعة وصول عالية جداً للمعلومات. وستكون سرعة إجراء العمليات في وحدة المعالجة المركزية بحدود 10 مرفوعة للأس 13 عملية/ثانية وهي سرعة تساوي تقريباً السرعة التي يتيحها دماغ الإنسان بكامله. إضافة إلى ذلك فإن الحرارة الناتجة عن حاسوب نانوي واحد لن تزيد على 0.001 واط على حين أن الدماغ البشري ينتج حرارة تبلغ نحو 25 واط.

ولكن على المدى الأبعد يأمل علماء الاجتماع وصول المجتمع ككل إلى عصر سلام دائم. فهم يعتقدون أن الإنسان عندما يجد نفسه يسكن ويلبس ويأكل جيداً وأن ذكاءه ازداد وثقافته ممتازة، وأنه يعيش عيشة صحية وسعيدة؛ فإنه لن يجد أي دافع لخوض أي حرب تجعله يخسر كل أو بعض هذه الامتيازات.

أنابيب الكربون النانوية في الستيل والسيف الدمشقيين

سكين ذات نقش مائي

سيف دمشقي قديم

سيف روسي من القرن 19 بنصل من ستيل دمشقي

الستيل الدمشقي هو ستيل (حديد مقوى) استعمل في الشرق الأوسط ما بين عامي 900 و 1750 للميلاد لصناعة السيوف، وكان أول ظهوره في مدينة دمشق في سورية. وامتازت تلك السيوف بحدتها وقوتها ويزعم أنها كانت من القوة والحدة بحيث إنها كانت تقطع السيوف الأوروبية بل وتقطع حتى الصخور، كذلك امتازت هذه السيوف بنمط محدد من النقش على نصلها (وكثيراً ما بيعت سيوف أخرى تحمل نمط نقش مختلف على أنها سيوف دمشقية مع أنها ليست كذلك). وإحدى النظريات عن صلابة الستيل الدمشقي تقول إنه يحوي كمية قليلة من فلز الفناديوم الذي يسبب صلابة النصل. أما أصل التسمية فهو واضح (أي نسبة إلى دمشق)، ويشير العالم الكِنْدي إلى أن بداية صنع السيوف كانت في دمشق، على حين يقول العالم البيروني إنّ الحداد الذي صنعها في البداية كان يدعى الدمشقي. وتم في تجربة حديثة، مبنيّة على فحوصات ودراسات بالمجهر الإلكتروني على عينات لنصول سيوف دمشقية أثرية، الحصول على سبيكة ستيل مقاربة جداً لتلك التي صنعت منها السيوف الأثرية.

عرف منذ ذلك الزمان البعيد أن إضافة 2% من الكربون إلى الستيل تنتج سبيكة تمتاز بالصلابة العالية على حين تنتج إضافة 0.5 % من الكربون إلى الستيل سبيكة ناعمة وهشة. والتحدي الذي كان يواجه صانع السيوف أنه يحتاج لصنع سيف قوي جداً ولكنه مرن في الوقت نفسه كي لا ينكسر إذا ارتطم بمعدن آخر خلال المعارك، والوصول إلى توازن كهذا كان صعباً جداً بل غير ممكن في العمليات الاعتيادية لصنع السبائك. وقد وجد أن النسبة 1.8 % كانت سائدة في السيوف الدمشقية الأثرية.

و تبقى طريقة تصنيع السيوف الدمشقية غير معروفة بالضبط حتى الآن، غير أنها كانت تسمح للكربيد بأن يترسب كحزم صفائحية مكونة من جسيمات مكروية مرتبة بشكل دوامات في نصل السيف، مما يعطي صلابة عالية على حين أن الحزم الأخرى من الستيل الناعم هي التي تتيح للسيف ككل أن يكون مرناً، والنتيجة هي ظهور نقش مائي مميز على النصل. والنقش المائي لم يبق مقتصراً على السيوف وإنما تعداه ليظهر على سكاكين وأدوات أخرى. وبمناسبة نمط النقش، فقد كان النمط الشائع هو ما يسمى (درج محمد) Mohammed's Ladder وهو على شكل حزم عرضية يتم تكوينها، في معظم الأحيان، بتكوين دوامات بأشكال

دائرية على سطح السبيكة، ومن بعد ذلك يتم تشكيل السبيكة على شكل نصل بواسطة المعاملة الحرارية والثني والطَرق، علماً أن هذه هي الطريقة التي استعملت حديثاً لإعادة تصنيع السيف من جانب مجموعة بحث في جامعة درسدن للتقنيات في ألمانيا، وأن هذه الدوامات الدائرية هي التي تؤدي إلى درجات مختلفة من الصلابة بين القمة والقاعدة، وبذلك يُسيطر على حجم جسيمات الكربيدات في هذه المناطق مما يؤدي إلى ظهور الحزم. وكذلك اكتشف هؤلاء العلماء، باستعمالهم تقنيتي الأشعة السينية والمجهر الإلكتروني لمكونات سيف دمشقي أثري، وجود أنابيب وأسلاك كربونية نانوية. ويقول بيتر بوفلير Peter Paufler أحد أعضاء فريق البحث إن هذه التراكيب النانوية هي التي أعطت السيف الدمشقي ميزاته من الصلابة والحدّة. والاكتشاف الحديث لوجود أنابيب الكربون في تركيبة الستيل أدى إلى ظهور فرضية جديدة مفادها أنه كانت تتكون لدى الحدادين القدماء - ربما بالمصادفة ومن خلال خلط الخامات أو من خلال المعاملة الحرارية أو الصهر أو الظروف المحيطة..إلخ من مراحل التصنيع للسيف - أنابيب كربون نانوية، مما يؤدي إلى سيوف ذات مواصفات خارقة.

انتهاء تقنية صناعة السيف الدمشقي

لأسباب غير معروفة على وجه التأكيد انتهى العمل بتقنية صناعة السيف الدمشقي نحو عام 1750 للميلاد، وعلى الأغلب كان ظهور البارود والمدافع هو أحد أهم الأسباب، وقد يكون السبب الآخر هو نضوب مصادر الخامات التي تحوي آثاراً بسيطة من فلز التفنستين و/أو فلز الفناديوم. فستيل الوُتز يمتاز بوجود نمط من الحزم من الكربيد الميكروبي تتشكل بشكل مصفوفات ذات شكل محدد. والكربيد في الكيمياء هو مركب من الكربون مع عنصر آخر أقل منه في قيمة الكهربائية السالبة electronegative، والكربيدات مهمة جداً في الصناعة مثل كربيد الحديد الذي يدخل في تراكيب الستيلات لتحسين صفاتها، وكربيد الكالسيوم الذي يدخل في عدد كبير من الصناعات الكيميائية. أما الكهربائية السالبة فهي صفة تحدد قابلية الذرات لاقتناص إلكترونات، وأول من اقترحها واستخدمها هو العالم لويس بولينغ Linus Pauling عام 1932 وأعطى تفاصيل كيفية حسابها من صفات أخرى بحيث يكون الناتج من دون وحدات.

أنابيب الكربون النانوية

تعتبر أنابيب الكربون النانوية شكلاً من أشكال الكربون ومن عائلة الفوليرين.

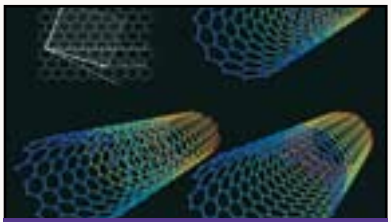
والأحادي السطح منها عبارة عن صفيحة كربون مستوية سمكها ذرة واحدة ملتفة لتشكل أسطوانة من غير خط لحيم قطرها ذو قياس نانومتري ولها نسبة طول إلى قطر تراوح بين 100 و10000. ولهذه الأسطوانات صفات فريدة لا تتوافر في الأشكال الأخرى من الكربون أو المواد الأخرى مما جعلها مفيدة لتطبيقات مهمة في التقانات النانوية والإلكترونيات والبصريات وعلوم المواد. ومن هذه الصفات الصلابة الهائلة التي تفوق صلابة الستيل بـ 30 إلى 100 مرة رغم أن كثافة الكربون أقل من كثافة الستيل بست مرات. ولهذه الأنابيب أيضاً صفات كهربائية مميزة إضافة إلى أنها موصل حراري جيد يفوق موصلية معدن النحاس.

يمكن لأنابيب الكربون النانوية أن توجد بعدة أشكال، فأولاً يوجد نوع أحادية الجدار، ومعظم الأنابيب الأحادية الجدار SWNT لها قطر يبلغ نحو نانومتر على حين أن طولها يبلغ آلاف أضعاف ذلك.

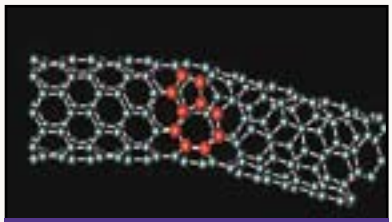
والأنابيب الأحادية الجدار مهمة جداً؛ لأنها تتمتع بخواص كهربائية فريدة لا نجدها في أنابيب الكربون المتعددة الجدران، وهي مرشحة للاستعمال في مجال الإلكترونيات الفائقة الصغر التي ستتفوق في صغرها على ما هو موجود حالياً، فمثلاً هناك مقترح لربط أنبوبين نانويين بصفات كهربائية مختلفة للحصول على ديود.

وأحد تطبيقاتها المهمة الأخرى هو اختراع وتطوير ترانزستور تأثير المجال الجزيئي FET.

أما النوع الثاني من الأنابيب فهو المتعدد الجدران (MWNT)، وهذه تتكون من عدة طبقات من الغرافيت ملتفة على نفسها لتكون أنبوباً. وهناك نموذجان يمكن استعمالهما لوصف التشكيل للأنابيب المتعددة الجدران. النموذج الأول هو نموذج أو موديل اللعبة الروسية Russan doll حيث تترتب الأسطوانات المتحدة المركز واحدة داخل الأخرى، ويدعى النموذج الثاني اللفيفة Parchment حيث تلتف شريحة الغرافيت على نفسها كما تُلف ورقة أو جريدة حول نفسها.



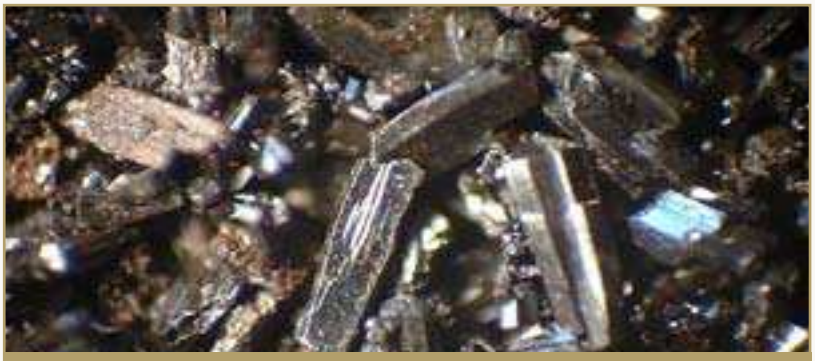
ثلاثة نماذج لأنابيب كربونية نانوية أحادية الجدار



هناك مقترح لربط أنبوبين نانويين بصفات كهربائية مختلفة للحصول على ديود

كربيد الحديد

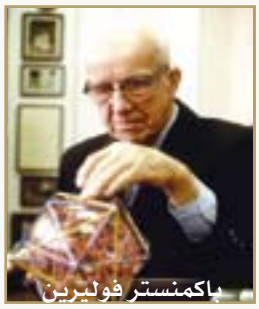
كربون الفوليرين



بلورات طبيعية للكربون 60

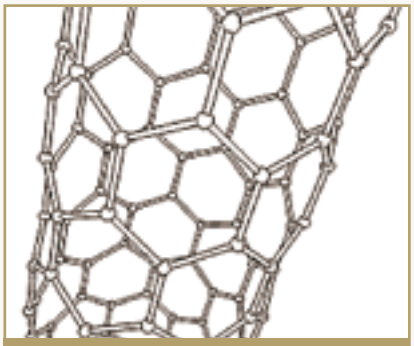
كانت كتب الكيمياء المنهجية حتى عام 1985 تذكر أن عنصر الكربون يوجد في الطبيعة بشكلين اثنين فقط هما الغرافيت والألماس. لكن اكتشاف باحثين من جامعة رايس جزيئات كربون 60 في الغبار الكوني عام 1985 أضاف شكلاً ثالثاً لهذا العنصر. وهيكلية جزيئة الكربون هذه تشبه كرة القدم، وقد أعطي لها اسم باكمنستر فوليرين Buckminster Fullerene وللاختصار غالباً ما تسمى (فوليرين) فقط، وأحياناً يعطى لها اسم التدليل (كرة باكي).

وجاءت هذه التسمية تكريماً للمعماري الأمريكي باكمنستر فوليرين المشهور بتصميمه وتنفيذه للقباب التي تشبه في مظهرها الكربون 60 مما يجعلها متينة جداً وفي الوقت نفسه خفيفة الوزن، وكما يتبين فإن كرة الكربون هذه تتشكل من حلقات كربون خماسية وحلقات كربون سداسية.

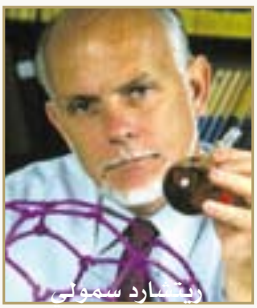


باكمنستر فوليرين

ويجب ملاحظة أنّ الفوليرينات عبارة عن عائلة من ترتيبات مختلفة للكربون النقي وليست ترتيباً واحداً. وقد وجد الباحثون أشكالاً أخرى من تجاويف كروية وبيضوية وأنبوبية تحوي 60 أو أكثر من 60 ذرة كربون تمتاز بعددها الزوجي. وذات الهيكلية الأنبوبية من هذه الأشكال تسمى أنابيب الكربون النانوية، وللتدليل تسمى (أنبوب باكي)، وقد نال العالم ريتشارد سمولي 1943-2005 أستاذ الكيمياء والفيزياء والفلك ورئيس مركز أبحاث التقانات النانوية في جامعة رايس في أمريكا عام 1996 جائزة نوبل في الكيمياء، لنجاحه هو ومجموعته البحثية في تصنيع ألياف نانوية من ضمنها أنابيب كربون نانوية وقياس بعض صفاتها الكيميائية والفيزيائية الفريدة. ومادة الفوليرين تشبه الغرافيت في تركيبها الهيكلي الذي يتألف من صفيحة تترتب فيها الذرات بشكل حلقات سداسية متراصة، لكنها تحوي إضافة إلى ذلك حلقات خماسية (وأحياناً سباعية)، وهذا الترتيب يمنع الصفيحة من اتخاذ شكل السطح المستوي كما في الغرافيت، ويجبرها على اتخاذ شكل أنبوب أو كرة أو شكل تجاويف أخرى. وتمتاز جزيئة الفلورين بأنها مكونة من 12 حلقة خماسية وحلقتين أو أكثر من الترتيب السداسي.



تخطيط لترتيب الذرات في أنبوب كربون نانوي



ريتشارد سمولي

وقد تم عزل عدد لا بأس به من الفوليرينات الميكروية عام 1990، ومنذ ذلك العام تم اكتشاف أنّ عدداً من هذه الجزيئات العضوية تمتلك صفات فيزيائية وكيميائية فريدة ترشحها لتطبيقات جديدة في الصيدلة والصناعة وعلم التركيب الجزيئي، وكذلك وجد أن بعض مركباته تمتلك صفات كهربائية ومغنطيسية فريدة مثل الموصلية الفائقة وشبه المغنطيسية (فيرومغنتزم).

أشكال مختلفة من جزيئات الكربون وهي (أ) C-28 (ب) C-32 (ج) C-50 (د) C-60 (هـ) C-70

التقانة النانوية.. لدفع قاطرة التنمية

د. محمد شريف الإسكندراني

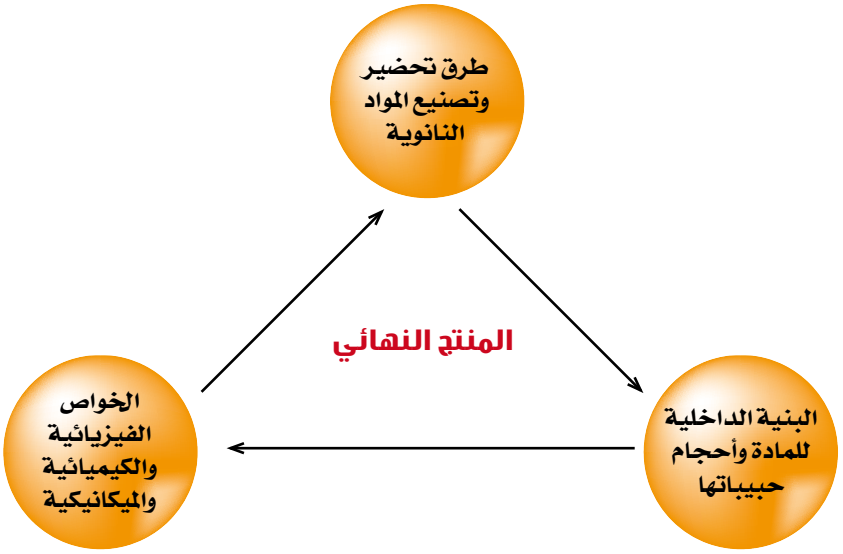
على النقيض من تقانات التصنيع التقليدية، فإن التقانة النانوية، التي تُعد تقانة التصنيع الأولى في القرن الحادي والعشرين، تتطلب - بشكل أساسي - تصغير أبعاد البنية الداخلية للمادة والوصول بأحجامها إلى أقل من 100 نانومتر.

وقد تأصلت تلك الفكرة وترسخ هذا الإيمان لدى علماء علوم المواد والباحثين من مختلف المجالات وذلك منذ محاضرة البروفسور ريتشارد فينمان في شتاء عام 1959. وقد تنبأ فينمان في محاضرته بقرب بزوغ فجر علم حديث يمثل ثورة تكنولوجية حقيقية تتيح استحداث فئات جديدة من مواد غير نمطية تحمل سمات فريدة وخصالاً متميزة لم تكن متأصلة بها من قبل، وذلك عن طريق تصغير أبعاد هياكلها الداخلية، لتكون أقل من 100 نانومتر، والتلاعب بترتيب ذراتها كي تكون على النسق الذي يتحقق معه ظهور تلك الصفات الجديدة للمادة. ومن ثم، فقد استقطبت المواد النانوية، بما لها من خواص وخصال متميزة وفريدة، عدداً كبيراً من الباحثين العاملين في كل التخصصات العلمية والتطبيقية، حتى وصلت نسبتهم في عام 2008 إلى نحو 8% من العدد الإجمالي للباحثين من كل التخصصات على مستوى العالم. وأدى هذا النهم البحثي إلى إحداث طفرة، ليس فقط فيما يختص في ابتكار أساليب وطرق لتحضير تلك المواد المتقدمة واكتشاف عائلات جديدة لها، بل في ابتكار أجهزة متطورة عالية الدقة تستخدم في توصيف وتعيين خواص تلك المواد على المستوى الذري.

تتجه الصناعات بمختلف قطاعاتها إلى الحصول على هياكل أصغر، ويمثل الاتجاه العام السائد بين معظم تلك الصناعات وخاصة في قطاع صناعة الإلكترونيات الدقيقة، كما يتضح من الزيادة السريعة في القدرة الحوسبية Computing Pow-er عن طريق تصغير الشيبات والشرائح Chips المستخدمة في الحواسيب، مما نجم عنه زيادة في عدد الترانزستورات مع تقليل في الحجم المخصص للترانزستور الواحد. والأمر لا يختلف بالنسبة للمواد والخامات التي تسير أيضاً في الاتجاه نفسه نحو التصغير، ولكن لأسباب مختلفة.

وغني عن البيان أن تصغير أحجام ومقاييس المواد إلى مستوى النانومتر ليس هدفاً في حد ذاته، وإنما هو فلسفة علمية راقية وانقلاب نوعي وعلمي على ثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية، ترمي إلى إنتاج فئة جديدة من المواد تُعرف باسم المواد النانوية، تراوح أبعادها بين 1 و100 نانومتر لتتناسب خواصها المتميزة مع متطلبات التطبيقات التقانية المتقدمة في هذا القرن، وتعزيز الأداء على نحو فريد. وتُعد المواد النانوية أحجار البناء في هذا القرن ولبناته الأساسية؛ نظراً لما لها من خواص متميزة وما تنفرد به من سمات وصفات متطورة خولتها اقتحام معظم التطبيقات في ميادين شتى.

وتشكل تلك المواد المصدر الوحيد لركن رئيسي مهم من أركان تقانات القرن الحادي والعشرين (التقانة النانوية، التقانة الحيوية، تقانة المعلومات والاتصالات) التي تُعد معياراً لتقدم وحضارة الأمم ومؤشراً إلى نهضتها. وتتنوع المواد النانوية من ناحية المصدر حيث تختلف باختلاف نسبها، كأن تكون مواد عضوية أو غير عضوية أو مواد طبيعية أو مُخلقة. وتُعد جميع أنواع المواد الهندسية المعروفة مثل العناصر الفلزية وسبائكها، وأشباه الموصلات، والأكاسيد والمعادن، وكذلك البوليمرات بمنزلة المواد الأولية التي تعتمد عليها التقانة النانوية في تحضير وإنتاج المواد والأجهزة النانوية. وتمنح المادة الصفة «النانوية» إذا ما كان مقاييس أحد أبعادها- بعد واحد على الأقل – دون 100 نانومتر.



تتوقف الخواص المختلفة للمنتج المخلق بواسطة التقانة النانوية على كيفية التحكم في البنية المجهرية الداخلية للمادة المستخدمة في تصنيع المُنتج وحجم حبيباتها وهذا بدوره يتوقف على الطريقة والأسلوب المستخدم في إنتاج المادة النانوية

> **المواد النانوية أحجار البناء في هذا القرن ولبناته الأساسية نظراً لخواصها المتميزة**

التأثير الكمي وتأثيره على الخواص

في إطار تفهمنا لميكانيكا الكم وبعد مرور قرن من الزمان على تلك النظرية الرائدة التي فجرتها جهود علماء الفيزياء الأوائل مثل «بور» و«ماكس بلانك»، و«آينشتاين» و«فينمان»، أدركنا أن تلك الخواص المتميزة التي تحتكرها المواد النانوية مثل المقاومة العالية لإجهادات الأحمال، والموصلية الكهربائية والحرارية الفائقة، والشراهة والشدة في التفاعلات الكيميائية، تأتي نتيجة مباشرة لتصغير حجم الحبيبات. ويأتي التأثير الكمي على تلك الحبيبات النانوية المتناهية الصغر ليحسن ويعزز خواصها وخصالها، وذلك وفقاً لنظرية ميكانيكا الكم التي جاءت لتصحح قوانين نيوتن الكلاسيكية. وقد أثبتت التجارب المختبرية أنه بتصغير أحجام حبيبات المادة فإن نسبة وجود الذرات على السطوح الخارجية لتلك الحبيبات تزداد زيادة كبيرة إذا ما قورنت بنسبة وجودها على السطوح الخارجية للحبيبات الكبيرة. فعلى سبيل المثال، وُجد أن نسبة وجود الذرات على السطح الخارجي لحبيبة من حبيبات فلز الحديد التي لا يتجاوز قطرها 30 نانومتراً هي 5% فقط من المجموع الكلي لعدد الذرات الموجودة في الحبيبة الواحدة، على حين تتزايد هذه النسبة لتصل إلى 50% في حالة الحبيبة التي لا يتجاوز قطرها 3 نانومترات. ووجود هذا الكم الكبير من الذرات على السطوح الخارجية للحبيبات

النانوية المستخدمة على سبيل المثال كمحفزات كيميائية في مجال تكرير البترول والصناعات الكيميائية المختلفة يزيد من فاعليتها وتحفيزها الكيميائي، إذ إنها تشارك بسطوح حبيباتها الخارجية في تلك العمليات الكيميائية. إضافة إلى أن تلك الحبيبات المتناهية في الصغر تتمتع بمساحة سطوح عالية جداً، مما يعني أنه عند استخدام كتلة وزنية معينة من المحفزات ذات الحبيبات النانوية سوف تكون لها فاعلية وشراهة أعلى بكثير من الكتلة الوزنية نفسها لنوع المحفز الكيميائي نفسه المؤلف من حبيبات كبيرة الأحجام.

ويمكن الحصول على تلك المواد النشيطة إما عن طريق تخليق الحبيبات والجسيمات الصغيرة جداً Small Particles and Clusters التي ترتفع فيها النسبة بين السطح إلى الحجم، أو عن طريق تخليق فجوات Voids داخلية في المواد، مما يعني زيادة نسبة المسامية والفراغات الداخلية لتلك المواد.

وبينما تندرج المواد المحفزة ذات التركيب المسامي النانوي مثل الزيوليت Zeolites وأكاسيد المواد غير العضوية وكذلك الكربون المسامي Porous Carbon والسيليكات الأمورفية غير المتبلورة تحت فئة المواد النانوية المسامية التركيب، فإن المواد المحفزة الفلزية النانوية الحبيبات مثل البلاتين وسبائكه تدرج في إطار فئة المواد المحفزة ذات مساحة السطوح الكبيرة.

تقنيات إنتاج المواد النانوية

على الرغم من ابتكار طرق كثيرة ومتعددة تستخدم في إنتاج المواد النانوية بمختلف فئاتها وبدرجات متفاوتة من الجودة والسرعة والتكلفة، فإن كل هذه الطرق يمكن إدراجها تحت فئتين أساسيتين هما: مقاربة التصغير من الأعلى إلى الأسفل Top-Down Approach، ومقاربة ترتيب وتجمع الذرات من القاعدة إلى القمة Bottom-Up Approach. وفي السنوات الأخيرة تم معرفة حدود وكفاءة كل مقاربة من حيث قدرتها الإنتاجية وملاءمتها في الحصول على المنتج النهائي من المواد النانوية ونوعية هذا المنتج واستخداماته.

● التصغير باستخدام تقنية «الأعلى إلى الأسفل»:

تعد هذه التقنية من التقنيات الأكثر شيوعًا واستخداماً للحصول على كميات كبيرة من مساحيق وحبيبات المواد النانوية بطرق اقتصادية، منها طريقة الطحن Milling بواسطة طواحين الكور Ball Mills، وكذلك الحث الميكانيكي المساعد للتفاعل في الحالة الصلبة. وتعتمد فلسفة هذه المقاربة على فصل الحبيبات الكبيرة عند الحدود البينية لها، وتكرار هذه العملية من خلال التحكم في زمن الطحن وسرعة الطاحونة، وذلك بغرض الوصول إلى أحجام الحبيبات المرغوب في الحصول عليها.

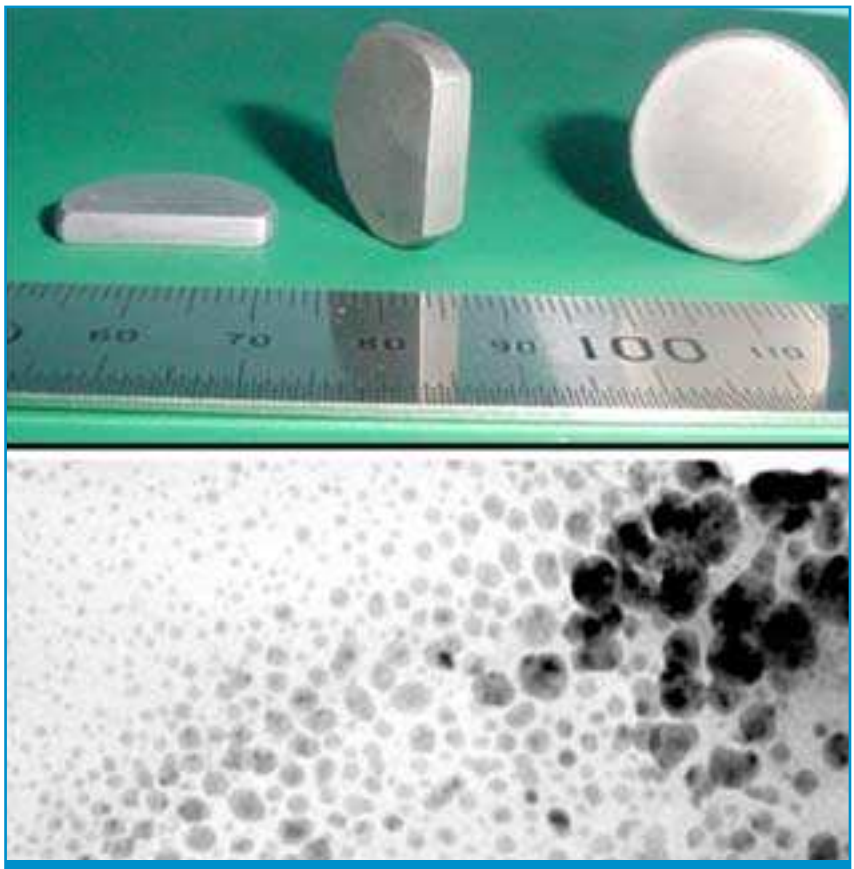
وخلال عملية فصل الحبيبات عند الحدود البينية لها يتضاعف عدد الذرات الموجودة عند تلك الحدود وتزيد من نسبة وجودها مع تكرار عمليات الفصل الميكانيكي للحبيبات المتلاصقة، مما يعني زيادة التأثير الكمي والوصول إلى خواص متميزة وفريدة للمادة.

ويتم تجهيز المنتج النهائي للمواد النانوية وفقاً للاستخدام المراد. وبينما يتم استخدام مساحيق المواد النانوية وحبيباتها في عدد كبير من الاستخدامات فإن بعض الاستخدامات الأخرى تتطلب أن يتم تجميع تلك الحبيبات في صورة صلبة متماسكة، مما يعني حتمية تجميعها عن طريق «الكبس Pressing» بشرط أن لا تفقد تلك المساحيق هويتها وخواصها النانوية.

● استخدام تقنية «من القاعدة إلى القمة»:

على النقيض من المقاربة السابقة فإن تقنية «من القاعدة إلى القمة» يتم من خلالها التعامل المباشر مع ذرات المادة أو جزيئاتها

> **تصغير الأحجام ليس هدفاً في حد ذاته بل انقلاب نوعي وعلمي على ثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية**



يوضح الشكل العلوي صورة لنموذج البطارية الهدروجينية التي تم الحصول عليها، على حين يوضح الشكل السفلي صورة مأخوذة بواسطة المجهر (الميكروسكوب) الإلكتروني النافذ تظهر أن البطارية تتألف من حبيبات نانوية كروية متجانسة الشكل تراوح أبعاد أقطارها بين 2 – 8 نانومترات وتختزن تلك الحبيبات الفلزية المتراكبة نحو 4.5 نسبة وزنية من غاز الهدروجين ويجري الآن في معهد الكويت للأبحاث العلمية تحسين هذه النسبة عن طريق استخدام إضافات أخرى إلى المادة الفلزية الرئيسية المكونة لقالب البطارية

> الطب والبيئة والماء والزراعة أبرز مجالات التقانة الحيوية النانوية في مختلف أنحاء العالم

وتحريكها، وترتيبها وتجميعها في هياكل نانوية ذرة ذرة أو جزيئة جزيئة. ويتم تحقيق وإنجاز هذا الهدف من خلال توظيف الطرق الكيميائية أو التعامل المباشر مع ذرات المادة، بحيث يتم تجميعها وترتيبها وفقاً للهيكل والشكل المراد الحصول عليه، وذلك باستخدام بعض التقنيات المتقدمة مثل مجهر (ميكروسكوب) القوة الذرية Atomic Force Microscope، أو التذرية بواسطة أشعة الليزر Laser ablation. وتعد تقنية زراعة وطبع Nano-lithography الذرات الأحادية أو الجزيئات وترتيبها بالنمط والأسلوب المناسبين من أدق وأوسع الطرق انتشاراً في تصنيع أنظمة النظم الكهربائية والميكانيكية على المستويين الميكرومتري، والنانومتري. وتفتح تلك الطريقة المجال على مصراعيه أمام الصناعات القائمة على التحكم الجزيئي للمادة التي تمثل الطور الثاني للتقانة النانوية والجيل الجديد المتقدم للمواد النانوية.

التطبيقات الحالية والمستقبلية

إن التقانة النانوية فلسفة ووسيلة تقوم أساساً على هيمنة الإنسان وتنمية قدراته في تغيير الهياكل البنائية للمواد الهندسية وتجاوز كلاسيكيات الفيزياء والكيمياء ونظرياتهما التقليدية من أجل الارتقاء بمستوى أداء الأجهزة التي تدخل في تركيبها تلك المواد، وذلك لتحقيق طفرة في التطبيقات وإضافة أبعاد مبتكرة وجديدة في مختلف الصناعات الحالية والمستقبلية. وتقدم تلك التقانة حلولاً منطقية لتراكمات معضلات المشكلات البشرية، وذلك بأساليب مبتكرة واقتصادية. ووسط هذا الخضم الهائل من المواد النانوية التي تم إنتاجها بنجاح، فإننا نجد أنفسنا وسط محيط واسع من التطبيقات المتنوعة في كل المجالات قد يصعب حصرها وإبرازها. ومن أبرز مجالات تطبيقات التقانة النانوية:

1 – البيئة والمياه:

تعد تطبيقات التقانة النانوية في مجال حماية البيئة ومقاومة التدهور البيئي وعلاجه من أبرز الاهتمامات البحثية التي تدور على قدم وساق في مدارس العالم البحثية المختلفة، وذلك يؤكد مدى قدرة هذه التقانة على إيجاد حلول عملية لمشكلات البشرية المتراكمة، ونفي شبهة اتهام تلك التقانة بأنها درب من دروب الخيال العلمي كما يحلو لبعض الناس من غير المتخصصين أن يرموها به. إن التقدم في مجال إنتاج مواد نانوية جديدة وإدخالها كي تكون المكونات الأساسية لصناعة المحسات البيولوجية أدى إلى تطوير فرع الهندسة الجزيئية، وأنعش الصناعة القائمة عليها في إنتاج محسات نانوية مُبتكرة قادرة على رصد العمليات البيولوجية والتغيرات البيئية والانبعاثات الغازية بدقة متناهية، وعند تركيزات منخفضة.

وتظهر النتائج الحديثة قدرة التقانة النانوية على إزالة الملوثات من المياه

صورة بواسطة المجهر (الميكروسكوب) الإلكتروني النافذ العالي الدقة لجزء من أداة حفر توضح تركيبها الداخلي المؤلف من عدة حبيبات نانونية الحجم لاتتعدى أقطارها 5 نانومترات. ويوضح الشكل وجود معظم ذرات المادة على الحدود الخارجية للحبيبات مما كان له سبب رئيسي في تمتعها بخواص ميكانيكية متميزة لا توجد في نظيرتها من المواد المؤلفة من حبيبات كبيرة

السطحية والجوفية من جسيمات الملوثات التي لايتعدى حجمها 200 نانومتر. ويبرز عدد آخر من الأبحاث المقدرة التي وصلت إليها تلك التقانة في إزالة العوالق والملوثات في الهواء التي لا يتعدى حجمها 20 نانومتراً. وتتيح هذه التقانة تصنيع أنظمة متقدمة مكونة من مجموعة من محسات نانوية مجمعة في جهاز واحد تستطيع اكتشاف واستشعار عدد كبير ومتنوع من الملوثات المتعددة سواء في البيئة الجوية أو المائية أو في التربة، وذلك على المستوى الجزيئي.

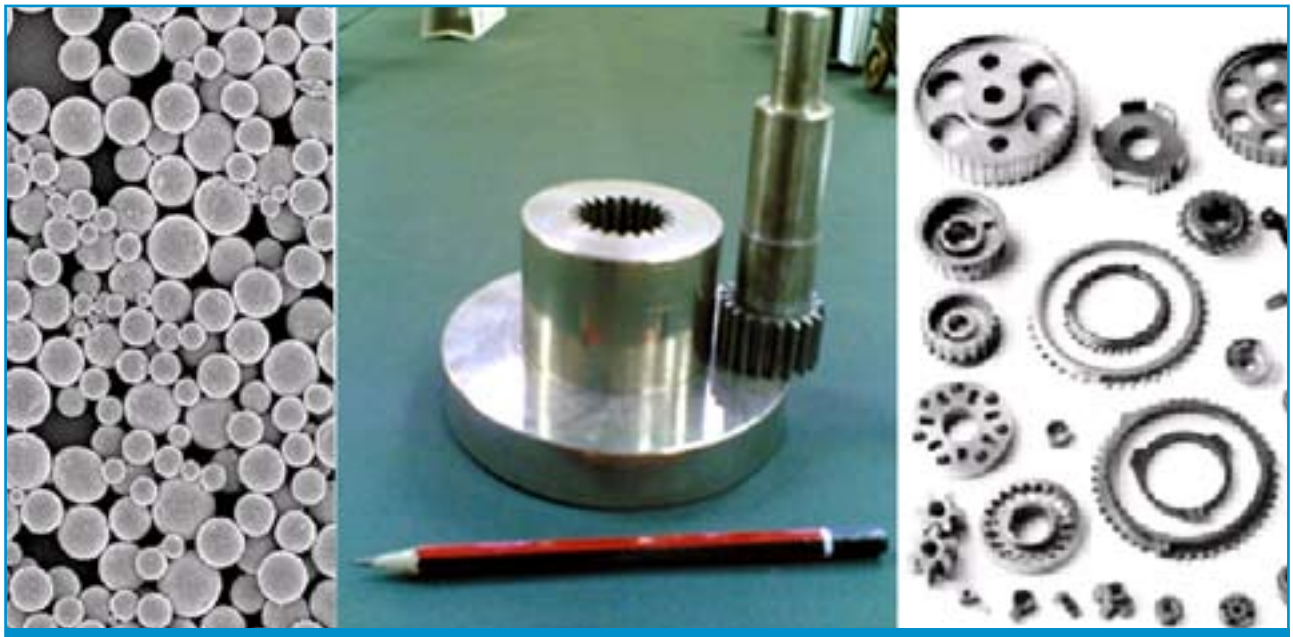
وهذا يعني زيادة قدرتنا على مراقبة وحماية البيئة، وكذلك على اتخاذ القرار في الوقت المناسب وقبل الوصول إلى مرحلة التدهور البيئي.

وتتواصل جهود العلماء في تخليق مواد نانوية جديدة وابتكار نظم حديثة تستطيع تنقية طائفة واسعة من مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي واستخلاص ما فيها من ملوثات كيميائية ضارة، وذلك عن طريق المحفزات الكيميائية والمرشحات ذات المسام النانوية. وتم ابتكار أغشية وصفائح رقيقة من المرشحات ذات النسيج الأسفنجي المكون من مسام نانوية صممت فتحاتها بدقة متناهية بحيث لاتسمح إلا بمرور جزيئات المياه على حين تفشل جزيئات وذرات العوالق الملوثة في العبور منها. وتُبشر تلك الإنجازات التقانية بقرب نجاح عمليات تدوير المياه وإعادة استخدامها مرات عدة. وهذا سيؤدي إلى تنمية القدرات ورفع الكفاءات في مجال تحلية وتنقية المياه وتوفير مياه شرب صالحة وموثوق في نقاوتها.

> الدول تتنافس للحصول على هذه التقانة لضمان مكان اقتصادي مرموق لها في المستقبل

2 - الخلايا الفوتوفولطية:

يلقى موضوع الطاقة وإيجاد طرق بديلة ومصادر فعالة للوقود الأحفوري اهتماماً كبيراً من علماء التقانة النانوية، حيث يزداد عدد الأبحاث والمشاريع البحثية والتطبيقية المتعلقة بهذا الموضوع عاماً بعد عام. وليس ثمة شك في أن هذه التقانة ساهمت وأضافت الكثير في هذا الشأن بعد أن وصل حلم استغلال الطاقة الشمسية إلى طريق مغلق، وذلك نتيجة للزيادة المستمرة في أسعار مادة السيليكون المتعدد البلورات التي غالباً ما تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية، إذ تجاوز سعر الكيلوغرام منها أكثر من 70 دولاراً اعتباراً من عام 2007 بعد أن كان سعره لا يتعدى 30 دولاراً في بداية هذا العقد من القرن الحادي والعشرين. ويُقدر الخبراء بأن يبلغ نحو 200 دولار عام 2025، الأمر الذي يلقي معه بظلال وخيمة على مستقبل هذا النوع الواعد من الطاقة المتجددة. بيد أنه منذ منتصف تسعينيات القرن الماضي، أعطت التقانة النانوية الكثير من الأمل، وذلك من خلال تقنياتها الفريدة والمخرجات الابتكارية المتعددة للمواد النانوية التي يمكن تطبيقها بكفاءة لتحل محل تقانة السيليكون الباهظة التكاليف. ومن بين تلك الخطوات الابتكارية تقنية استخدام الأغشية والرقائق النانوية وكذلك النقاط الكمية (حبيبات البلورات النانوية الثلاثية الأبعاد) من الجيل الثالث لأشباه الموصلات مثل CdTe، CdS، CdSe في



في اليمين صورة لأشكال المنتج النهائي لعدد وأدوات القطع والتروس النانوية التركيب الداخلي التي تم تجميع حبيباتها الكروية الناعمة المبينة في الصورة بأقصى اليسار عن طريق كبسها بواسطة مكبس ساخن وباستخدام أنواع مختلفة من القوالب منها ما هو مبين في الصورة التي في الوسط

تصنيع خلايا فوتوفولطية ترتفع كفاءتها إلى نحو 60%، أي ضعف الكفاءة النظرية لمادة السيليكون.

ونظرية عمل تلك الخلايا الفوتوفولطية المكونة من الأغشية والبلورات النانونة تقوم على المفاهيم الفيزيائية نفسها الخاصة لأشباه الموصلات. فعندما يتم إثارة إلكترونات التكافؤ الموجودة في مداراتها الخارجية عن طريق فوتونات الضوء الشمسي، تقوم الإلكترونات الخارجية بامتصاصه. وإذا كانت قيمة طاقة تلك الفوتونات أعلى من قيم الطاقة الخاصة بربط إلكترونات التكافؤ بالذرة، فإن ذلك ينتج عنه تحرير لتلك الإلكترونات لتغادر مستويات التكافؤ مرتقية في ذلك إلى مستوى آخر، حاملة شحناتها السلبية معها وتاركة في الوقت ذاته فجوات موجبة الشحنات. أما إذا كانت قيم طاقة فوتونات الضوء الشمسي أقل من طاقة ربط الإلكترونات الخارجية بالذرة، فإن هذا لا يؤدي إلى تحرير الإلكترونات الخارجية ومن ثم ينعدم التأثير الفوتوفولطي.

ووجود هذه الأزواج المؤلفة من الإلكترونات - الفجوات، يؤدي إلى سريان التيار الكهربائي، أو بعبارة أخرى يؤدي إلى تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية حيث يتولد اختلاف وفارق في الجهد الكهربائي بين الإلكترونات المُحررة - السالبة الشحنة - والفجوات الموجودة في المدار الخارجي - الموجبة الشحنة - ومن ثم يسري التيار الكهربائي نتيجة لهذا الفارق.

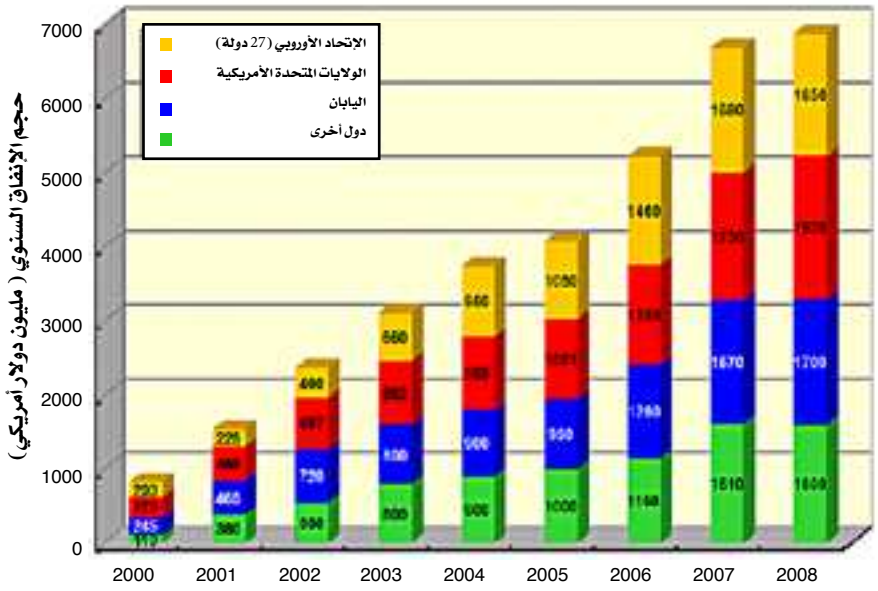
وتتميز المواد النانوية عامة والحبيبات البلورية على وجه الخصوص بقدرتها الفائقة على استغلال وامتصاص فوتونات ضوء الشمس جميعها على اختلاف أطوال موجاتها، وبذلك ترفع من كفاءة الخلايا الفوتوفولطية وتقلل من كمية الفاقد وغير المستغل من الفوتونات ذات الطاقة الأقل التي تعجز عن تحرير إلكترونات المدارات الخارجية. ومن الجدير بالذكر أن امتصاص إلكترونات أشباه الموصلات التقليدية لمثل هذه الفوتونات ذات الطاقة الأقل، يؤدي فقط إلى توليد حرارة غير مرغوب بها دون توليد جهد كهربائي، مما يعمل على رفع درجة الخلية الفوتوفولطية.

3 - الزراعة والمنتجات الغذائية:

تؤدي التقانة النانوية دوراً كبيراً في القطاع الزراعي، وذلك عن طريق توفير عدد ضخم من مواد نانوية متعددة تُستخدم كأسمدة كيميائية تعمل على زيادة نمو المزروعات وتحسين التربة، مما ينعكس بالإيجاب على جودة المحاصيل وزيادة إنتاجية الأراضي الزراعية. كذلك تستخدم هذه التقانة في تخليق أنواع خاصة من المبيدات الحشرية الآمنة المتوافقة بيئياً وبيولوجياً بهدف المقاومة الفعالة والسريعة للآفات الضارة واستهدافها.

ومن المتوقع أن يزداد دور تلك التقانة خلال السنوات القليلة وتسهم مع تقانة الهندسة الوراثية في ابتكار سُبل اقتصادية وطرق جديدة وفريدة ترمي إلى تحسين المحاصيل الزراعية ورفع جودتها، وذلك من خلال التحكم والتلاعب الجيني الآمن للمزروعات، مما يضمن زيادة في إنتاجية وجودة المحاصيل الزراعية.

وتقدم الشركات المنتجة للمواد النانوية عدداً كبيراً من المواد الكيميائية الزراعية القائمة على تصغير حجم حبيبات المواد



من المتوقع أن يتم تغليف وتعبئة أكثر من 25% من المنتجات الغذائية في عام 2010 باستخدام التقانة النانوية

الداخلة في تركيب المستحلبات التي يقل قطرها عن 100 نانومتر، مما يضمن زيادة هائلة في نشاطها وفاعليتها وذلك نظراً لتعاظم قيم مساحة سطوح تلك الحبيبات.

وثمة كثير من المواد النانوية دخلت بالفعل في عدد من المنتجات، والمكملات الغذائية، إضافة إلى دخولها في مجال تعبئة وتغليف وتخزين الأغذية والمنتجات الزراعية. وقدر الباحثون أن عدد تلك المنتجات التكنولوجية المرتبطة بقطاع الغذاء والمتاحة في الأسواق يصل إلى نحو 600 مُنتَج. وقد ابتكرت إحدى الشركات الألمانية المتخصصة في إنتاج وتعبئة اللحوم المحفوظة بعض الإضافات من حبيبات غروية لا تزيد أبعاد أقطارها على 30 نانومتراً يتم تأهيلها بحيث تكون كبسولات تحتوي بداخلها على مكملات غذائية مثل فيتامينات «ج وهـ» وكذلك الأحماض الدهنية التي يمكن استخدامها كمواد حافظة بحيث لا ينجم عنها أي أضرار أو مشكلات صحية.

وتعد تطبيقات التقانات النانوية في تعبئة وتغليف المواد الغذائية أقدم تطبيقات تلك التقانة الجديدة في قطاع الأغذية على وجه العموم.

وأظهرت الإحصاءات أن مابين 400 و500 منتج غذائي يتم تعبئته وتغليفه أو حفظه بواسطة هذه التقانة. ومن المتوقع أن يتم تغليف وتعبئة أكثر من 25% من منتجات الغذاء في عام 2010 باستخدام التقانة النانوية.

ويتم الآن تزويد العبوات الغذائية بمحسات نانوية تعمل على مراقبة الحالة الداخلية والخارجية للمنتجات الغذائية المحفوظة وحالة الحاويات والحافلات الناقلة لها أو غرف حفظ الأغذية وأمكنة عرضها، وذلك بهدف الاستشعار بأي تغير أو نشاط بكتيري أو ميكروبي قد يطرأ عليها. وتعتمد آليات عمل هذه المحسات النانوية على تغير تدريجي يحدث في ألوان المادة النانوية المكونة لتلك المحسات يكون مصاحبًا لوجود أي نشاط بكتيري أو ميكروبي عند تركيزات ميكروبية شديدة الانخفاض.

التنافس العالمي

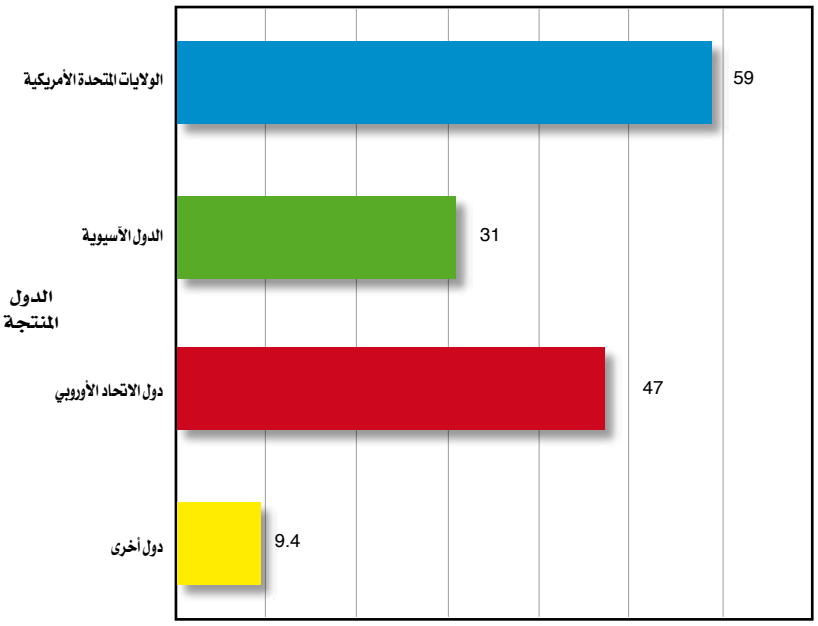
لم يكن غريباً أن تتنافس الدول فيما بينها على زعامة النشاطات البحثية والتطبيقات الخاصة بالتقانة النانوية، وأن تحتكر أكبر عدد من براءات الاختراع مما يؤهلها لتبوؤ مكانة اقتصادية مرموقة في هذا القرن الذي سوف تتحكم هذه التقانة في مجرياته وآلياته وإعادة تصنيف الدول وفقاً لتقدمها في علومه.

ومن أجل الوصول إلى الهدف كان لزاماً على

تلك الدول، التي تنبهت لأهمية هذا العلم ولدور تلك التقانة (51 دولة حتى الآن) أن تنفق بسخاء لإنشاء برامج ومراكز تميز لهذه التقانة.

وتفيد المصادر المؤكدة والبيانات المُستقاة من عدد من المصادر الدولية أن مقدار ما تم إنفاقه منذ عام 2000 وحتى نهاية العام الماضي 2008 بهذا الصدد بلغ 35 مليار دولار، موزعة على السنوات الثماني الماضية كما هو موضح في الشكل أعلاه.

ونتيجة للدعم الحكومي لبرامج التقانة النانوية في تلك الدول، فقد ازداد عدد الأبحاث العلمية الخاصة بهذه التقانة المنشورة في الدوريات العالمية المتخصصة والمؤتمرات الدولية (4175 دورية ومؤتمراً) لتصل في فترة زمنية قصيرة (2000 – 2008) إلى 205170 بحثاً نشرتها نحو 24468 مؤسسة بحثية



الدول المنتجة للنانو وحجم المبيعات لعام 2007

معهد الكويت للأبحاث العلمية والتقانة النانوية

في إطار توجهات المعهد وسياساته الهادفة إلى تحديث التوجهات البحثية به وفقاً للاتجاهات العالمية الحديثة والاستفادة من مخرجات الأبحاث الجارية في دعم وتعزيز الصناعات الوطنية بدولة الكويت ودفع عجلة التنمية الاقتصادية المبنية على العلم والمعرفة، أعطت الإدارة العليا للمعهد العام الماضي توجيهاتها للبدء في تنفيذ عدد من المشروعات البحثية المتعلقة بالتطبيقات الحديثة للتقانة النانوية في المجالات الصناعية المختلفة بدولة الكويت.

وقد تم بالفعل البدء في تنفيذ عدد من المشروعات التي تعطي تطبيقاتها آفاقاً جديدة تفتح مجالات صناعية واستثمارية متميزة وتعمل على تطوير الصناعات القائمة. وأهم هذه المجالات: مجال الطاقة الجديدة، وتكرير البترول ومعالجة النفط الثقيل، وصناعة البتروكيماويات، ومجال تحلية وتنقية المياه ومعالجة مياه الصرف، والمواد المتراكبة المتقدمة، ومعالجة السطوح الفلزية ووقايتها من التآكل، ومجال حماية البيئة ومعالجة آثار التدهور البيئي، ومواد البناء والزراعة وتصنيع المنتجات الغذائية.

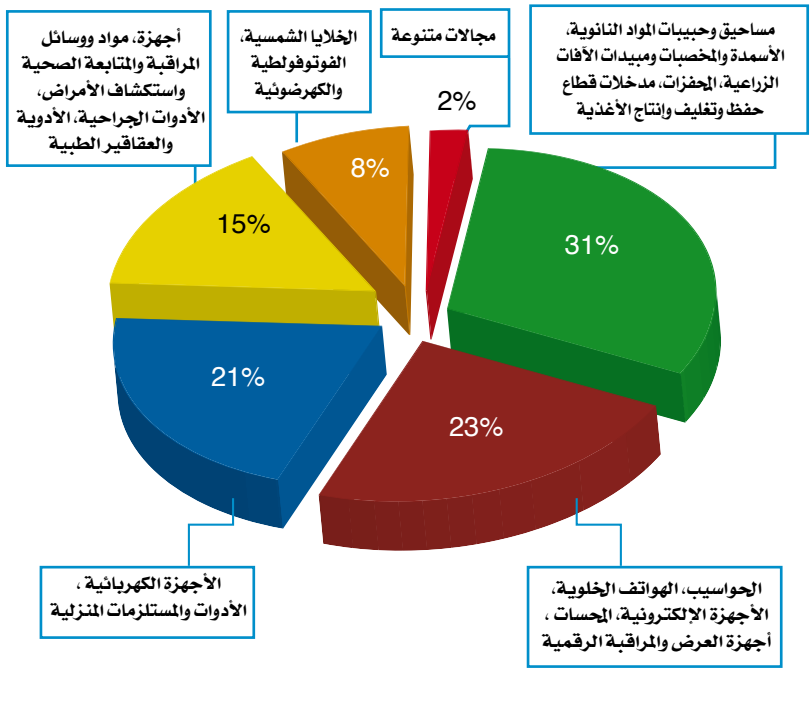
ويجري الآن إعداد عدد آخر من المشروعات التطبيقية تخدم قطاعات أخرى، وذلك بالاعتماد على ما يستند إليه المعهد من قاعدة علمية مرموقة من العلماء والباحثين في التخصصات العلمية المختلفة إضافة إلى ما يمتلكه من مختبرات حديثة متطورة وأجهزة قياس دقيقة متقدمة. ويستعرض هذا الجزء الأهداف الخاصة لبعض من هذه المشروعات البحثية الجاري العمل بها في المعهد:

• مشروع إنتاج محفزات نانوية متراكبة تُستخدم في التقطير الهدروجيني للنفط الثقيل:

يهدف هذا المشروع إلى تحضير حبيبات ذات مساحة سطوح كبيرة لبلورات نانومترية من أكاسيد المواد الفلزية وذلك باستخدام الوسائل الميكانيكية المساعدة على اختزال أبعاد الحبيبات عند درجة حرارة الغرفة. ويقترح هذا المشروع استخدام تقنية التصغير الميكانيكي لحجم الحبيبات من أجل إنتاج أنواع جديدة ومختلفة من مواد المحفزات النانوية المتراكبة والمؤلفة من أكاسيد الفلزات المسامية التركيب والمطعمة، وذلك عن طريق الخلط الميكانيكي. ومن المنتظر أن يحقق هذا المشروع أهدافه الرامية إلى تقديم طريقة اقتصادية متطورة لإنتاج محفزات نشيطة قادرة على تحقيق

وتعليمية وكذلك شركات تكنولوجية دولية (وصل عددها في عام 2008 إلى نحو 1661 شركة) تتبع 156 دولة من دول العالم.

وقامت تلك المؤسسات باحتكار مخرجات إبداعاتها واختراعاتها التكنولوجية في هذا المجال، وذلك عن طريق قوانين الملكية الفكرية الصارمة، حيث وصل عدد براءات الاختراع في المواضيع المتعلقة بالمواد النانوية والتقانة القائمة عليها خلال الفترة نفسها إلى نحو 44867 براءة اختراع. وبدأت تلك الدول المهتمة بهذه التقانة بمرحلة جني الثمار، إذ بلغ حجم مبيعات منتجاتها القائمة على هذه التقانة خلال عام 2007 نحو 146.4 مليار دولار.



تصنيف المواد النانوية المنتجة ونسبتها العالمية (2007)

وإنجاز عمليات التقطير الهدروجيني من النفط الثقيل، مع ضمان الكفاءة وتوفير استهلاك الطاقة المستخدمة في هذه العمليات لتحقق إنتاجية كبيرة.

• مشروع إنتاج حبيبات المتراكبات النانوية الفائقة الصلادة العالية المتانة:

يرمي هذا المشروع إلى تقديم طريقة تقانية اقتصادية قائمة على التقانة النانوية ترمي إلى إنتاج حبيبات فائقة الصلادة وعالية المتانة والقدرة على مكافحة ومقاومة العوامل البيئية الخارجية وظروف التشغيل التي تؤدي إلى انهيار المُنشأ. وقد أظهرت النتائج الأولى نجاح فكرة المشروع في الحصول على مواد نانوية لحبيبات سيراميكية دقيقة التركيب الداخلي ذات أشكال كروية متجانسة لها قدرة على مقاومة إجهادات التشغيل والأحمال الخارجية، التي عادة ما تكون مصاحبة أثناء عمليات حفر آبار البترول والمياه. وعلى الرغم من ارتفاع قيم الصلادة ومعاملات المرونة فيها، فإنها تتمتع أيضاً بقيم متانة عالية مما يجعلها مواد واعدة في الاستخدامات المتعلقة بالتثقيب والحفر والقطع وحماية سطوح المعدات من الانهيار عن طريق البري والتآكل بالصدأ.

• مشروع إنتاج حبيبات المتراكبات النانوية ذات السعة العالية لتخزين الهدروجين:

تُعد مسألة إنتاج مواد لتخزين الوقود الهدروجيني تتمتع بالسلامة والكفاءة من أصعب المشكلات التي يتعين حلها قبل المُضي قدما نحو تطبيق وتعميم الوقود الهدروجيني على نطاق اقتصادي شامل. وعلى الرغم من أن بعض المواد الفلزية الخفيفة وسبائكها لها قدرة كبيرة على استيعاب غاز الهدروجين، فإن درجات الحرارة المطلوبة لهدرجتها وكذلك لتحرير غاز الهدروجين منها، مازالا يحتاجان لكثير من التطوير والتحسين. ويهدف المشروع الجاري تنفيذه إلى تقديم طريقة فعالة لإنتاج كميات صناعية من مواد نانوية وكذلك مواد متراكبة نانوية للسبائك الفلزية الخفيفة الوزن ذات السعة العالية لتخزين الهدروجين، وذلك باستخدام طواحين الكور ذات المقدرة والطاقة العالية التي يتم تشغيلها عند درجة حرارة الغرفة العادية تحت ضغط جو من غاز الهدروجين.

ومن أجل تحسين الخواص المتعلقة بمعدل الهدرجة والتفريغ وتقليل درجات الحرارة التي تتم عندها هاتان العمليتان المتضادتان إلى أدنى حد، فسوف يتم إضافة نسب وزنية بسيطة من مواد فلزية أو لافلزية مختارة، معروف مدى شراهتها للاتحاد مع الهدروجين، إلى مادة القالب الفلزي. وبنجاح هذا المشروع سوف تصبح الكويت الدولة الأولى في المنطقة في مجال استخدام التقانة النانوية في مجال إنتاج بطاريات الهدروجين التي ينتظر استخدامها بنجاح في التطبيقات الخاصة بخلايا الوقود.

التقانة النانوية والصناعة النفطية

م.محمد القطان

تطالعنا كل يوم دراسات عدة تدعو إلى إحلال الطاقات المتجددة بدلاً من النفط والغاز، والتركيز على هذه الطاقات باعتبارها الأمل للأجيال الواعدة ، وكونها نظيفة بيئياً وقابلة للاستدامة وربما تكون أكثر رخصاً بمرور الأيام. لكن على الرغم من ذلك كله فإن النفط لا يزال السلعة الرئيسية في عمليات توليد الطاقة والتصنيع في معظم دول العالم، كما أن التوقعات العلمية لاتزال تشير إلى وجود احتياطيات كبيرة منه في الدول المنتجة وعدد من الأقاليم الواعدة.

ومع ازدياد الطلب على مصادر الطاقة المختلفة ولاسيما التقليدية، وتوقع زيادة إنتاجه من 83 مليون برميل يومياً عام 2005 إلى 118 مليون برميل يومياً بحلول 2030، وهذا يعني زيادة في الإمدادات النفطية العالمية بنحو 34.3 مليون برميل يومياً، فإنّ عمليات البحث مستمرة لتطوير العمليات الأساسية في الصناعة النفطية؛ كعمليات الاستخراج والتنقيب والاستكشاف والحفر والمسح، إضافة إلى استخدام التقانات الحديثة في المنشآت النفطية وحماية الأنابيب والمعدات من التآكل.

صناعة النفط في الكويت

وتعتبر صناعة النفط في دولة الكويت من الصناعات الرائدة في العالم، حيث يتم تطبيق أحدث التقانات فيها، بدءاً من عمليات الاستكشاف والتنقيب والحفر والإنتاج، وانتهاء بعمليات التكرير والتوزيع إضافة إلى كل ما يتعلق بالسلامة والأمان والحفاظ على البيئة.

ومن المعروف أن باكورة الاستكشافات البترولية انطلقت في الكويت عام 1934، وتم حينذاك تأسيس شركة باسم (شركة نفط الكويت المحدودة)، وتكونت آنذاك من شركة النفط الإنجليزية الإيرانية (شركة البترول البريطانية حالياً) وشركة غلف للزيت (شيفرون حالياً). ومنحت الشركة الوليدة آنذاك حق الامتياز للتنقيب عن النفط وإنتاجه في أرض الكويت في ديسمبر عام 1934. ومن هنا بدأت الجهود الحثيثة للبحث عن النفط، فتم حفر أول بئر في عام 1936 في منطقة بحرة، ثم تطورت عمليات الحفر والتنقيب والاستكشاف والتصدير حتى وصلت إلى درجة متطورة كثيراً في السنوات الأخيرة.

وسعت الكويت باستمرار إلى تطبيق أحدث التكنولوجيا الموجودة في العالم في مجالات الاستكشاف والحفر وإنتاج الحقول وتطويرها، وتوج ذلك بإنشاء مجموعة الأبحاث والتكنولوجيا في شركة نفط الكويت في يوليو عام 2002 التي تتولى اكتشاف التكنولوجيا العالمية في مجال الصناعات النفطية واختبارها وإدارتها وتبني المشروعات البحثية الخاصة

دول العالم استفادت من التقانة النووية في الصناعة النفطية

> **تتعاون الشركات النفطية مع معهد الكويت للأبحاث العلمية للاستفادة من التطورات الحديثة في مجال استخدام التقانات المتطورة في الصناعة النفطية**

لضمان الحصول على أعلى جودة ممكنة.

وتتعاون الشركات النفطية مع معهد الكويت للأبحاث العلمية للاستفادة من كل التطورات الحديثة في مجال استخدام التقانات المتطورة جداً في الصناعة النفطية، بهدف دعم وتعزيز هذه الصناعة الحيوية للكويت، ومن هذه التقانات الحديثة جداً التقانة النانوية التي يمكن استخدامها في عدد من المراحل في الصناعة النفطية إضافة إلى استخدام تطبيقاتها في المنشآت النفطية.

والتقانة النانوية ميدان واسع يغطي مجالات كثيرة يجمعها الاهتمام بالسيطرة على المادة على مقياس متناه في الصغر، وتصنيع أجهزة ذات تطبيقات خاصة بهذا المقياس أيضاً. وأساس عمل هذه التقانة هو إعادة ترتيب الذرات لتصنيع جزيئات جديدة ذات مواصفات جديدة محددّة ومخطط لها. ومن المعروف لدى الخبراء أهمية ترتيب الذرات في الجزيء، وكيف أنّ ترتيبها بشكل معين يعطي ذلك الجزيء صفات فيزيائية وكيميائية معينة، وأنّ هذه الصفات تعتمد كلياً على الترتيب الذي تتخذه الذرات لتشكيل ذلك الجزيء.

تطوير تقنية الآبار الحيوية

وقد استفادت دول عدة من التقانة النانوية واستخدمت تطبيقاتها في الصناعة النفطية، فعلى سبيل المثال تعمل بعض الدول على تطوير تقنية الآبار الحيوية (البيونية)، وهذه الآبار تحاكي الأشجارَ في نمو جذورها، ومن ثم فإنها ستحاكي نمط هذه الجذور.

وبناء على ذلك يتم حفر هذه الآبار في الأرض، ثم يتم استشعار منطقة تحتوي على النفط، ومد فرع إلى هذه المنطقة، حتى إذا ما نضب النفط هناك قامت البئر بقطع ذلك الفرع ومد فرع آخر إلى منطقة لا تزال تحتوي على النفط، بطريقة تشبه مد جذور الأشجار في باطن الأرض، إلى أن يتم استخراج محتوى المكمن المستهدف بالكامل. وهكذا، فإن البئر ستحدد بنفسها ما إذا كانت المكونات الصخرية تحتوي

على النفط أو الماء، وتفتح فروعاً جانبية باتجاه المكونات الحاوية للنفط، ومن ثم قطعها عندما تستنفد، وفتح فروع أخرى من جديد.

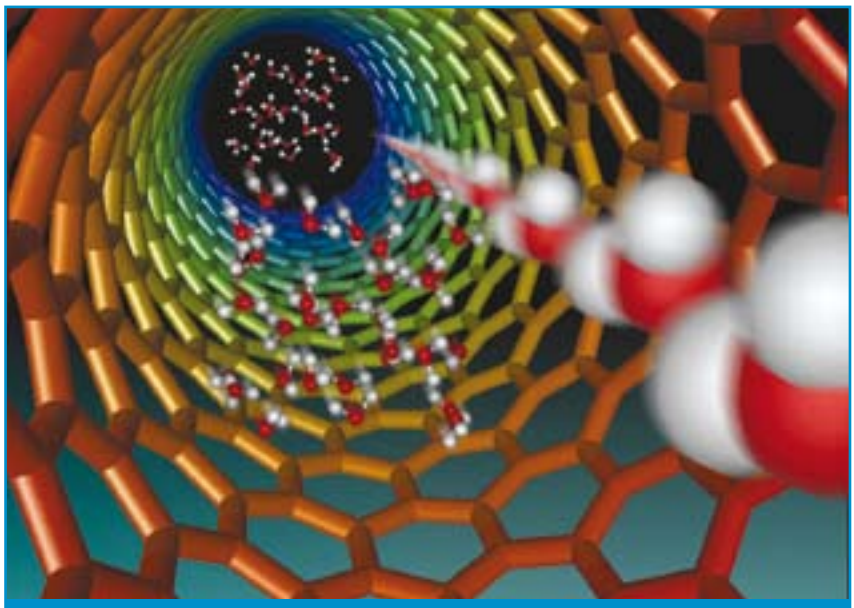
إنسالات لكشف المخزون النفطي

وتطور بعض الشركات تقنيات مثل مجسات الإنسالات النانوية (النانو روبوت) للكشف عن مستوى المخزون النفطي ومواقعه في الحقول، وهذا المجس عبارة عن إنسالة في غاية الصغر، لايتعدى حجمه بضع مئات فقط من النانومتر، أو نحو واحد في المئة من حجم قطر شعرة الإنسان، ويتمكن من المرور خلال الفسحات المسامية والمجازات الضيقة جداً في الصخور، والتي تكون مكامن النفط في باطن الأرض.

وتصنع هذه المجسات بأعداد كبيرة وتضخ كجيش إلى باطن الأرض مع الماء الذي يحقن في المكمن لدفع النفط. وتمضي هذه المجسات . محمولة بالماء والنفط . خلال المكمن، وتجمع خلال رحلتها معلومات عن ضغط وحرارة ونوع السوائل، وتقوم بتخزين هذه المعلومات في ذاكرة حاسوبية. ومع مضي عمليات الإنتاج قدماً سيحمل النفط هذه المجسات إلى الآبار المنتجة للنفط، ومن ثم سيتم التقاطها من النفط المُنتَج واستخلاص المعلومات من ذاكرتها.

وبهذه الطريقة يمكن رسم خريطة دقيقة لخواص المكمن بصورة لا يمكن تخيلها في الوقت الراهن، ومن ثم إحداث نقلة نوعية في مجال القدرة على رصد ما يحصل في باطن المكامن.

ومن تطبيقات التقانة النانوية في مجال المنشآت النفطية استخدامها في عمليات السيطرة على الصدأ والتآكل الميكانيكي والكيميائي في المنشآت النفطية ولاسيما في المصافي والمعدات النفطية المختلفة، وفي مجال التغلب على الاحتكاك بين القطع والآلات الميكانيكية، وفي هذه الحال يتم الاستغناء عن مواد التزييت والتشحيم، وهذا ما يساعد على إطالة عمر الآلات وزيادة كفاءتها، ويمكن الاستفادة من ذلك في مواد الحفر التي تحتاج إلى متابعة دائمة من حيث التزييت والتشحيم نتيجة احتكاكها المستمر.



تطبيقات التقانة النانوية في مجال النفط كثيرة ومتعددة

> **معظم الدول المنتجة للنفط تسعى للإفادة من التقانة النانوية واستخدام تطبيقاتها في الصناعة النفطية**

ويستفاد من هذه التقانة أيضاً في عمليات الصبغ والطلاء والتغليف والعزل في المنشآت النفطية، والآلات العاملة في الحفر ولاسيما في المنصات البحرية، وهذا يؤدي إلى زيادة عمر الآلات والمنصات النفطية ومردودها وكفاءتها، ويخفف من وزنها. كما يمكن استخدام هذه التقانة في مجال تطوير وتصنيع عجلات السيارات التي تستخدم في المواقع البعيدة والنائية لمواقع النفط، والتي ستكون لها خاصية التلاؤم الأتوماتيكي مع ظروف الطقس وطبيعة الأرض والعوامل الخارجية الأخرى.

معالجة النفايات السائلة

وتسعى الشركات النفطية إلى الإفادة من التقانة النانوية في معالجة النفايات السائلة الناتجة عن المصانع المختلفة، ومنها مخلفات مصانع المواد البتروكيمائية، ومخلفات المصافي، وذلك عن طريق ضخ جزيئات نانوية عبر التربة لتصل إلى مناطق وجود النفايات والعمل على تحطيم مكوناتها وتحويلها إلى مواد غير ضارة عبر تفاعلات كيميائية خاصة.

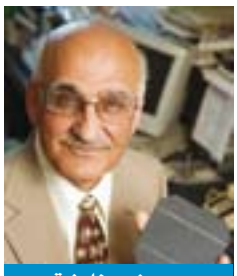
وثمة أبحاث جديدة حول تحضير حبيبات ذات مساحة سطوح كبيرة لبلورات نانومترية من أكاسيد المواد الفلزية بواسطة الوسائل الميكانيكية المساعدة على تصغير أبعاد الحبيبات عند درجة حرارة الغرفة، بهدف إنتاج محفزات نانوية تتكون من أكاسيد الفلزات وتكون مسامية التركيب، بهدف إنجاز عمليات التقطير الهدروجيني من النفط الثقيل مع توفير استهلاك الطاقة المستخدمة في هذه العمليات لتحقيق إنتاجية كبيرة .

وتستخدم عن طريق هضم هذه البقع بواسطة جزيئات شرهة للمواد النفطية، ومن ثم تجنيب الكائنات البحرية خطر الموت والهلاك، وتجنيب المناطق القريبة من البحار والمحيطات خطر التلوث بسبب انتشار هذه البقع النفطية.

النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير

أحمد عبدالحميد

بعد أن أخذت تطبيقات التقانة النانوية تمتد إلى مجالات عدة، وتعد بإنجازات مهمة فيها، ازداد عدد الكتب التي تتحدث عنها، وتتطرق إلى آفاقها، وتتضمن فصولاً عن بداياتها وتاريخها وعلمائها، وتطبيقاتها المستقبلية، وأخطارها المتوقعة. وأكثر هذه الكتب صدرت باللغة الأجنبية، لكن المكتبة العربية لم تخل من أعمال مهمة لعل أحدثها كتاب (النانوتكنولوجي.. عالم صغير ومستقبل كبير) الذي ألفته صفات سلامة، ونشر هذا العام.


د. منير نايفة

وكتب العالم العربي المعروف الباحث في الفيزياء وفي التقانة النانوية الدكتور منير نايفة في مقدمة الكتاب: «العديد من الدول تحاول الآن تعريف عامة الجمهور بالتقانة النانوية وإثارة اهتمامهم بها وانشغالهم فيها، كي تتكوّن لديهم فكرة عما يحدث على مقياس النانو، وعن السبب الذي يجعل هذا المقياس مختلفاً، فهناك ضرورة ليعرف العامة أن هذه التقانة يتم استخدامها حالياً في مجموعة ضخمة من مجالات الأبحاث، من العلوم المادية إلى إصلاح البيئة إلى الطاقة النظيفة والطب، وسوف يتم استخدامها في السنوات المقبلة لابتكار عدد من المنتجات المفيدة».

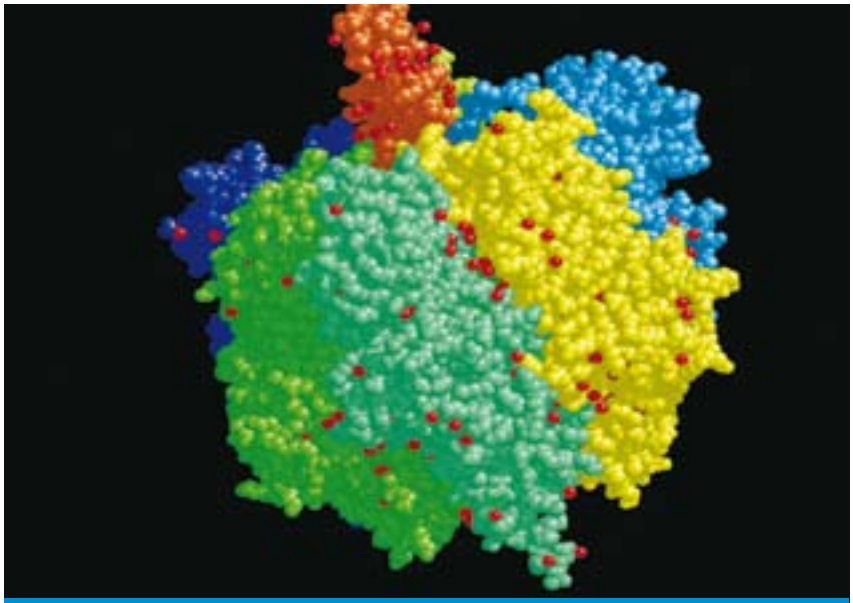
علم التقانة النانوية

تضمن الفصل الأول تعريفاً بالتقانة النانوية وتاريخها وأهميتها. وتقول المؤلفة إن: «التقانة النانوية، هي تقانة مستحدثة، مشتقة من النانومتر، وكلمة نانو Nano، هي في الأصل كلمة يونانية تعني «القزم» Dwarf، وتستعمل النانو في الرياضيات للتعبير عن الجزء من المليار من وحدة القياس، وهذا يعني أن نانومتراً واحداً يساوي جزءاً من مليار جزء من وحدة القياس الواحد، وهو ما يعادل طول خمس ذرات إذا وضعت الواحدة تلو الأخرى، وبمعنى آخر النانومتر يعادل واحداً على مليار من المتر أو واحداً على مليون من المليمتر، ويمثل ذلك واحداً على ثمانين ألفاً من قطر شعرة واحدة، ويبلغ سمك صفحة من الورق مئة ألف نانومتر، ويبلغ قطر خلية الدم الحمراء الواحدة نحو 7000 نانومتر، ويراوح قطر جزيئة حامض الـ(DNA) بين 2 و2.5 نانومتر، ويبلغ قطر جزيئة الماء 0.3 نانومتر تقريباً».

وتضيف المؤلفة: إن دول العالم ترى أن المستقبل سوف يكون للتقانة النانوية ومنتجاتها، وتكمن أهمية هذه التقانة الحديثة في كونها غير مكلفة، مقارنة بباقي التقانات التقليدية، وعوائدها الاقتصادية مرتفعة جداً. فهي تمثل مزيجاً بين العلم والتقانة، يتم توجيهه نحو التطبيقات العملية، حيث يبدأ عملها من المكونات الأساسية للمادة وهي الذرات والجزيئات، مما يجعل تأثيرها على جميع مجالات العلم والتقانة، ولتصبح مجالاً لميادين عديدة من التخصصات العلمية والتطبيقية، فتتشابك وتتداخل فيها العلوم الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والميكانيكية والإلكترونية وعلم المواد وتقانة المعلومات، لذلك ينشط في مجال التقانة النانوية علماء من تخصصات مختلفة، بينهم علماء فيزياء وكيمياء ومهندسون وخبراء مواد وعلماء أحياء. وأصبحت هذه التقانة الجديدة تحمل وعوداً ضخمة لتطبيقات نانوية عديدة ومتزايدة في مختلف مجالات العلم والبحث والتطوير، حيث يرى العلماء أن هذه التقانة هي التي سترسم صورة العالم خلال الثلاثين عاماً المقبلة، إضافة إلى أنها ثورة تكنولوجية جديدة ستغير أوجه الحياة تغيراً جذرياً.

الخيال العلمي

خصصت المؤلفة الفصل الثاني للحديث عن العلاقة بين التقانة النانوية والخيال العلمي، وترى بهذا الصدد أن الخيال العلمي science fiction أدى دوراً مهماً في تحقيق الكثير من الاكتشافات والإنجازات العلمية، التي كانت في كثير من جوانبها أحلاماً وخيالات في أذهان الأدباء والعلماء الذين حاولوا بخيالهم الخصب استشراف آفاق المستقبل واقتحام عوالمه المغلقة، فالكثير من الاكتشافات العلمية والتقانة التي تحققت خلال النصف الثاني من القرن العشرين، سبق التنبؤ بها في كتابات الخيال العلمي منذ أواخر القرن التاسع عشر، فلو نظرنا إلى الحقائق العلمية التي نحياها اليوم مثل الهبوط على سطح القمر واستكشاف الفضاء وصناعة الإنسالات واستخدام أشعة الليزر والتقانة النانوية وزراعة الأعضاء البشرية وأطفال الأنابيب وتطبيقات الهندسة الوراثية والعلاج الجيني والاستنساخ، وغيرها، لوجدنا أن كل هذه الحقائق والإنجازات كانت يوماً ما خيالات تداعب أذهان العلماء والأدباء، لذلك يمكن القول بأن كتاب الخيال العلمي هم عيون البشرية نحو المستقبل.



التحدي الحقيقي اليوم هو أن نلحق بالتقانة النانوية في بدايتها

> دول العالم ترى أن المستقبل سيكون للتقانة النانوية لفائدتها وعوائدها الاقتصادية المرتفعة

ويتناول أدب الخيال العلمي التقدم العلمي والتكنولوجي ومنجزات التقنية وتطورها، الصالح منها والضار، من خلال أحداث درامية، وينطلق هذا الأدب من حقيقة علمية ثابتة أو متخيلة، لتكشف عن جانب مجهول من الكون أو لتصف حياة البشر في المستقبل القريب أو البعيد، أي إنه خيال قائم على فرضيات علمية يمكن تحقيقها، كما أنه يشكل منطلقاً أساسياً في تكوين صور ذهنية جديدة في أذهان الأفراد لما ستكون عليه الأشياء في المستقبل الأمر الذي يدفعهم إلى تعلم المزيد عنها، والسعي حثيثاً نحو وضع هذه الصور موضع الحقيقة.

ولقد لجأ الباحثون بالفعل لأعمال الخيال العلمي لدراسة الأبعاد الاجتماعية والبيئية والأخلاقية لعلوم وتقانة النانو، فعلى سبيل المثال قام كل من الباحثة «روزالين بيرن» من جامعة فيرجينيا الأمريكية، والباحث «جواشيم شومر» من جامعة دارمستا الألمانية بإجراء دراسة استخدما فيها الخيال العلمي كوسيلة تربوية لتدريس علم أخلاقيات علوم وتقانة النانو لطلاب كليات الهندسة، وتوصلا إلى أنه بمساعدة استخدام أعمال الخيال العلمي مثل رواية «تواريخ النانوتك» The Nanotech Chronicals عام 1991 للكاتب الأمريكي مايكل فلين، التي تضم ست قصص قصيرة، وبخاصة القصة الثانية في الرواية بعنوان

مايكل فلين

الخيال له دور كبير في تقدم العلوم ويظهر ذلك جلياً في الحقائق المنجزة حالياً

«الغسالة عند فورد» The Washer at the Ford، تعتبر نموذجاً مثالياً لتدريس أخلاقيات النانو، إذ تقدم مجموعة كبيرة ومتنوعة من القضايا الأخلاقية التي قد تنجم عن البحث والتطوير في هذه التقانة، وكذلك رواية الكاتب الأمريكي «نيل ستفينسون» بعنوان «العصر الألماسي» The Diamond Age عام 1996، التي تتناول الأمراض والمشكلات الاجتماعية الناتجة عن التقدم في مجال علوم وتقانة النانو، فقد تمكن الطلاب من الانتقال بأفكارهم وآرائهم من حيز الواقع الفعلي إلى عوالم متخيلة، حيث استطاعوا التوصل إلى إجابات عن أسئلة كثيرة والتعامل مع قضايا أخلاقية متعددة تتعلق بهذه التقانة، بطريقة تتسم بالإبداع والابتكار، وبعد ذلك يعودون إلى عالم الواقع ليجدوا أنفسهم أمام مشكلات حقيقية، حيث يتم التعامل معها بشكل أكثر سهولة، ومن ثم يمكنهم توجيه مسار هذه التقانة إلى الطريق الصحيح، ومعرفة تأثيراتها الاجتماعية والأخلاقية والسياسية

نيل ستفينسون

> **الخيال العلمي أدى دوراً مهماً في مجال الاكتشافات ولاسيما في مجال التقانة النانوية**

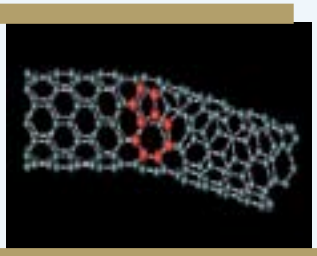
وغيرها على حياة البشر، وقد ساعدت هذه الطريقة الطلاب على تفادي قيود أسلوب حل المشكلات، والتركيز بشكل أكثر عمقاً على الأبعاد الأخلاقية والاجتماعية لعصر التقانة النانوية.

أنابيب الكربون النانوية

تطرق الكتاب في الفصل الثالث إلى أنابيب الكربون النانوية التي تعد من التطورات الواعدة للتقانة النانوية. وهذه الأنابيب هي أنابيب كربون مجهرية متناهية الصغر، وسميت بهذا الاسم نسبة إلى النانومتر.

وقد تم اكتشاف الأنابيب الكربونية المتناهية الصغر في عام 1991 في شركة NEC للصناعات الإلكترونية في اليابان بواسطة العالم «سوميو ليجيما»، حينما كان يدرس الرماد الناتج من عملية التفريغ الكهربائي بين قطبين من الكربون، باستخدام مجهر إلكتروني عالي الكفاءة، حيث وجد مادة ذات بنية صغيرة جداً شبيهة بمادة الغرافيت، تأخذ ترتيباً يشبه الأنابيب في داخل بعضها بعضاً وهي تشبه خلايا نحل متماسكة. وبالرغم من أن أنابيب الكربون النانوية صعبة التصنيع ومرتفعة التكاليف بسبب تنقية الأنابيب من الشوائب أثناء عملية الإنتاج، حيث يبلغ سعر الغرام من هذه الأنابيب العالية الجودة نحو 750 دولاراً، فإن إمكاناتها هائلة وتطبيقاتها واعدة في الحاضر والمستقبل، لكونها مواد بالغة القوة، إذ إن مقاومة هذه الأنابيب تفوق بمئات الأضعاف مقاومة الفولاذ، كما أنها أرفع من شعرة الإنسان بخمسين ألف مرة.

في الفصل الرابع يتطرق الكتاب إلى الآفاق الواعدة للتقانة النانوية وتطبيقاتها المستقبلية، حيث يتوقع المراقبون أن تشعل التقانة النانوية سلسلة من الثورات الصناعية والاكتشافات العلمية الواعدة، التي ستغير أوجه الحياة تغييراً جذرياً خلال العقدين القادمين. ولهذا فإن هناك سباقاً محموماً على مستوى العالم - وبخاصة في الدول المتقدمة - في مجال أبحاث وتطبيقات التقانة النانوية غير المسبوقة التي تفوق الخيال العلمي في كثير من الأحيان، والتي ستفتح آفاقاً جديدة واعدة أمام مستقبل البشرية. فقد بدأت التقانة النانوية تقتحم كل مناحي الحياة، فمن البحث العلمي والطبي، إلى الصناعات الثقيلة والمعدات العسكرية والدروع، وتعد التقانة النانوية بتطورات وتطبيقات هائلة في العديد من المجالات الصناعية والزراعية والتجارية والطبية والعسكرية، وغيرها، حيث يتم حالياً تطوير تطبيقاتها في جميع الصناعات تقريباً، بما فيها صناعة الإلكترونيات وتقانة المعلومات، وتطوير المواد، والنقل والمواصلات، والطب والصحة، وغيرها. وقد بدأ المواطن العادي يشعر في الآونة الأخيرة بتطبيقاتها في السلع والمنتجات المستخدمة في الحياة اليومية.



التقانة النانوية.. حلـول ونتـائـج

تناول الملف قضية التقانة النانوية من مختلف جوانبها، وناقش أهم المعطيات والحلول العلمية والعملية التي تقدمها لتحقيق طفرة في التطبيقات، وإضافة أبعاد مبتكرة وجديدة في مختلف الصناعات الحالية والمستقبلية، وتبين أنّ هذه التقانة تقدم حلولاً منطقية لتراكمات ومعضلات المشكلات البشرية، بأساليب مبتكرة واقتصادية. وفي المستقبل سوف تظهر أهمية هذه التقانة بشكل أكبر مع توسع استخدامها والإفادة منها. وقد أظهر الملف عدداً كبيراً من جوانب الموضوع، ورصد أهم ملامحه من حيث البيئة والحياة والمجتمع والاقتصاد، مما يؤكد أهمية هذه التقانة في حياة الإنسان المعاصر.

أجمل تحف الطبيعة

سبعة آلاف نوع من الورود يستهلك العالم منها سنوياً ملياري وردة

محمد مروان مراد

في العاصمة الهولندية لاهاي هناك حديقة كبيرة تسمى (فيست بروك بارك) تمتد عدة كيلومترات مربعة، وتعد من أجمل الحدائق في العالم، وتوصف بأنها قطعة من الجنة، تقام فيها مسابقات سنوية لأجمل وردة في العالم.

تضم هذه الحديقة وروداً من كل بقاع الأرض، بعضها نادر جداً وبعضها ذو ألوان في غاية الجمال والغرابة، وتسعى هولندا لاستنبات الوردة الذهبية التي يكون لونها مشابهاً للون الذهب.

هذه المسابقة تبدأ من شهو يوليو وتستمر إلى بداية أكتوبر، وهي مناسبة لمحبي الأزهار الذين تكتظ بهم الحديقة تلك الأيام.

استخدم الورد منذ أقدم العصور، وأول من استخدمه الصينيون واليابانيون منذ أكثر من 2500 سنة لتزيين قصور الإمبراطور ومجالسه وغرف نومه، وبمرور الزمن انتقل هذا التقليد إلى الهند، ولكن لتزيين المعابد والأمكنة المقدسة، ومن بعده إلى الكثير من مناطق العالم ولكن بنسب متفاوتة، إلا أن أكثر من استخدم الورد في الشرق الأوسط هم الأتراك وفي أوروبا الفرنسيون.

7 آلاف نوع

يوجد في العالم أكثر من سبعة آلاف نوع من الأزهار والورود والنباتات الزهرية بمختلف الأشكال والأحجام والألوان، وفيها ما هو مستنبت من قبل الإنسان وما هو بري، حيث حاولت بعض البلدان استنبات بعض هذه الأزهار البرية، وحصلت على نتائج مدهشة كما فعلت هولندا، حين دمجت بعض البويصلات الهجينة بالبويصلات البرية، لكن نجاحها الأكبر كان في مجال الألوان، إذ استطاعت استنبات (زنبقة سوداء) قبل مئتي سنة أدهشت العالم، وكتب عنها الروائي الشهير ألكسندر توماس رواية بالعنوان نفسه وهي (الزنبقة السوداء) كان بطلها سجيناً عند ملك الأورنج.

سلعة اقتصادية عالمية

يستهلك العالم سنوياً ملياري وردة وأكثر من مئتي مليون نبات زهري، تتوزع على أمريكا وأوروبا واليابان وبعض البلدان الإفريقية، وهناك بورصة للورود في هولندا هي الأكبر في العالم تعقد فيها كل يوم أكثر من سبعين صفقة تصل معدلاتها إلى ملايين الدولارات وتدر على هولندا وحدها خمسين ألف دولار يومياً. وللورود أسعار أيضاً، ومنها ما يباع مفرداً أو على شكل باقة، قد تصل أسعار بعضها إلى أكثر من سبعين دولاراً للواحدة.

وتعتبر هولندا أكبر دولة مصدرة للورود، وتسهم هذه التجارة في تنمية الاقتصاد الهولندي بصورة مهمة جداً، فلا يوجد في هولندا نفط أو غاز أو كبريت، وكل ما لديها ورود وأبقار وصناعات خفيفة، ومن هذه المصادر استطاع الاقتصاد الهولندي أن يتطور بسرعة حيث أصبحت هولندا بلداً غنياً من تجارة الورود والأجبان. وتزرع في هولندا مئات الهكتارات بالورود، ومن يشاهد المساحات المزروعة بالورود من الطائرة سيصاب بالدهشة لأنها تبدو أشبه بلوحة فنية رائعة بألوانها المشرقة القوية الزاهية، أو مثل سجادة متعددة الألوان تمتد على مساحات واسعة من الأرض.

وإضافة إلى مزارع الورود في هولندا فإن الكثير من الورود المختلفة تأتي إلى هولندا من مزارعها التي تستثمرها في كينيا وأوغندا وشمال إفريقيا.

وتمتاز هذه الورود بندرتها وغلاء ثمنها في بلدان أوروبا الباردة في الشتاء، وتصدر الأزهار عن طريق طائرات خاصة إلى شتى أنحاء العالم، وغالباً ما تكون هذه الطائرات مجهزة بمبردات لحماية الأزهار من التلف، ويعمل في هذا القطاع من التجارة عدد كبير من العمال والخبراء الذين يقومون بفحص الورود قبل عرضها في البورصة.

العالم يحوي سبعة آلاف نوع من الورود والأزهار

> **أول من استخدم الورود والأزهار الصينيون واليابانيون منذ نحو 2500 سنة لتزيين قصور الإمبراطور**

روائح العطور

ولا ينكر أحد أهمية حاسة الشم في حياة الإنسان، فهي التي تجعلنا نستمتع بمذاق الحياة، على عكس ما يعتقد الكثيرون أن اللسان هو مصدر التذوق الوحيد، إلا أن ثمة درجات لهذه القدرة الفطرية على شم تأثيرات المواد الكيميائية الموجودة في الطبيعة والمحيطة بنا. يتميز بعض الأشخاص بقدرة خارقة إذا صح التعبير، على شم عدد هائل يتخطى ربما الثلاثة آلاف نوع من الروائح، ما يجعلهم يلقبون بأصحاب الأنوف المرهفة، ومن بين أولئك الموهوبين فطرياً، من يُظهر براعة في ابتكار روائح جديدة تسمى عطوراً، لكونه

قادراً على شم العطر حتى قبل أن يولد، تماماً، كما يسمع مؤلف السيمفونية اللحن قبل أن ينكب على تدوين تسلسل «النّوت» الموسيقية على ورقة.

فـ«الأنف» يدرك أي رائحة يريد ويعرف أي تركيبة أو خلطة، من شأنها أن تحدث هذا التأثير القوي الذي يسعى الإنسان إلى الانغماس فيه منذ أقدم العصور، لكنه لا يستطيع أن يعمل وحده، فهو في حاجة دائماً إلى من يعينه، إذ إن النجاح في ابتكار عطر ساحر، يأتي نتيجة تعاون وثيق جداً بين رغبة الزبون وعمل العطار.

هناك، في المقابل، من يستطيع أن يشم عدداً محدداً من الروائح قد لا يتعدى المئات. يُشار إلى أن في مقدور الأنف البشري أن يشم ما يعادل عشرة آلاف نوع من الروائح، علماً بأن للحيوانات حاسة شم قوية جداً تعاد 50 ضعفاً من قوة حاسة شم البشر، فهل هذا يعني أنه كلما قويت حاسة شم الإنسان اقترب أكثر إلى الحيوان؟ هذا ما يمكن أن نراه في رواية «العطر»، فقد بدأ بطلها غرنوي أقرب إلى الحيوان منه إلى الإنسان، في المشهد الذي يترك فيه مدينة باريس بحثاً عن مدرسة تعلمه تقنيات جديدة في صنع العطور: «مع انسحابه المتسارع من باريس أدرك غرنوي أن جوها المترع بهواء السديم الخانق، هو ما كان يكتم أنفاسه. منذ تلك اللحظة تجنب غرنوي، على طريق رحلته، حتى القرى، مأخوذاً بالهواء الجديد الرقراق، الخالي من رائحة البشر. وبعد أسابيع قليلة لم يعد ليحتمل حتى رائحة المسافرين النادرين الذين يلتقيهم على دروبه، ولا حتى رائحة الفلاحين، وخلال المرحلة الأخيرة، لم يعد يتحرك إلا ليلاً، أما خلال النهار، فقد كان يختبئ تحت أكوام العشب أو بين الأجمات، منكفئاً على نفسه كالحيوان، ساحباً فوقه غطاء الخيل البني، وأنفه مكور تحت إبطه في اتجاه الأرض، كي لا تزعج أحلامه أي رائحة غريبة، ومع الغروب كان يستيقظ ليمد أنفه في الاتجاهات كلها متشمماً، كان غرنوي يزحف خارجاً من مخبئه ليتابع رحلته».

قوة العطور وسحرها عبر التاريخ

كانت المعابد في الهند ومصر، ومدن الإغريق والإمبراطورية الرومانية، تعبق بروائح البخور والعطور، ولم يتمكن البشر في تلك الأزمنة من فهم روائح العطور ولا تحديد ماهيتها. ومع انفتاح الشعوب على بعضها بعضاً، انتشرت

معاني الأزهار

ثمة من استغرقه التأمل في ألوان الأزهار الناضرة، ووجوه تألقها المشرقة، وكانت المحصلة مجموعة من المعاني المعبّرة عن أصدق المشاعر الإنسانية:

نوع الزهرة	معناها
الأكاسيا (الطلح)	الصداقة
الأزاليا	التواضع
البغونية	المحبة
الكاميليا	الاعتزاز
القرنفل	الغرام
الأقحوان	البراءة
الأوكالبتوس	الإغراء والتجربة
الغاردينيا	الطهارة
الغلايول (ذنب الفرس)	السر
الايريس (نوع من السوسن)	جمال الروح
اللبلاب	الصداقة
الليلك	الحب الأول
المانولية	الحب المخلص
القطيفة	الصحة
النرجس	حب الذات
السنديان	النجاح والازدهار
البنسية (بنفسج الثالوث)	الصداقة (اذكرني)
البتونية	المثالية
الصنوبر	الصلابة والحياة الطويلة
الدفلى	الحب الأخوي
الورد	الجمال والحب
فم السمكة	الشموخ
دوّار الشمس	الاحترام
البسلّة الحلوة	الذكريات الجميلة
التوليب	الإحسان واللطف
زنبق الماء	نقاوة القلب
الزينية	ذكريات صداقة قديمة
المضعف	الطهارة والصفاء
النرجس الأسلي	مبادلة العاطفة

القوة الشفائية للعطر

تعود جذور عملية العلاج بالأعشاب العطرية إلى مصر القديمة، وأشهر تركيبة عطرية استخدمها المصريون القدماء، في علاجهم الأمراض، كانت عبارة عن مزيج أو خلطة من الروائح أو العطور، التي كانت تُستخدم أساساً في التبخير، إضافة إلى ذلك، قام الأطباء المصريون، ولاحقاً الإغريق، بمزج هذه العطور مع المشروبات لإنتاج دواء لجميع الأمراض، هذه الوصفة اختلفت تركيبتها، فكانت تتضمن توت العرعر، وراتينغ التربينتين، والقرفة، والهال والزعفران.

أما الإغريق، فقد استخدموا المراهم العطرية، وهي عبارة عن زيوت عطرية بخلطة خاصة، لدهن أجساد الرياضيين في الألعاب الأولمبية. في عصرنا الحالي، لاتزال مادة البخور تستخدم لتعطير الجسم في بعض المجتمعات، إذ أصبحت جزءاً من التقاليد والحياة اليومية.

العطور وتنوعت استخداماتها، فهناك من استخدمها في علاج الأمراض وثمة من حولها إلى تعاويذ، وما زاد من قواها السحرية في أذهان الناس. أما اليوم، فبات العطر يستخدمه الكبير والصغير، على حد سواء، وأضحى نوعاً من التجميل ووسيلة إضافية للتأثير في الجنس الآخر بهدف جذبه أو لترك أثر جميل خلفه. وقد يخطئ بعض الناس أحياناً في اختيار العطر المناسب له؛ لأن العطر الجميل قد تختلف رائحته من إنسان إلى آخر، فعندما يمتزج مع عرق هذا الأخير، فتفوح رائحة غير مستحبة، من هنا ينصح الخبراء دائماً، لدى اختيار العطر، بتجربته والانتظار ساعات للتأكد من كيفية تفاعله مع الجسم.

من المعروف أيضاً أن العطر لدى وضعه على الجسم تتغير رائحته مع مرور الوقت، نظراً لتبخره على مراحل عدة، ولهذا السبب لا يمكن شم رائحة العطر بكامله في الوقت ذاته.

بالعودة إلى تاريخ العطور يتبين أن الناس كانوا يعتقدون أن للآلهة روائح جميلة، تشير إلى وجودهم، واعتقد المصريون القدماء أن رائحة العطر أو البخور ما هي إلا رائحة العرق الذي تفرزه الآلهة، أما الآلهة في الأساطير الإغريقية، فيمتلك كل منها رائحته العطرية الخاصة، مثلاً، الإله «هيرا» يفرز عرقاً برائحة الأمبروسيا، أما أدونيس - حبيب أفروديت - إله الحب والجمال، فقد ولد من لحاء شجرة تفرز صمغاً معطراً يُعرف باسم المر.

استمر العطر مرتبطاً بالمعتقدات الدينية حتى يومنا هذا، ففي الديانة المسيحية، غالباً ما يتميز القديسون برائحتهم الجميلة، ويعتقد البوذيون أن حدائق الآلهة تعبق برائحة الصندل والورد والزعفران، في حين اعتقد الإغريق أن ثمة نهراً من العطور يتدفق في حقول الفردوس.

القوى السحرية للعطر

ثمة علاقة وثيقة بين الأعمال السحرية والعطور والمهرجانات. ففي القرن الثامن عشر منع الملك جورج الثالث النساء من وضع العطور أو مستحضرات التجميل، ظناً منه أنها ترتبط بالأعمال السحرية، وقد أصدر البرلمان الإنكليزي قراراً ينصُ على أن أي امرأة، أياً كان عمرها أو مرتبتها أو

وضعها الاجتماعي، تستخدم عطراً أو أي مستحضرات تجميل للتأثير أو لإغراء الجنس الآخر بهدف الزواج، سوف تتلقى عقاباً صارماً، تماماً كما تعاقب الساحرات والمشعوذات.

تطوير الذاكرة الشمية

يُعتبر «المعهد العالي الدولي للعطور ومستحضرات التجميل وروائح الطعام» في فرنسا، أحد أهم المعاهد التي تعلّم كيفية صناعة عطر ناجح في المعايير كلها، من الرائحة إلى اللون إلى شكل القارورة الزجاجية التي تحويه، إلى مكان عرضه. في مختبر ذلك المعهد ترى طلاباً منكبّين على شم أوراق صغيرة، بعد أن يقطروا عليها قطرات من سوائل محفوظة في قوارير صغيرة، أو أنابيب زجاجية، ومن ثم يلوّحون بها في الهواء قبل أن يقرّبوها من أنوفهم، ليعودوا بعدها ويدوّنوا الكمية ونوع الزيوت المستخدمة والنتيجة التي حصلوا عليها بعد مزج هذه الروائح في سجل خاص بهم، يتحول بعد سنين من التجارب، إلى كنز ثمين أو بالأحرى إلى عمل إبداعي، يمكن لمؤلفه أن يحميه من السرقة في إطار قانون حماية حقوق الملكية الفكرية. يذكر هنا أن حكماً صدر عن محكمة الاستئناف في فرنسا، أكدت فيه أن العطر يمكن اعتباره «مثل نتاج البحث العقلي الموسيقي، ومن ثم يمثل (عملاً ذهنياً) تحميه حقوق الملكية».

يستقبل هذا المعهد 20 طالباً كل سنة، شرط أن يكونوا قد أكملوا سنتين من دراسة الكيمياء، وعلى مدى عامين يتلقى هؤلاء دروساً نظرية، إذ يحفظون التراكيب العطرية وعدد الروائح وأنواعها، ويتعلمون كيفية التفريق بين العبق الطبيعي والشذا الصناعي، بشكل يعتادون فيه على مزاياها الكيميائية وخصائصها الشمية، إضافة إلى ذلك، يتلقون دروساً تطبيقية، إذ يتعلمون التقنيات المتعددة في استخراج الروائح والزيوت العطرية المتنوعة في إطار برنامج التدريب في إحدى شركات العطور وكيفية تركيب الصيغ العطرية، ليس من أجل صناعة عطر ثمين، وإنما لصنع الروائح لاستخدامها في شتى المنتجات من مستحضرات التجميل إلى منتجات العناية بالشعر والبشرة والمواد المنظفة وغيرها، كذلك يتم التركيز في هذا المعهد على عملية تطوير الذاكرة الشمية والحس الشمي عند أولئك المتدربين، فالعطار المحترف يحتاج أيضاً إلى هذا النوع من التدريب طوال الوقت كي لا يفقد قدراته، بعدها يجب على الطالب أن يثبت جدارته في حمل شهادة العطار، إذ لا بد من التدرج في مهنته، من تلميذ مساعد عطار إلى مساعد عطار وصولاً إلى عطار محترف، إلا أن النجاح لا يكون من نصيب الجميع.

الأزهار والمشاعر الإنسانية..

صنّف عالم النبات السويدي ليناوس (1707-1778)، النباتات تصنيفاً أصبح الأساس الحديث لعلم النبات، وقد لاحظ أن بعض النباتات تتفتح وتطبق في ساعات محددة من النهار والليل، فوضع على أساس هذه الملاحظة ما عُرف بـ«ساعة الإزهار»، كل نبتة وأمامها الساعة التي تتفتح فيها أو تطبق بدءاً من الساعة الواحدة صباحاً وحتى منتصف الليل، ولكن علماء النبات في سائر بلدان العالم صححوا هذه الساعة نظراً إلى أن المناخ والطقس اللذين يؤثران في النبات يعدّلان أوقات التفتح والإطباق. ولكن تبقى هناك «ساعة إزهار» لكل بلد، ولكل مناخ.

المصادم الهدروني العملاق
هل يحرك الثورة الفيزيائية القادمة؟

د. رضا عبد الحكيم رضوان

المصادم الهدروني العملاق (Large Hadron Collider LHC) هو الآلة الأضخم تقنياً، التي اخترعها علماء الفيزياء لتجيب عن كثير من الأسئلة بهدف فهم أوضح لأسرار الطبيعة، ولإزالة الحواجز التي تعيق نظرياتهم في تفسير الكثير مما يجول في أذهانهم لحل ألغاز الكون. لكن ليس في أعماق السماء هذه المرة، بل تحت سطح الأرض.

و يصف الباحثون هذا المصادم بأنّه أكبر وأقوى مجهر في تاريخ العلم، تم تجهيزه لينهض بأعظم تجربة في فيزياء الجسيمات، وذلك لرصد وكشف فيزياء أقصر المسافات (حتى النانومتر)، وكذلك التعرف إلى أعلى الطاقات التي لم يسبق سبرها. لقد ظل علماء فيزياء الجسيمات على مدى عقد أو أكثر ينتظرون بتلهف فرصة لاستكشاف هذا النطاق، الذي يسمى أحياناً التيرا terascale بسبب مدى الطاقة المصاحب: تريليون إلكترون فلط، أو TeV.

ومن المتوقع استحداث فيزياء جديدة مهمة عند هذه الطاقات، مثل جسيم هيغز Higgs المراوغ (الذي يعتقد أنه مسؤول عن إكساب الجسيمات الأخرى صفة الكتلة) والجسيم الذي يكون المادة الخفية (المعتمة) dark matter التي يتكون منها معظم المادة في الكون.

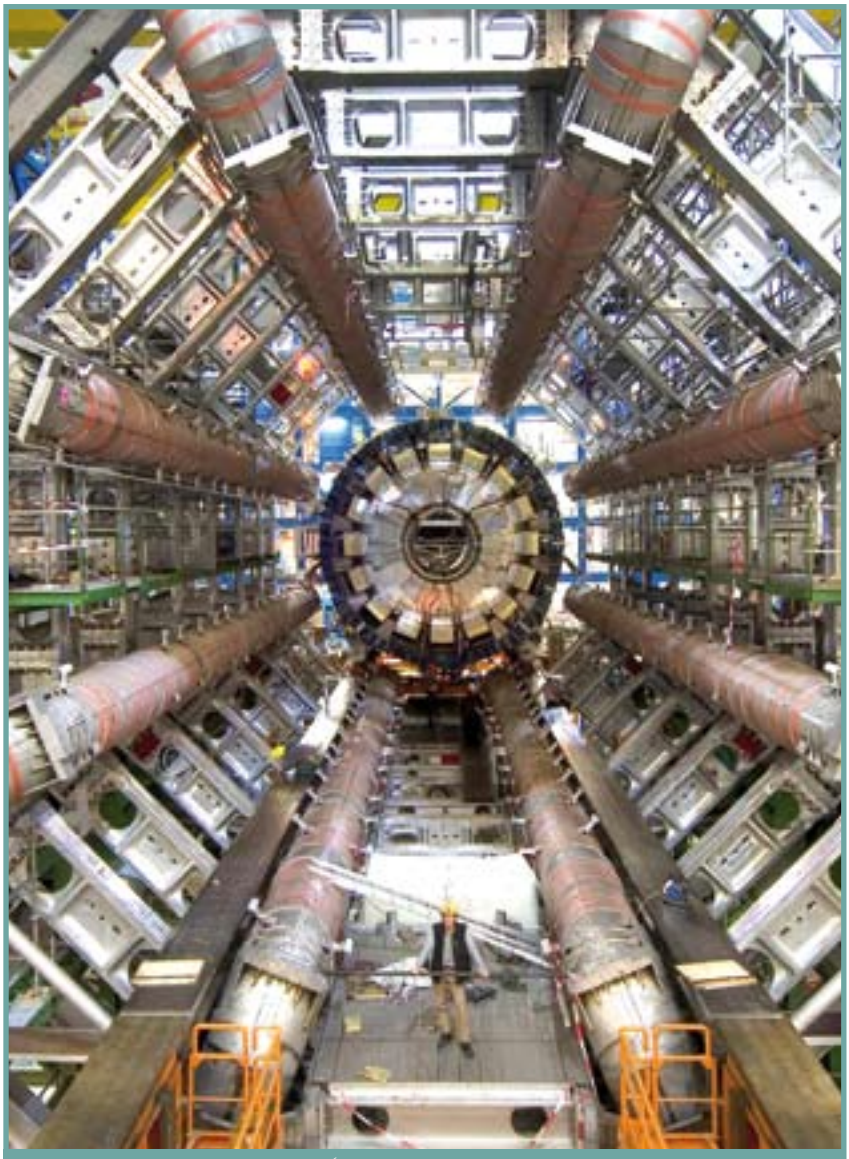
تسع سنوات مرت على بدء هذا المشروع المقرر الانتهاء منه نهاية هذا العام، وهو مقام في نفق عميق أكثر من مئة متر ما بين بحيرة جنيف وجبال جورا، يقطع الحدود السويسرية الفرنسية في أربع نقاط في دائرة محيطها 27 كيلومتراً تقريباً، ويشترك في المشروع علماء ومهندسون من نحو 40 دولة حول العالم بإشراف المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية CERN، وبتمويل من نحو 30 دولة.

وسوف يسرع المصادم LHC مجموعات من البروتونات إلى أعلى الطاقات التي لم تنتجها آلة من قبل، ويجعلها تتصادم رأسياً 30 مليون مرة في الثانية. ليسفر كل تصادم فيضاً من آلاف الجسيمات التي تتحرك بسرعة الضوء تقريباً. وهكذا، وكما يتوقع العلماء، فإنّ المصادم سيأتي بعهد جديد لفيزياء الجسيمات، تحل فيه جميع الألغاز الكبرى المتعلقة بتركيب مكونات المادة والطاقة في الكون. إنّ آفاق عصر ذهبي للفيزياء، سيأتي به المصادم لا مناص، وسيجري التحكم في مسرع المصادم من أحد أقسام مركز التحكم في المختبر CERN. أمّا المكاشيف فلها غرف تحكم خاصة بها.

وينحدر نفق المصادم بمقدار 1.4% عن الأفق، لكي يوضع أكبر قدر ممكن منه داخل صخر جامد. فالنفق بعمق 50 متراً تقريباً عند جانب بحيرة جنيف، وبعمق 125 متراً عند الجانب الآخر. وتم إنشاء شبكة المصادم الهدروني الكبير للحوسبة للتحكم في الكم الضخم من البيانات التي تنتج من مصادم الهدرونات. وتضم خطوط ألياف ضوئية محلية بجانب خط إنترنت عالي السرعة لمشاركة البيانات بين الوكالة والمختبرات في العالم.

• أهداف رئيسية

تتصل الأهداف الرئيسية للمصادم بفيزياء الجسيمات، ومعروف أنّ فوائد فيزياء الجسيمات لا تقتصر على الاكتشافات المذهلة لدقائق تكوين المادة على المستوى تحت الذري، إذ شهدت السنوات الأخيرة تطبيقات عملية متعددة لفيزياء الجسيمات في الكثير من المجالات كما في



مصادم ضخم جداً

مجالات الطب والأمن والإلكترونات.

يضم مصادم الهدرونات الكبير آلات متينة موثوقة وأجهز ضخمة رائدة. وثمة مسرعات عمرها عقود من الزمن، تشمل السينكروترون البروتوني Proton Synchrotron (PS) والسينكروترون البروتوني الفائق Super Proton Synchrotron (SPS)، تقوم بإكساب البروتونات سرعة تبلغ 99.99975% من سرعة الضوء. ويرفع المصادم طاقة البروتونات 16 ضعفاً تقريباً فيجعلها تتصادم 30 مليون مرة في الثانية لمدة تصل إلى 10 ساعات. وتولد 4 تجارب كبرى أكثر من 100 تيرا بايت من بيانات التصادم كل ثانية.

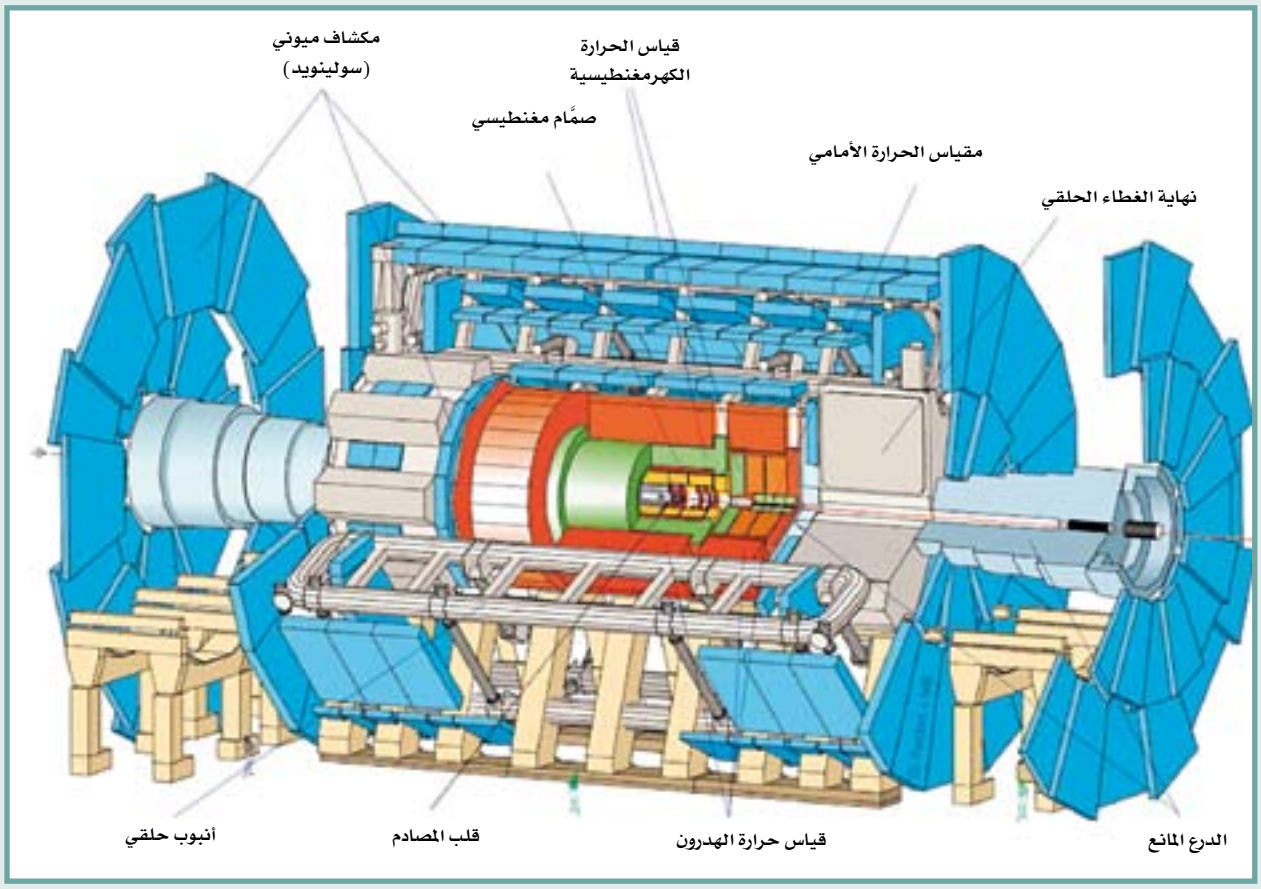
> **أكبر وأقوى مجهر في التاريخ تم تجهيزه لينهض بأعظم تجربة في فيزياء الجسيمات لرصد وكشف فيزياء أقصر المسافات وأعلى الطاقات التي لم يسبق سبرها**

بنية المصادم

يتكون المصادم، الأكبر حجماً والأكثر طاقة حتى الآن، من أنبوبي حزمة متجاورين، يدوران في نفق خرساني دائري قطره 3.8 متر وطوله نحو 27 كيلومتراً، مكون من ثمانية أقواس يقارب طول كل منها 3 كيلومترات، مفصولة عن بعضها بقطاعات مستقيمة تصل إلى 580 متراً.

يقع النفق على عمق يراوح بين 50 و175 متراً تحت سطح الأرض. يطوّق أنبوب الحزمتين بآلاف المغانط الفائقة الناقلية، منها 1232 مغنطيساً ثنائي القطب مزدوج الفتحة (أي ما يكافئ 2642 مغنطيساً ثنائي القطب) تعمل على إبقاء الحزمة في مسارها الدائري، على حين يقوم ما يقارب 400 مغنطيس رباعي الأقطاب على تبئير الحزمتين لضمان كثافتي تيارين عاليتين لتحقيق معدل تصادم عال (يبلغ قطر الحزمة بحدود قطر شعرة من رأس الإنسان)، وهناك مئات المغانط الأخرى المتعددة الأقطاب تقوم بدور مصححات. تزن المغانط الفائقة الناقلية زهاء 27 طناً وهي موجودة في منظومة تزن أكثر من 40 طناً وتبرد بنحو مئة طن من الهيليوم الفائق الميوعة إلى درجة حرارة بحدود 1.9°K (-272.25°C)، مما يجعل هذه الآلة المكان الأكثر برودة وخلاء في المنظومة الشمسية.

تحقن البروتونات في مسرع المصادم بعد تسريعها بواسطة عدة مسرعات، آخرها مسرع البروتون السينكروتوني الفائق SPS الذي يوصلها إلى طاقة مقدارها 450GeV، تدخل حزمة البروتونات بهذه الطاقة، إلى أنبوب المصادم وترفع الحقل المغنطيسي إلى نحو 8.5T وتسرع خلال مدة 20 دقيقة لتصل طاقتها إلى 7TeV



(تيرا إلكترون فولت) حيث يمكن إبقاؤها محتفظة بهذه الطاقة لمدة تصل إلى يوم واحد. تكون سرعة البروتونات عند هذه الطاقة قريبة جداً من سرعة الضوء (99.9999991% من سرعة الضوء)، تدور عندها ضمن الأنبوب النفقي زهاء 11.000 دورة في الثانية. وتجمَّع البروتونات في باقات يصل عددها إلى 2808 باقة، تحوي كل منها 10 × 1.5 بروتون، ويصل تيار الحزمة إلى 0.582A، وعند اصطدام بروتونين بهذه الطاقة تكون الطاقة الإجمالية للتصادم 14TeV، وسرعان ما تتحول إلى طيف واسع من الجسيمات الأخرى التي يؤمل أن تقدم حلولاً لألغاز أربكت العلماء.

تجري التصادمات في النقاط الأربع التي يتقاطع فيها الأنبوبان، ولذلك شيدت التجارب والمكاشيف حول هذه النقاط، وجهزت ست تجارب لإجراء كل الدراسات الفيزيائية. زودت هذه التجارب بالمكاشيف المناسبة لتحقيق الأغراض المرجوة منها، إذ صممت كل منها بشكل منفصل وركبت في تجاويف كبيرة تحيط بنقاط التصادم وسميت كما يلي:

1 - تجربة (A Toroidal LHC Appratus) ATLAS: جهاز المصادم الهدروني الكبير السواري، وهذه التجربة عبارة عن مكشاف ضخم متعدد الأغراض سيستعمل للبحث عن أي إشارة جديدة، ومن أهم مهامه الكشف عن الجسيمات الجديدة وتقصي أقصى حدود الفيزياء الممكنة.

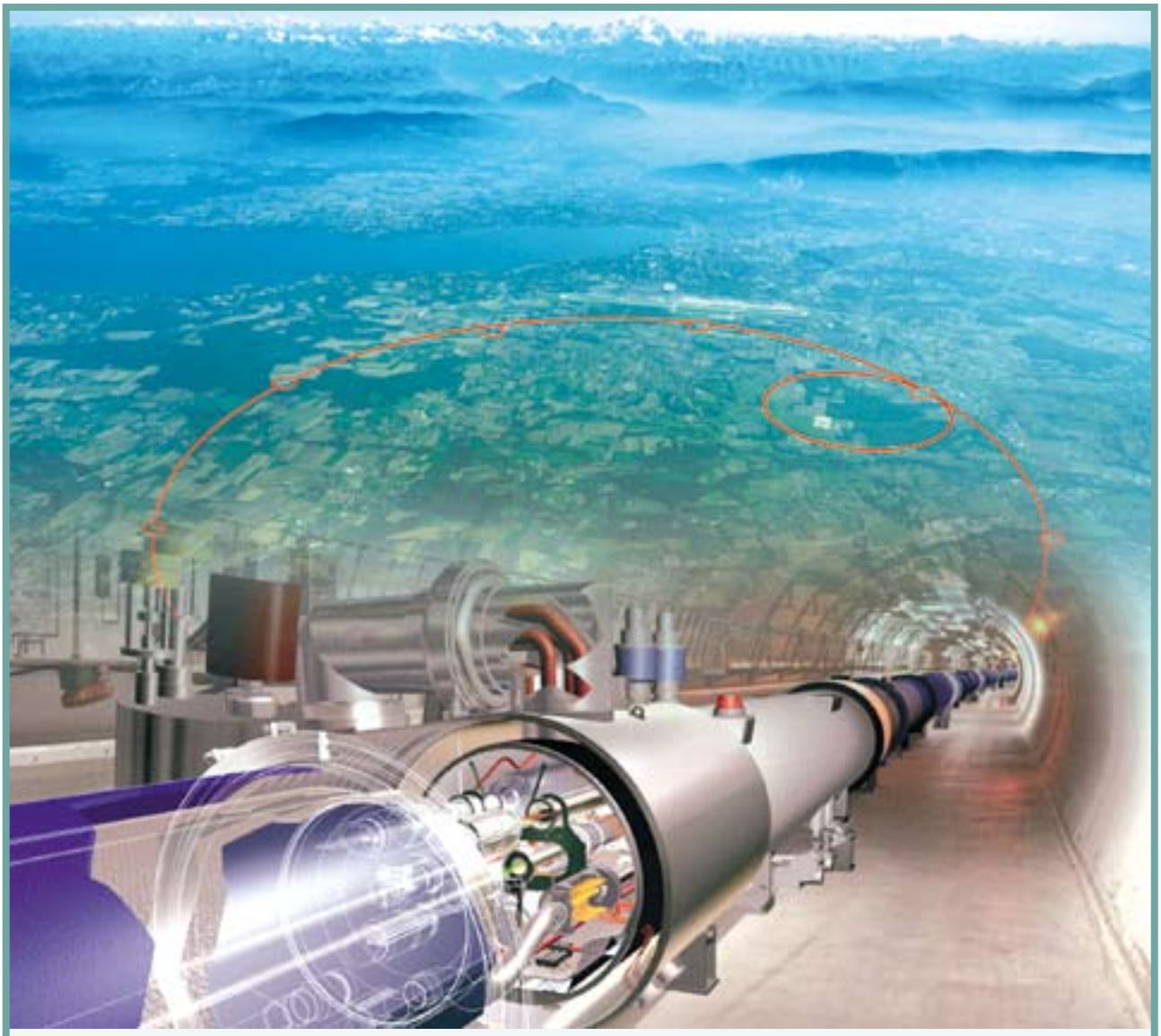
2 - تجربة (Compact Muon Solenoid) CMS: ملف سواري ميوني متراص، تضم هذه التجربة أيضاً مكشاف ضخماً متعدد الأغراض مهمته التقاط بوزونات هيغز والبحث عن المادة الخفية والجسيمات الأخرى.

3 - تجربة (A Large Ion Collider Experiment) ALICE: تجربة المصادم الأيوني الضخمة، ومهمتها دراسة تشكل بلازما كوارك غليون التي كانت موجودة أثناء الانفجار العظيم.

4 - تجربة (LHC – beauty) LHCb تجربة جمال المصادم ومهمتها دراسة مصير المادة المضادة التي تشكلت عند نشوء الكون والتي كانت مكافئة للمادة العادية.

5 - تجربة (LHC – Forward) LHCF: تجربة تقدم المصادم، وهي تجربة صغيرة ومصممة لأغراض خاصة.

6 - تجربة TOTEM (Total Cross Section – Elastic Shearing and Diffraction Dissociation): تجربة دراسة المقطع الفعال القص والتصادم المرن والتفارق الانعراجي. وهي أيضاً تجربة صغيرة محددة المهام.



خمسة أهداف للمصادم:

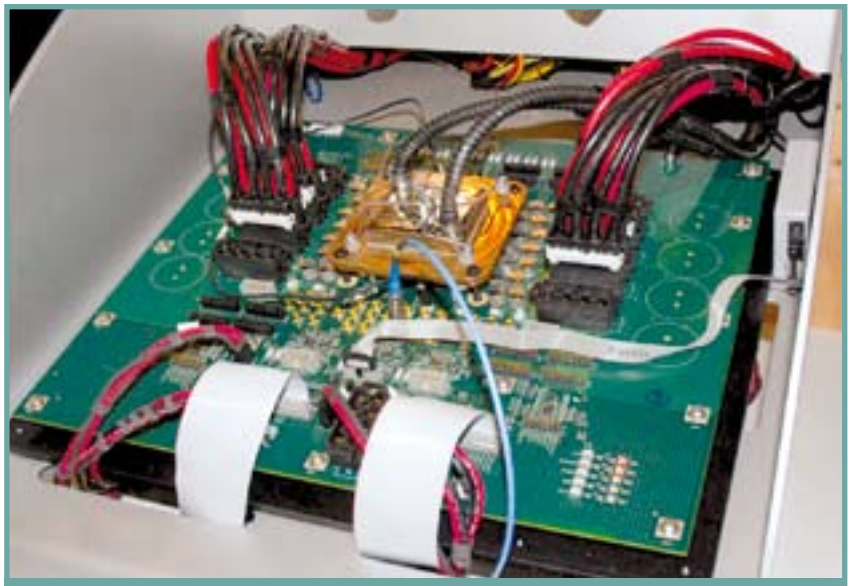
أولاً: إعادة اكتشاف النموذج المعياري: ليس هدف المصادم الأول اختبار ما هو جديد وإنما التأكد مما هو قديم. ستنتج الآلة الجسيمات المألوفة بأعداد هائلة (عدة كواركات القمة في الثانية على سبيل المثال) وستفحصها بجودة متزايدة، وهذا لا يتيح فقط اختبار الآلة وتجهيزاتها المختلفة، وإنّما سيضع أيضاً معالم دقيقة تحدد إن كانت الظواهر الجديدة هي جديدة فعلاً.

ثانياً: تعيين ما يكسر التناظر الكهرضعيف: سيفتش المصادم عن بوزون هيغز (أو ما يحل محله) ويحدد خواصه، هل يزود الهيغز الجسيمات W و Z وحدها بالكتلة أم إنه يزود الكواركات والليبتونات أيضاً؟

ثالثاً: البحث عن قوى جديدة للطبيعة: ستنحل جسيمات القوى الجديدة إلى جسيمات معروفة كالإلكترونات، وقريناتها من المادة المضادة؛ البوزيترونات، ويمكن لهذه القوى أن تدلنا على تناظرات جديدة في الطبيعة وأن تقود الفيزيائيين إلى فهم موحد لجميع التفاعلات.

رابعاً: إنتاج مرشحين للمادة المظلمة: برصد الجسيمات المستقرة والحيادية التي تحدثها المصادمات العالية الطاقة، يمكن للمصادم أن يساعدنا على حل أحد أكبر الألغاز في الفلك واختبار فهم الباحثين لتاريخ الكون.

خامساً: أبعاد الزمكان (الزمن مكان) الخفية: سيفحص المصادم مجال عمله الجديد والرحب باحثاً عن أدلة على أبعاد الزمكان الخفية، وعن تفاعلات شديدة جديدة، وعن فائقية التناظر وعن كل ما هو غير متوقع ويجب على الفيزيائيين أن ينتهبوا للصلات القائمة بين الأسئلة الكبيرة الآن وأن يتأهبوا للأسئلة الجديدة التي سيثيرها المصادم.



التيرا terascale

ما الذي تقدمه دراسة التصادم؟

إن أهم ما يتوقع الفيزيائيون أنّ يحصلوا عليه من إجابات عن استفساراتهم، هو البحث في الجسيمات المتشكلة عن عمليات تحول طاقة كتلة في هذا المخزون الطاقي، لعلهم يعودون في الزمن إلى لحظة نشوء الكون والانفجار العظيم، حيث يجدون جسيمات تشكلت آنذاك وتلاشت وأخرى تجمعت في عناقيد أشكال مبهمة. الأمر الذي يقدم إجابات عدة حول تساؤلات الفيزيائيين عن أصل الكتلة ونظرية الأوتار الفائقة، كذلك ماهية المادة الخفية ولعل أهمها ما يقدمه المصادم حول أسرار نشوء الكون هو: كيف بدت المادة عند حصول الانفجار العظيم وفي النانو ثانية الأولى منه، حيث كانت الطاقة الهائلة هي السائدة. ثم أين ذهبت المادة المضادة. وأخيراً ما سبب وجود ستة كواركات؟

وأخيراً يحذر بعضهم من أنّ المصادم يخفي تكنولوجيا تحكم بيئي تؤدي إلى عواقب وخيمة، وذلك على سند من القول إنّ هناك احتمالاً لتوليد ثقوب سوداء عند تصادمات الطاقات العالية، إذ أظهرت الدراسات الحديثة في نظرية الأوتار هذه الإمكانية التي قد تفسح المجال أمام العلماء لدراستها بتفصيل أكبر. إنّ طبيعة الثقوب السوداء وكينونتها ما زالتا من الأسرار الكبرى التي تخفيها الطبيعة. إذ أنّها تمثل أجساماً كونية ثقيلة جداً، تقارب كثافتها كثافة النوى، وتملك حقولاً ثقالية هائلة. هذا وقد دفع احتمال تشكل ثقوب سوداء مكروية العديد من العلماء لدق ناقوس الخطر، خشية تجمع هذه الثقوب وتضخمها بحيث تخرج عن السيطرة وتؤدي إلى ابتلاع الأرض أو جزء منها.

> سوف يسرِّع المصادم مجموعات من البروتونات إلى أعلى الطاقات التي لم تنتجها آلة من قبل ويجعلها تتصادم رأسياً 30 مليون مرة في الثانية

> تسع سنوات مرت على بدء هذا المشروع المقرر الانتهاء منه نهاية هذا العام وهو مقام في نفق عميق أكثر من 100 متر ما بين بحيرة جنيف وجبال جورا ويقطع الحدود السويسرية الفرنسية في أربع نقاط

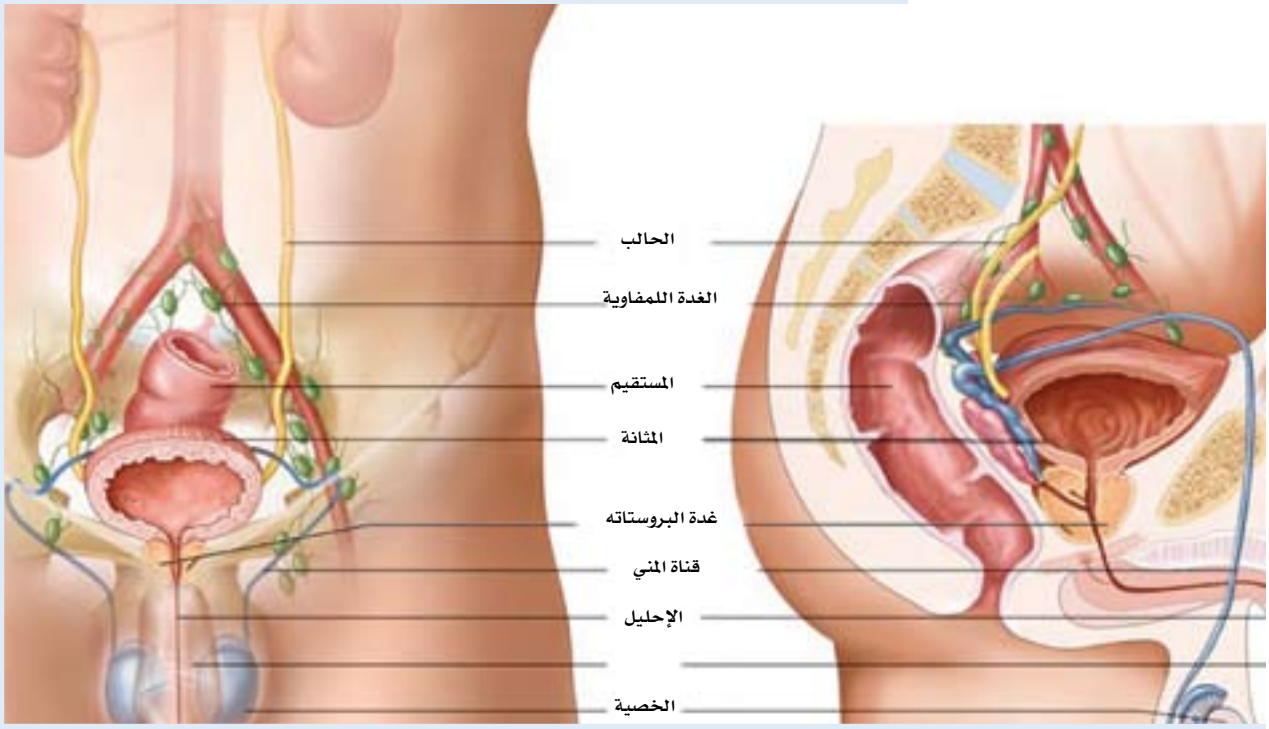
مركز مفاتيح التحكم في مركز CERN

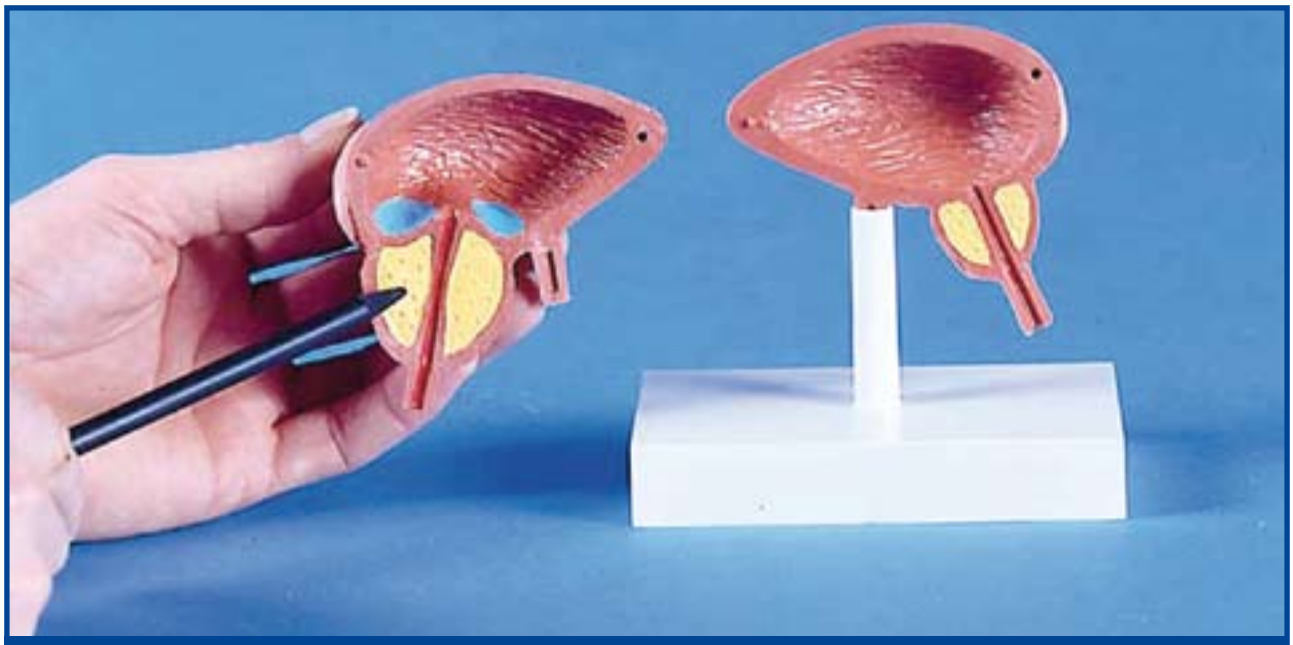
يصيب المسنين ويتطور إلى ورم سرطاني

تضخم غدة البروستاته.. التشخيص والعلاج

د. زينب الصعبي

تعد البروستاته من الغدد المهمة في جسم الإنسان، وتصنف ضمن الغدد غير الصماء أو غدد الإفراز الخارجي التي توجد عند الذكور فقط، وهي من الغدد التابعة للجهاز التناسلي، وتُعنى بإفراز سائل قوي يشكل 25% من مكونات السائل المنوي عند الرجال، على حين تشكل الحيوانات المنوية وإفرازات الحويصلات الرئوية المنوية الجزء الباقي. وتأتي أهمية إفرازات غدة البروستاته من أنها تساعد على معادلة الوسط الحمضي الموجود داخل الجهاز التناسلي للمرأة، مما يحافظ على سلامة المادة الوراثية للحيوانات المنوية، ويمنحها فرصة أكبر للبقاء وقدراً أفضل من النشاط، حتى تتمكن من الوصول إلى البويضة. ومثلها مثل العديد من أعضاء الجسم الأخرى، تتعرض البروستاته لعدد من الأمراض والعلل، مثل الالتهاب، والتضخم، والسرطان.





مقطع تشريحي يبين غدة البروستاته وتفاصيلها وشكلها قبل التضخم وبعده

في الحالة الطبيعية يبلغ حجم غدة البروستاته حجم حبة الجوز، وتقع في مكان حيوي ومهم، إذ إنها تحتضن بداية الإحليل (وهو ذلك الجزء من المسالك البولية الذي يقوم بإيصال البول من المثانة إلى الخارج)، ويقطع الإحليل مسافة قدرها نحو 5 سنتيمترات داخلها، ونتيجة لذلك فإذا أصيبت غدة البروستاته بالتضخم، فإن ذلك سيتسبب في تضيق في الإحليل مما يعيق جريان البول نحو الخارج. ومن أهم أسباب تضخم غدة البروستاته هو التقدم في العمر، إذ إن الغدة تكون صغيرة جداً عند الأطفال قبل البلوغ وذلك لقلة كمية الهرمون الذكري، وعند البلوغ ونتيجة لزيادة إفراز هذا الهرمون فإن حجم الغدة يزداد وتصبح الغدة فعالة، وتستمر هذه العملية ويستمر التأثير على الغدة.

إن الزيادة التي تطرأ في الحجم لا تسبب عادة أي إزعاج للشخص، بحيث يعيش حياة طبيعية دون أن يشكو من شيء، إلا أن الأمر يختلف عند بعض الرجال، إذ إن التضخم في الغدة يبدأ بالتأثير على جريان البول إلى الخارج عبر الإحليل، ما يسبب صعوبة في التبول، ويمكن أن تتفاقم الحالة مع مرور الزمن. وتكون أعراض هذه الحالة في بادئ الأمر على شكل صعوبة البدء بعملية التبول مع ضعف في قوة دفع البول، واستمراز نزول قطرات من البول مباشرة بعد الانتهاء من التبول، كذلك فإن المريض يشكو من ازدياد عدد مرات التبول والاضطرار للنهوض من النوم للذهاب إلى المرحاض، وإذا استمرت الحالة في الازدياد فقد تصل إلى درجة ربما لا يستطيع معها المريض السيطرة على التبول، مما يتسبب في خروج البول قبل أن يصل المريض إلى المرحاض.

مضاعفات خطرة

وإضافة إلى المضايقة والإحراج اللذين يسببهما ذلك للمريض فربما يؤدي تضخم الغدة إلى مضاعفات خطرة، فنتيجة لإعاقة خروج البول من المثانة فإن بعض البول يتبقى فيها بعد التبول، مما يؤدي إلى حصول التهابات بكتيرية تكوّن الحصى، كما أن الانسداد يؤدي إلى زيادة الضغط على المسالك البولية ما يؤدي إلى توسع الحالبين وحويضي الكليتين، وإذا استمرت الحالة فإن عمل الكليتين سيتأثر وقد يؤدي إلى عجزهما وتوقفهما إن استمرت الحالة دون علاج، كما أنه من غير النادر حصول انسداد مفاجئ وكامل لمجرى البول، ما يسبب ألماً وضيقاً شديدين للمريض، وهذا الأمر يتطلب إمرار قصبة (قثطرة) إلى المثانة بشكل مستعجل لفتح الانسداد. ومن الجدير بالذكر أن إمرار القصبة ربما لا يكون سهلاً إذاكان التضيق شديداً، وعندها يتطلب الأمر إجراء عملية جراحية مستعجلة لاستئصال الغدة وفتح مجرى البول.

> **الغدة موجودة عند الذكور فقط وهي تابعة للجهاز التناسلي حجمها الطبيعي يقارب حجم حبة الجوز وتقع في مكان حيوي ومهم**

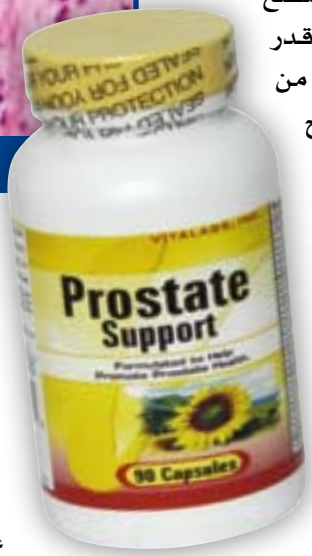
التشخيص والعلاج

في بداية الأمر تدرس الحالة سريرياً وتجرى فحوص للتأكد من عدم وجود التهابات بكتيرية أو حصى، كما يتم تقييم عمل الكليتين بإجراء فحوص البول والدم، وكذلك عمل الفحوص الشعاعية العادية والملونة، وفحص الكليتين والمسالك البولية بالموجات فوق الصوتية، كما يتم

إجراء الفحوص اللازمة لمعرفة درجة الانسداد. ومن المهم أيضاً التأكد من عدم وجود ورم سرطاني في الغدة. ويتم ذلك بإجراء فحوص للدم أخذ عينة (خزعة) من الغدة ذاتها. ولعلاج هذه الحالة هناك طريقتان:

1 – العلاج غير الجراحي:

وفيه ينصح المريض بالذهاب إلى المرحاض حال إحساسه بتجمع البول، وعدم مدافعة وحصر البول قدر الإمكان، لأن ذلك يسبب احتقاناً في المنطقة ما يزيد من الانسداد، كما ينصح بتجنب التعرض للبرد قدر الإمكان لأن البرد يزيد من احتقان المنطقة، وينصح بالإقلال من شرب السوائل قبل النوم حتى لا يضطر المريض إلى القيام تكراراً في الليل، وهناك بعض الأدوية التي تساعد على تقليل الانسداد، وهي فعالة في الحالات المبكرة حيث يصغر حجم الغدة إلى درجة يصبح معها التبول سهلاً.



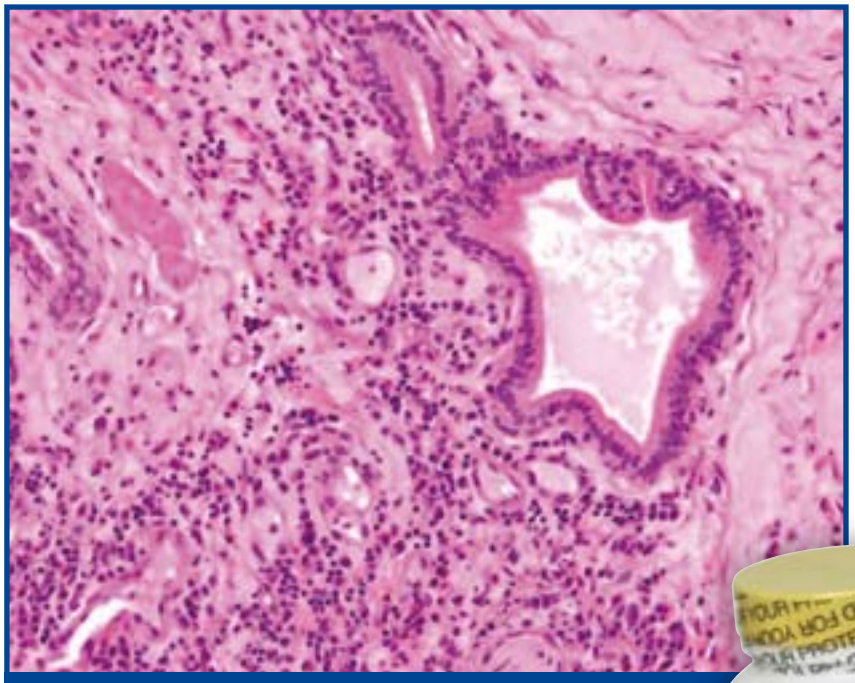
2 – العلاج الجراحي:

ونعني به عملية استئصال الغدة، وهناك أساليب متعددة في الوقت الحاضر لعمل ذلك، وقد شاع في السنوات الأخيرة استعمال منظار يمرر من فتحة الإحليل الخارجية، حيث يتم استئصال الغدة بدءاً من الجزء المحيط بالإحليل، وهي طريقة جيدة ولا تحتاج إلى إحداث جرح في البطن، إلا أن هذه الطريقة تحتاج إلى خبرة أوسع وأجهزة أعقد من الأسلوب الكلاسيكي (العملية الجراحية) الذي أصبح قديماً وغير مناسب. وفي الأعوام القليلة الماضية تم تطوير أساليب ذكية جداً لتوسيع المجرى ودون الحاجة لإجراء مداخلات جراحية معقدة، وهذه الأساليب مناسبة تماماً لكبار السن، وخصوصاً إذا كانت صحتهم لا تتحمل إجراء عملية جراحية كبرى مثل استئصال الغدة. وتتلخص بالوسائل الآتية:

1 – قثطرة بالبالون: وتتم بإمرار قصبة تحتوي على بالون غير منفوخ إلى منطقة التضيق، وهنا يتم نفخ البالون مما يساعد على توسيع المجرى. ويمكن إجراء هذه العملية باستعمال تخدير موضعي.

2 – تركيب شبكة: ويتم بإمرار شبكة معدنية مصممة خصيصاً لهذا الغرض بواسطة قصبة بلاستيكية، وعند الوصول إلى منطقة التضيق يتم فتح هذه الشبكة، التي تقوم بإبقاء المجرى مفتوحاً، حيث يتم بعد ذلك سحب القصبة البلاستيكية وتترك الشبكة المعدنية في مكان التضيق. وهذه العملية يمكن إجراؤها أيضاً باستعمال التخدير الموضعي.

3 – أشعة الليزر: وتتم بإزالة ذلك الجزء من الغدة الذي يسبب الانسداد بتوجيه أشعة الليزر أو إحراق تلك الأجزاء باستعمال حرارة تولد موضعياً من موجات ميكروويف، وهذان الأسلوبان لايزالان في طور التجربة والتطوير.


مقطع لغدة بروستاته مصابة بمرض السرطان

سرطان البروستاته

يعتبر سرطان البروستاته من أكثر الأمراض السرطانية انتشاراً في الدول الصناعية، وخصوصاً عند كبار السن، وهو أحد الأساليب الرئيسية للوفيات بين أفراد هذه الفئة العمرية. فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية يحتل سرطان البروستاته المركز الثاني في قائمة أكثر الأمراض السرطانية انتشاراً بعد سرطان الجلد، فمن بين جميع أنواع وأشكال الأمراض السرطانية التي تشخص سنوياً بين الرجال الأمريكيين، يستحوذ سرطان البروستاته وحده على أكثر من ربع تلك الحالات، وهو ما يعني أنه من بين كل أربع حالات يتم تشخيص إصابتها بنوع أو بآخر من السرطان، يستحوذ سرطان البروستاته على واحدة منها. لكن رغم هذا الانتشار الواسع لسرطان البروستاته فإن الأطباء لا يزالون غير قادرين على إدراك أسبابه، ويعجزون عن تفسير إصابة شخص دون آخر به، وخصوصاً الفرق الواضح بين معدلات الإصابة بين الرجال

عمل جراحي للبروستاته

القاطنين في البلدان الصناعية وبين أولئك المتحدرين من الدول الفقيرة، والنظرية الوحيدة المطروحة لتفسير هذا الاختلاف ترى أن الرجال في الدول الصناعية يتعرضون في حياتهم اليومية وغذائهم للعديد من الملوثات البيئية التي تسبب السرطان، مقارنة بأولئك الذين يقطنون الدول الفقيرة، وهو أيضاً ما يفسر الارتفاع الملحوظ في نسبة الإصابة بين رجال الدول الفقيرة بعد هجرتهم واستقرارهم في الدول الصناعية.

عامل وراثي

وتظهر الدراسات الحديثة وجود عامل وراثي قوي التأثير في احتمالات الإصابة بسرطان البروستاته، فحسب دراسة نشرت حديثاً، اكتشف العلماء سبعة من الجينات، أو المورثات، التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بسرطان البروستاته، وهو ما يعني أن الرجال الذين أصيب آباؤهم أو إخوانهم بسرطان البروستاته قبل سن الستين، معرضون أيضاً لنسبة مرتفعة من احتمالات الإصابة بالمرض. ويمنح اكتشاف قوة العلاقة بين سرطان البروستاته وبين العوامل الوراثية آفاقاً

> شاع في الفترة الأخيرة استخدام منظار لاستئصال الغدة من دون جراحة

جديدة على صعيد العلاج والتشخيص المبكر، فعلى الرغم من أن سرطان البروستاته يتسبب في عدد هائل من الوفيات في العالم سنوياً، فإنه مرض يمكن علاجه إذا ما تم تشخيصه مبكراً، ولكن تكمن المشكلة في أن سرطان البروستاته لا تظهر أعراضه إلا في المراحل المتأخرة، حينما يصبح العلاج عديم الجدوى، ولذلك يسعى الأطباء إلى فحص روتيني يمكنه الكشف عن المرض في مراحله المبكرة، حتى يتسنى علاجه وتخليص المريض منه قبل أن يستفحل وينتشر إلى الأعضاء الأخرى.

وهذا الفحص يعرف بمضاد البروستاته (PSA)، وهو عبارة عن تحليل دم يظهر وجود ارتفاع في نوع خاص من البروتينات، ولكن تكمن المشكلة أيضاً في أن كثيراً من الحالات التي تصاب بسرطان البروستاته لا يحدث لديها ارتفاع في هذا البروتين، بل لا يرتفع هذا البروتين إلا في ثلث حالات الإصابة بسرطان البروستاته فقط، وفي الوقت نفسه، تتسبب أمراض أخرى غير الأمراض السرطانية في ارتفاع (PSA)، مثل تضخم البروستاته الحميد، والتهاب المجاري البولية، وحتى التمارين الرياضية العنيفة، أو الفحص الطبي الشرجي، ومثل هذا اللبس حول مصداقية نتائج الفحص المستخدم حالياً، ستجعل الفحص الوراثي هو الخيار الأفضل في المستقبل.

أضرار العلاج الهرموني

ولا يقتصر هذا اللبس على التشخيص فقط، بل يمتد أيضاً إلى أساليب العلاج المستخدمة، فحسب دراسة صدرت حديثاً عن كلية الطب بجامعة هارفارد الأمريكية، اكتشف الباحثون أن العلاج الهرموني المستخدم في حالات سرطان البروستاته يزيد من احتمالات الإصابة بداء السكري وبأمراض القلب والشرايين، وهذه النتيجة تم التوصل إليها بناء على حقيقة مفادها أنه رغم كون المصابين بسرطان البروستاته يتمتعون بنسبة مرتفعة من البقاء على قيد الحياة بعد خمسة أعوام من تشخيص المرض، مقارنة بأنواع السرطان الأخرى، فإن معدلات الوفيات بينهم أعلى بكثير من معدلات الوفيات بين أقرانهم، وهو ما يعني أن مرضى سرطان البروستاته لا يلقون حتفهم بسبب المرض، وإن كانوا يلقون حتفهم من جراء أسباب أخرى، وهو تناقض فسرته الدراسات العلمية بأنه نتيجة العلاج الهرموني المستخدم. وبخلاف العلاج الهرموني يقدم الطب الحديث العديد من الخيارات على صعيد علاج سرطان البروستاته، مثل الجراحة والاستئصال، أو العلاج الإشعاعي، أو العلاج بالتبريد، والموجات الصوتية الفائقة التركيز، وغير ذلك من البدائل والأساليب العلاجية الحديثة الأخرى.

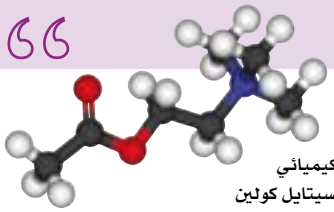
البوتوكس.. نافورة الشباب

د. عصام البحوه

قبل بضعة عقود، كانت الجراحة التجميلية أمراً صعباً نظراً لندرتها وارتفاع تكاليفها، ولم يكن أحد يفكر فيها كخيار إلا في حالات التشوّه الخطير. أمّا اليوم فثمة شريحة كبيرة تلجأ إلى هذه الجراحة، وذلك لتحسين المظهر العام، من زراعة الأثداء إلى إضفاء لمسات جمالية على العيون والحواجب. وقد وصلت الأمور إلى حد طلب تعديل الأنوف، ليس إلا لتحسين المظهر قبل حضور حفلات التخرج مثلاً. وأصبح من المعتاد أن تقوم فتاة في عمر الـ16 باستشارة جرّاح التجميل لتعديل الأنف أو الثدي أو لشد أشياء أخرى من الجسم. فهل أصبح التجميل ومستحضراته الشغل الشاغل للناس والهوس الذي يسيطر على شريحة كبيرة من المجتمع؟

في السابق كانت مُثل الجمال راسخة تتسم بالثبات، وكانت النساء تشاهد الأفلام السينمائية، إلا أنهن لم يكن يشعرن بالحاجة إلى أن يصبحن مثل من يشاهدن، أما اليوم فكل ما تشاهده المرأة يحثها على فعل شيء ما، مثل الذهاب إلى نوادي اللياقة البدنية لتبني جسداً رشيقاً يشبه جسماً ممشوقاً لممثلة أو عارضة أزياء مشهورة، أو إجراء جراحة تجميلية للشفاه، علها تكون كشفاه ممثلة مشهورة. وهكذا تواجه النساء الآن بمزيد من الصور غير الواقعية، لأنّها تُعالج ببرامج الفوتوشوب التي تستخدم لتحسين الصور الفوتوغرافية.

لا بد من الوعي بمعايير الجمال حتى لا ندع لجراحي التجميل فرصة لتوظيف أوهامنا للحصول على أموالنا



الشكل الكيميائي للمركب أسيتايل كولين

لذا كان لا بد من تبني قضية تدفع الناس للتفكير في مُثل الجمال، وأن يكونوا على وعي تام بمفاهيم ومعايير الجمال المسبقة لديهم، حتى لا ندع لجراحي التجميل فرصة لتوظيف هوسنا وأوهامنا للحصول على أموالنا.

شباب على الدوام

صحيح أننا جميعاً نرغب في أن نبدو شباباً على الدوام، فحالة الشباب جميلة وجذابة، لكن كبر السن له سحره أيضاً. نتقدم في السن مع الزمن، ويترك الزمن بصمة على وجوهنا وأجسادنا. كل أثر هو ذكرى لحدث ما وكل تجعيدة تحكي عن السنوات التي عشناها. إن تجاعيد الضحك والتجهم والعبوس تخبرنا بشيء عن طبيعة الشخص، وتعطي ملامح معينة له، أنه صادق في تعبيرات وجهه، وأن الإنسان لا يظهر أي انفعال لايظهر أي ملامح شخصية.

سنة الحياة أن يعيش الإنسان مع خريطة عمره التي شكلتها تجاربه بأحداثها المفرحة ومآسيها المحزنة، فخطوط العمر التي تعتلي الجباه جميلة.

وقد سمعنا عن البوتوكس واستعمالاته الطبية والتجميلية من إزالة للتجاعيد وغيرها، ولا يكاد يمر يوم إلا ونسمع عنه إن لم يكن من الشارع فمن الفضائيات والمجلات المتخصصة بمستحضرات التجميل ووسائل الإعلام الأخرى.

فما البوتوكس وما طريقة عمله؟ وما استخداماته العلاجية والتجميلية؟

ازداد استعمال البوتوكس للأغراض التجميلية، وهي ما يسمى بتجديد الشباب Botulinum rejuvenation بشكل كبير خلال السنوات القليلة الماضية عند النساء بشكل كبير والرجال بصورة أقل نوعاً ما. وأصبح الحصول على مظهر أكثر شباباً ونضارة ووسامة من السهولة بمكان، ولا يكلف سوى زيارة إلى عيادة اختصاصي الجلدية، أو اختصاصي متمرس باستعمال إبر البوتوكس. من ناحية أخرى فإن خبرة أطباء الجلدية في استعمال البوتوكس في مجال تجديد الشباب ازدادت في مناطق جلدية أساسية متعددة، مما أتاح للمرضى خيارات أكثر عندما يصل الأمر إلى العودة بعجلة الزمن إلى الوراء والحصول من جديد على جلد ذي مظهر أكثر شباباً.

من الناحية العلمية

علميا البوتوكس Botox (علامة تجارية) هو الاسم التجاري لسم البوتولينوم Botulinum toxin وهو بروتين معقد تنتجه بكتيريا الكلوستريديوم بوتولينوم Clostridium Botulinum Bacterium، وهو ينتمي إلى مجموعة من المركبات تدعى السموم العصبية Neurotoxic protein.

ويباع تحت أسماء تجارية معروفة منها: Botox ،Dysport ،Myobloc Neurobloc لاستعمالها في العمليات التجميلية على نطاق واسع عالمياً.

مرض نادر

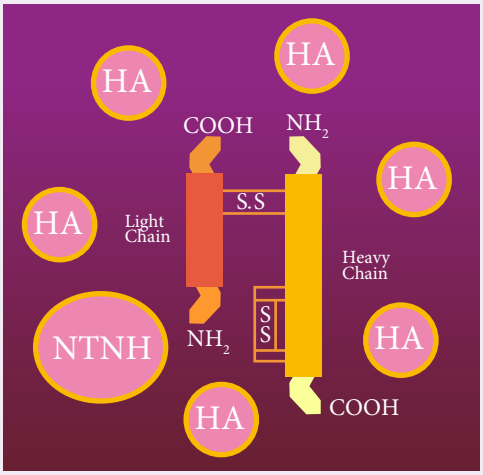
يسبب سم البوتولينوم Botulinum

نبذة تاريخية

- 1817 - 1822: وصف الطبيب والشاعر الألماني كيرنل جوستينوس Kerner Justinus سم البوتولينوم Botulinium toxin لأول مرة معتمداً المصطلح سم السوسج sausage poison، إذ إن هذه البكتيريا تتسبب في التسمم، وذلك بنموها في منتجات اللحم المعالجة أو المجهزة بشكل غير سليم، وهو الذي تكهن باستعمال سم البوتولينوم كعلاج محتمل.
- 1870: أطلق الطبيب الألماني مولر muller عليه اسم التسمم السجقي من الاسم اللاتيني botulus والتي تعني ال sausage.
- 1897: إيميل فان ايرمنغيم Emile Van Ermengem ميز البكتيريا المنتجة للسم البوتوليني Clostridium botulinum.
- 1928: حصل الباحثان سناب وهيرمن سومر Hermann Sommer وSnipe على سم البوتولينوم نقياً.
- 1949: اكتشفت مجموعة بيرغنز Burgens group أن سم البوتولينوم يثبط الوصل العصبي العضلي (شل العضلات) Neuromuscular trans-mission.
- 1960: عمل آلان سكوت وإدوارد شناتز Allan scott and Edward Schantz لأول مرة على تحضير سم البوتولينوم للأغراض العلاجية.
- 1973: استخدم ذلك السم لمعالجة تقلص العضلات.
- 1989: استعمل لانقباض الأجفان.
- في عام 2002 استعمل في علاج تجاعيد الوجه.

كيفية عمل البوتوكس

يتكون سم البوتولينوم من سلسلة قصيرة وأخرى طويلة ترتبطان برابطة كبريتية كما يظهر في الصورة، السلسلة الطويلة مسؤولة عن الالتصاق في بروتين قرب غشاء النهاية العصبية، أمّا السلسلة القصيرة فهي المسؤولة عن الدخول إلى الخلية العصبية وشطر البروتين إلى قسمين وتعطيل وظيفته.



يُثبط سم البوتولينوم تحرر الناقل العصبي المُسمى أسيتايل كولين Acetylcho-line من الخلايا العصبية الذي ينقل الأمر العصبي للعضلات بالتقلص. عندما يحقن طبيب الجلدية بحذر جرعة البوتوكس في عضلات الوجه المُعالجة، في كل عضلة على حدة، فإنه يُسبب بذلك استرخاءً مؤقتاً لتلك العضلات.

Toxin عند تناوله بجرعات كبيرة ما يسمى بالتسمم السجقي Bitulism، وهو عبارة عن مرض نادر لكنه خطير، حيث يسبب شللاً في العضلات، يترافق في الأرجح مع التسمم الغذائي.

وعلى الرغم من كون الشلل هو أحد أهم اختلاطات مرض التسمم السجقي الخطيرة فإنّ العلماء اكتشفوا طريقة لاستفادة الإنسان من هذا السم، حيث وجدوا أن حقن جرعات صغيرة مخففة منه مباشرة في عضلات معينة يؤدي إلى إضعافها وبالتالي التحكم فيها.

وقد صادقت إدارة الغذاء والدواء الامريكية FDA على البوتوكس لأول مرة في عام 1989 لعلاج اضطرابين يصيبان عضلات العين هما الحول Strabismus وتشنج الجفن Blepharospasm.

ولاحظ الأطباء أثناء معالجة اضطرابات عضلات العين تلك أن التجاعيد الموجودة حول العين المعالجة بدأت تتحسن. وبناء على ذلك تمت مصادقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية في عام 2002 على استعمال البوتوكس تجميلياً للتحسين المؤقت لمظهر الخطوط التعبيرية بين الحاجبين.

وفي عام 2004 تمت مصادقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية على استعمال البوتوكس لعلاج فرط تعرق الإبطين الأولي Primary Axillary Hyperhid-rosis الذي لا يمكن التحكم فيه خارجياً بواسطة مضادات التعرق الموضعية التي يصفها الطبيب. وإلى جانب الاستعمال التجميلي، تمت المصادقة على البوتوكس أيضاً لعلاج بعض الاضطرابات العصبية.

تستعمل إبر البوتوكس لعلاج التعرق الغزير في الإبطين

استعمالاته الطبية العلاجية

الحول: Strabismus

وهو مرض يصيب العين ويتميز بنقص التوازي العيني (الانحراف) ويترافق بفرط تقلص العضلات خارج العين، وبإضعاف تلك العضلات يمكن أن يتحقق التوازي العيني، ويقل الانحراف بنسبة 50-80%.

خلل التوتر الوجهي:

تشنج الأجفان: الرمش المفرط Blepha-rospasm هو خلل توتر بؤري لعضلات العين، وهو مظهر شبيه بالحول، قد يسبب إغلاقاً مؤقتاً للعين مع خلل وظيفي. وتنتج المعالجة تحسناً ملحوظاً 100%- 82 من المرضى.

تشنج نصف الوجه:

توتر وحيد الجانب لعضلات الوجه السفلية، وأظهر العلاج بالبوتوكس تحسناً بنسبة 90% من المرض.

خلل التوتر العنقي:

Cervical dystonia (spasmodic torti-collis)

الانقباض: Achalasia فشل الصمام السفلي في المريء بسبب الارتخاء.

الصداع النصفي: Migraine واضطرابات أخرى في الرأس.

الاعتلالات العصبية المؤلمة المزمنة chronic focal painful neuropathies

يغزو سم البوتولينوم الخلايا العصبية، ويطلق إنزيما يحول دون انكماش العضلة. وقد حدد العلماء أن الإنزيم يرتبط بمواقع خاصة على البروتين المسمى SNARE، حيث يكون مركباً معقداً في الوصلة العصبية بين النهايات العصبية والخلايا العضلية، وفي غياب البروتين لا يمكن للخلية العصبية إصدار إشارات كيميائية تؤدي إلى انقباض العضلة، ولهذا يحصل الشلل العضلي.

يهاجم الإنزيم البروتين SNARE بانتقائية ويشطره إلى قسمين بدرجة كافية لعرقلة وظيفته، لكن الطريقة التي يميز فيها الإنزيم البروتين ويشطره أمر مازال فيه تخمين كثير، وهناك دراسات قد تساعد الباحثين على حل اللغز وإيجاد تطبيقات طبية جديدة لسم البوتولينوم.

SNARE: soluble N-ethylmaleimide-sensitive factor attachment protein (SNAP) receptor

فرط التعرق الأولي أو البؤري: Primary axillary hyperhidrosis

تعرق غزير في اليدين والقدمين والإبطين. يُصيب 2-3% من الناس، ولا يوجد أي سبب واضح لهذا المرض، وعلى ما يبدو فإنه وراثي.

الاستعمالات العلاجية الأخرى التي لم تعتمد بعد من إدارة الأدوية والأغذية الأمريكية FDA:

- السلس البولي لدى الأطفال pedi-atric incontinence نتيجة للنشاط المفرط للمثانة والمثانة العصبية.
- الشقوق الشرجية Anal fissure or Anismus.
- خلل التوتر البؤري focal dysto-nias الذي يؤثر على الأطراف والوجه والفك أو الحبال الصوتية.
- علاج الرأرأة: Nystagmus، والرعاش: Tremors، والشناج: Spas-ticity، والشلل الدماغي: Cerebral palsy، والألعاب Excessive saliva-tion والاعتلال العصبي السكري: Di-abetic neuropathy، ومعالجة ومنع الصداع المُزمن والألم العضلي الحركي المُزمن.
- وهناك دليل على فائدة البوتوكس في المساعدة على إنقاص الوزن بزيادة الوقت اللازم لإفراغ المعدة من الطعام.

وهناك دراسة نشرت في مجلة الجراحة الجلدية في مايو 2008 أجراها الدكتور إيرك فرنزي عن تأثير حقن البوتوكس الخاصة بالتجاعيد التعبيرية على الاكتئاب عند عشر سيدات مصابات بالاكتئاب العنيد وغير المستجيب للعلاجات الدوائية، وكانت النتيجة مفاجئة وباهرة إذ ظهر تحسن كبير في الاكتئاب لدرجة عدم الحاجة إلى الأدوية عند 9 سيدات وتحسن المزاج دون زوال الاكتئاب عند سيدة واحدة.

تصحيح خطوط زوايا الفم

الاستعمالات التجميلية Cosmetics:

1 - تصحيح التجاعيد:

تجاعيد عميقة تظهر على مدى سنوات العمر على شكل خطوط بين الحاجبين قد تمتد إلى منطقة الأنف، وتسمى بخطوط غلابيلار glabellar lines، وتجاعيد تظهر على الجبهة وفي زوايا العينين وتسمى رجل الغُراب crow's feet. وتتكون هذه الخطوط التعبيرية بسبب تقلص العضلات تحت الجلد في تلك المناطق.

2 - رفع الحاجب: هي عملية تعالج العضلات التي تُسبب ارتخاء الحاجب نحو الأسفل مما يُساعد على الظهور بشكل أكثر اتّساعاً للعين. أظهرت دراسة جديدة أنه على عكس العمليات الأخرى فإنّ هذه العملية تتيح للمرأة الحصول على أفضل النتائج في رفع الحواجب وذلك عند استعمال جرعة أعلى من العلاج، على حين تكون النتائج أفضل مع الجرعات الأقل في علاج المناطق الأخرى.

3 - خطوط زوايا الفم: وتُسمى خطوط الألم أو الأسى Bitterness lines وتوجد في زوايا الفم وكانت تُعالج

نتائج عمليات حقن البوتوكس على أطراف العين والجبين

سابقاً بالعلاج التقليدي وذلك بحقن الأنسجة الرخوة بالمواد المالئة (الحشوة) soft tissue fillers.

إلا أنّ أطباء الجلدية وجدوا أن طريقة تجديد الشباب بالبوتولينوم تفوق طرق العلاج تلك وتتيح للأشخاص مظهراً أكثر إيجابية.

4 - خطوط الشفاه: هي خطوط طولية تظهر على حافات الشفاه وتُلاحظ عند السيدات المُسنات عند استعمال أحمر الشفاه، حيث يسيل أحمر الشفاه خلال تلك الخطوط لذا تُسمى بالإنكليزية lipstick bleeding lines، ووُجد أن استعمال البوتولينوم إضافة إلى المواد المالئة يُخفف كثيراً من هذه الخطوط.

5 - جروح الوجه: يُمكن أن تُستعمل حقن سم البوتولينوم لمُساعدة عملية التئام الجروح بأقل قدر من الندبات.

التحضير

يتطلب تحضير البوتوكس ومعالجته عناية خاصة، فقبل تجهيزه للحقن، يخزن المنتج المجفف في ثلاجة بدرجة 5- لأنّ السم يتلف بسرعة إن تعرض للحرارة. إلا أن البويغات التي تنتج السم مقاومة للحرارة حتى فوق الـ 100 درجة مئوية. ولتجهيزه يستخدم محلول ملحي طبيعي معقم خال من المواد الحافظة. يجب أن يستخدم البوتوكس خلال 4 ساعات من تجهيزه للحقن، وخلال هذه الفترة يجب أن يخزن المحلول في ثلاجة بدرجة8-2 مئوية وأن يكون المحلول صافياً وشفافاً وخالياً من الألوان وأي جزيئات معلقة ويحظر تفريزه.

يتوفر البوتوكس بعبوات خاصة، عبوة واحدة لشخص واحد، وتحتوي العبوة على 100u وحدة مذابة في 2.5 مل محلول ملحي لكل 0.1 u 4.0 = ml.

تتم عملية إضافة المحلول الملحي بواسطة حقنة ويتم إدخال الإبرة بزاوية 45 درجة، ويجب كتابة تاريخ الإذابة والوقت بدقة. ويتم التخلص من العبوة إذا لم يتم سحب المحلول الملحي إلى الداخل بسهولة، ويستعاض عنها بعبوة أخرى سليمة وجديدة.

عملية الحقن

تحتاج عملية حقن البوتوكس إلى بضع دقائق ولا تستدعي التخدير. يُحقن الدواء باستعمال إبرة رفيعة جداً في العضلات المُعينة مُسبباً ألمًا خفيفاً. ويراوح ظهور النتائج النهائية عادة بين 3 و7 أيام، وبعض الحالات تحتاج لتخدير موضعي على شكل بخاخ، إضافة إلى حالات أخرى يفضل إعطاؤها المهدئ midazolam بجرعة 0.25-1 mg/kg قبل الحقن.

الجرعة

يُستعمل عادة 20-50 وحدة لمُعالجة تجاعيد الوجه، لذا يوجد هامش كبير للأمان مع الاستعمال الصحيح لهذا الدواء. ويجب التخلص من الكمية المتبقية بعد العلاج، أمَّا الجرعات المخصصة للأمراض الأخرى فلكل حالة جرعتها الخاصة بها.

تحذيرات

1 - البوتوكس دواء وليس مادة تجميلية ولا يصرف إلا بوصفة ولا يعطى إلا من قبل طبيب مختص في عيادة طبية معتمدة.

2 - ربما لا يناسب البوتوكس كل التجاعيد.

3 - اختيار العيادة الطبية المعتمدة التي تراعي معايير الجودة، وتحظى باحترام عام ومجهزة باللوازم الإسعافية، ويجب العلم التام بمزايا العلاج وآثاره السلبية والتوفيق بينها.

4 - يجب الإفصاح عن أي مشكلة طبية وأمراض يعانيها الشخص القادم

ملاحظات

- تنصح إدارة الغذاء والدواء الأمريكية FDA بعدم تكرار حقن البوتوكس لأكثر من مرة كل 3 أشهر، وأن تُستعمل أقل جرعة فعّالة.
- عدم المشاركة مع أحد في أنبوب البوتوكس: تمت المُصادقة على بيع البوتوكس في أنابيب للاستعمال الواحد. كل أنبوب مُخصص لاستعمال وحيد لمريض واحد. استعمال الأنبوب لأكثر من مرة قد يؤدي إلى التلوث، واستعمال الأنبوب الواحد لأكثر من مريض يُخالف التعليمات المرفقة مع المنتج.
- لا يستعمل البوتوكس على التجاعيد في المناطق الأخرى من الوجه والرقبة: فقد تمت المُصادقة على استعماله فقط لعلاج التجاعيد بين الحاجبين، ويقوم بعض الأطباء حالياً ومن دون مُصادقة باستعمال البوتوكس لعلاج التجاعيد في مناطق أخرى من الوجه غير تلك التي حددتها إدارة الغذاء والدواء الأمريكية. تلك الاستعمالات غير مُصادق عليها ولم تتم مُراجعتها من قبل الإدارة، ولم يتم أيضاً التقييم السريري لأمان وفعّالية حُقن سم البوتولينوم في المناطق الأخرى من الوجه والرقبة.
- لم تتم تجربة سم البوتولينوم على الأشخاص تحت سن 18 سنة أو فوق سن 65 سنة، فهو مُصادق على استعماله للأشخاص مابين 18 و65 سنة.

الفائدة على المدى الطويل

يقال: إذا استعملت السيدة البوتوكس لمدة عشر سنوات متتالية وكانت في الأربعين من عمرها عند البدء بالعلاج، فإنها ستكون في الخمسين عند الانتهاء. أمّا بشرتها فستكون في الثانية والأربعين. وبذلك تكون ربحت نحو ثماني سنوات لكل عشر سنوات علاج. ويقال: إذا استعملت المستحضرات الطبية على شكل كريمات مضادة للتجاعيد وللأكسدة لمدة عشر سنوات، فإنها ستربح بالنتيجة سنتين على الأكثر. وهذا فرق كبير.

للعيادة، ومعرفة إذا ما كان يتناول أدوية أو مضادات حيوية أو إسبرين أو مضادات الالتهاب غير الستيرويدية أو ممن يشربون الكحول وما شابه، وإن كانت امرأة فهل هي حامل أم لا.

مدة تأثير العلاج

يستمر تأثير البوتوكس مدة تراوح بين 4 و6 أشهر، ثم تعود العضلة إلى العمل بالتدريج، ومن ثم تعود الخطوط والتجاعيد إلى الظهور من جديد مما يؤدي إلى الحاجة لتكرار العلاج.

عادة، تعود التجاعيد للظهور بشكل أقل بعد مُضي مدة العلاج في كل مرة وذلك بسبب تعود العضلات على الاسترخاء.

الآثار الجانبية

- احمرار وتورم في المنطقة المحقونة يمكن حدوثه لفترة معينة ويختفي بعد ذلك، ويمكن أن يزرق الجلد وينصح هنا باستعمال كمادات الثلج.
- تهدُّل في أحد جفون العين يتحسن عادة خلال 3 أسابيع. ونسبة حدوث ذلك ضئيلة نتيجة حقن كمية من البوتوكس بقرب الجفن ووصول كمية قليلة جداً إلى عضلاته، ولهذا يجب عدم تدليك المنطقة المُعالجة لمدة 12 ساعة والراحة والجلوس بهدوء لفترة كافية.
- الشعور بنزلة برد شبيهة بالإنفلونزا.
- صداع مصحوب بغثيان يزول خلال يوم أو يومين.
- ألم في المعدة على شكل انقباضات غير طبيعية لفترة وجيزة.
- الإصابة بالتسمم، وهو نادر الحدوث.
- لم توثق حالات تحسس مُترافقة مع استعمال سم البوتولينوم حتى اليوم. ومن الواجب توافر حقن الإبنفرين Epinephrine inj لاستعمالها في حالة الطوارئ.

حالات وفاة مع استعمال البوتوكس

- في 2005/9 نشرت مجلة الأكاديمية الأمريكية الجلدية تقريراً بينت فيه أن 28 حالة وفاة حصلت بين 1989 إلى 2003 من استعمال البوتوكس لغرض تجميلي.

- في 2008/2 بينت إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية حصول حالات فشل تنفسي ووفيات، من جراء علاج حالات معينة بجرعات فوق المعدل المسموح به نتيجة لقابلية انتشار السم لمناطق بعيدة عن مكان الحقن.

- في 2009/1 حذرت الحكومة الكندية من آثار جانبية لانتشار السم إلى مناطق أو مساحات في الجسم مؤدية إلى ارتخاء وضعف عضلي، وصعوبة في البلع والتهاب الجهاز التنفسي وصعوبة في النطق والتنفس.

علاج التسمم بسم البوتولينوم

يتضمن العلاج خطوتين أساسيتين هما: الترياق antitoxin والتهوية الصناعية artificial ventilation حتى يستقلب الجسم ويتخلص من السم، وقد تستمر فترة المعالجة لأكثر من شهر.

ذوبان ثلوج القطب المتجمّد الشمالي كابوس مرعب قادم

أحمد حمادة

هل هي بداية النهاية للمناطق القطبية وثلوجها، وهل بدأ العدّ العكسي لوقت قريب كانت تتحدث فيه كتب التاريخ عن العقود الأولى من الألفية الثالثة عندما كانت هناك منطقة على الكرة الأرضية تسمى القطب الشمالي المتجمد، وكانت كلها ثلوج بحيث إن السفن كانت لا تستطيع المرور فيها إلا باستعمال كاسحات جليد ضخمة؟

في الواقع بدأ ذلك، نعني العد العكسي لذوبان كل ثلوج القطب المتجمد الشمالي، وكذلك ذوبان الأنهار الثلجية، وفيما يعزو العلماء ذلك إلى ارتفاع حرارة الأرض، فإنهم يعتبرون أن المسؤول الأول هو البشر الذين تسببوا ويتسببون في هذا الارتفاع الحراري.

الثلوج التي تغطي القطبين الشمالي والجنوبي هل ستختفي قريباً؟

منذ ثمانينيات القرن الماضي يتحدث العلماء بقلق عن الثقب الذي أصاب طبقة الأوزون والارتفاع التدريجي في حرارة الأرض، ولكن حتى التسعينيات لم تؤخذ تلك الأحاديث بجدية، إلا أنه بعد أن بدأ البشر يلاحظون التغيرات المناخية وغلبة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة بصورة ملحوظة في جميع أنحاء العالم، وصار الحديث أكثر جدية ومشوبا بالقلق أخذ الاهتمام بهذه المشكلة يشهد ازديادا كبيرا، ولاسيما عندما صارت التقارير تتوالى عن بدء ذوبان الثلوج في منطقة القطب المتجمد الشمالي، وهو ذوبان بلغ أقصى ما يمكن أن يتخيل العلماء الوصول إليه منذ 200 عام، فتوالى تشكيل اللجان والبعثات العلمية إلى منطقة القطب الشمالي، وكلها كانت تعود لتؤكد صحة تسارع الذوبان وتقلّص مساحة القطب بصورة كبيرة.

وأشهر هذه البعثات كانت في عام 2004 وضمت 50 عالماً من عدد من الدول المتقدمة، وأقامت البعثة عدة شهور في منطقة القطب وأجرت تجارب وأبحاثاً في أكثر من 150 موقعاً، وعادت لتضع أمام العالم صدمة مقلقة فعلا، إذ أكدت أن درجات الحرارة والملوحة في منطقة القطب الشمالي تشهدان تغيرات مقلقة ومتسارعة تؤدي إلى ذوبان الثلوج بصورة سريعة، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب البحار والمحيطات والأنهار.

> **درجات الحرارة والملوحة في منطقة القطب الشمالي تشهد تغيرات مقلقة ومتسارعة تؤدي إلى ذوبان الثلوج بصورة سريعة وإلى ارتفاع منسوب البحار والمحيطات والأنهار**

وفي عام 2006 أعلن علماء أمريكيون أن الجليد في القطب المتجمد الشمالي تحول إلى مياه للمرة الأولى منذ 50 مليون عام. وجاء قلق العلماء الأمريكيين بعد اكتشافهم مساحة تبلغ ميلاً مربعاً من المياه خالية من الجليد، وهو القلق نفسه الذي أبداه علماء روس في العام نفسه بعد أن أعلنوا أنهم استطاعوا الإبحار لمسافة ستة أميال في القطب المتجمد الشمالي من دون استعمال كاسحة جليد في سفينتهم، أي إن السفينة كانت تسير فوق طبقة خفيفة جدا من الجليد. وبين قلق العلماء الأمريكيين والروس ظهر إنذار علمي فرنسي يؤكد أنه لم يحصل عبر التاريخ أن وجد الماء على خط العرض 90، كما لم يحصل أن استطاعت سفينةٌ الإبحارَ من دون الاعتماد على كاسحة جليد، وهذه أول إنذارات الكوارث التي تنتظر القطب الشمالي من جرّاء الاحترار الحراري، فبحسب الصور التي التقطتها أقمار صنعية وحللتها مختبرات علمية فرنسية تبين أن سمك السطح الجليدي في المنطقة القطبية الشمالية انكمش بأكثر من 40% خلال الخمسين سنة الماضية، وإذا استمر الاحترار الحراري على حاله فإن الجليد قد يزول تماما بحلول نهاية القرن 21.

الأمم المتحدة تتحرك وتناشد

الأمم المتحدة لم توقف تحركها لوقف ذوبان القطب الشمالي، فتوالت مؤتمراتها المخصصة لتنبيه العالم إلى هذه الظاهرة الخطيرة. ومن المؤتمرات الشهيرة مؤتمر عقد عام 2000 في الولايات المتحدة

الأمريكية حول مستقبل منطقة القطب الشمالي، وفيه توقع المؤتمرون أن يؤدي ارتفاع الحرارة إلى اختفاء هذا القطب عام 2070، ودعوا إلى إيجاد وسائل تعيد التوازن الطبيعي إلى ما كان عليه والعمل على الحد من ارتفاع درجة الحرارة، وهذا الإعلان شكل صدمة للعلماء، لكن الصدمة كانت أقوى بعد وقت قصير، فقد أظهرت صور للأقمار الصنعية لمنطقة القطب الشمالي التقطت عام 2005 أن مساحة الجليد في تلك المنطقة باتت لا تتجاوز 4.24 مليون كلم مربع، في حين كانت قبل 30 عاما 5.3 مليون كلم مربع، أي إن تضاؤل مساحة القطب صار متسارعاً أكثر بكثير من مقاييس العلماء، وإذا استمر هذا التسارع فإن القطب الشمالي سيختفي في عام أقصاه عام 2030.

ثم توالت مؤتمرات ومنتديات علمية أظهرت تسارع تضاؤل مساحة الجليد في المحيط المتجمد الشمالي بطريقة لا مثيل لها منذ نشأة الأرض.

وهذا التسارع جعل الأمم المتحدة تصدر في مايو 2005 تقريراً رسميا عن التغيرات المناخية حذرت فيه من احتمال وجود زيادة مفاجئة في درجات حرارة الأرض، وأشار التقرير إلى لجنة شكلتها الأمم المتحدة لتقصي الحقائق في القطب الشمالي، وقد عادت هذه اللجنة لتلخص نتائج ما رأته بأن أثمن كنوز البشرية في طريقه للاختفاء، وأن على العالم أن يتصرَّف بسرعة لمنع وقوع أسوأ النتائج المتوقَّعة في مجال تغيُّر المناخ.

آثار كارثية

وذوبان ثلوج القطب الشمالي قطع شوطاً كبيراً، والمشكلة لاتتعلق بتحول كميات هائلة جداً من الثلوج إلى مياه، لكنها تتعلق بخلل الهندسة الطبيعية للكون، فثلج القطب الشمالي في حالته الطبيعية له ثقل يتركز على بقعة من الأرض هي مكان القطب، وذوبانه يعني أن الأرض تفقد توازناً مهماً يغير من المعادلة الطبيعية للكون.

لنوضح أكثر يمكن أن نقوم بتجربة بسيطة جداً، تتمثل بأن نحضر إناءً واسعاً ونملأه بالماء إلى منتصفه، ثم نضع على

> **تضاؤل مساحة القطب صار متسارعاً أكثر بكثير من مقاييس العلماء وإذا استمر في هذا التسارع فإن القطب الشمالي سيختفي في عام 2030**

أحد أطرافه قالب ثلج كبيراً، ثم نوازن الإناء مع الماء والثلج فوق سطح مستو صغير ومرتفع عن الأرض، وبعد قليل عندما يبدأ قالب الثلج بالذوبان سنجد أن توازن الإناء يبدأ بالاختلال والتمايل، وكلما استمر ذوبان الثلج زاد الاختلال وصولاً إلى وقوع الإناء من فوق السطح المستوي.

هذه التجربة تماثل تماماً الحالة التي ستصل إليها الأرض مع استمرار ذوبان ثلوج القطب الشمالي، إذ من المؤكد أن ذوبان مياه القطب الشمالي ستكون له تأثيرات كثيرة وخطيرة، فهذا الجليد في وضعه السابق كان له وزن ثقيل حينما كان موجوداً في القطب، ونتيجة التغيرات التي حدثت أزيحت كتلة الجليد الضخمة هذه من موقعها القديم وتوزعت على شكل مياه سائلة على المحيطات والبحار، وهذا الوضع الجديد سيخلق عدداً كبيراً من التغيرات في القشرة الأرضية، ويؤدي إلى عدد من الكوارث كالبراكين والفيضانات والزلازل.

زلازل وبراكين وأعاصير و..

تقدر المساحة التي كانت تغطيها الكتل الجليدية التي ذابت خلال عامي 2005 و2006 بضعف مساحة فرنسا، وذلك حسب دراسات حديثة أجراها «المركز الوطني للبحوث العلمية» بفرنسا، وأعلنها نهاية عام 2008.

وهنا نتوقف عند حقيقة بيولوجية معروفة، وهي أنه بعد بناء السدود وملئها بالمياه تحدث زلازل في المناطق القريبة من

> **ملايين الأطنان من المياه ستتحرك من منطقة القطب الشمالي إلى أجزاء مختلفة من الأرض مسببة أشكالاً كثيرة من الكوارث المتلاحقة**

السدود، كما حدث في ولاية نورث كارولاينا الأمريكية قرب سد فونتانا، وحدث أيضاً بالهند عام 1967 في ولاية ماهاراشترا قرب سد كونيان، والسبب هو أن أي تغيير في توزيع الأثقال يجعل القشرة الأرضية تهتز لتعادل هذا التغيير.

والقشرة الأرضية كما هو معروف ليست قالباً واحداً، بل إنها تتكون من صفائح، وهذه الصفائح هي في حالة حركة بطيئة جداً ولكنها مستمرة، وعادة ما تحدث الزلازل عند نقاط الاحتكاك بين هذه الصفائح، ومن ثم فإن ذوبان جليد القطب الشمالي سيزيل ضغطاً شديداً كان يمارس على القشرة الأرضية في تلك المنطقة، والتغير الكبير في أوزان الجليد والمياه سيحدث عدداً كبيراً من الزلازل في عدة مناطق من الأرض، وبخاصة في المناطق المعروفة بزلازلها السابقة بسبب وجود شروخ في القشرة الأرضية، بل إن الأمر سيتعدى خطر حدوث الزلازل إلى ثوران البراكين، وهو أمر طبيعي.

ومن المعروف عن البراكين أنها تطلق كميات هائلة من الدخان والأغبرة والغازات، والتي بدورها تعمق دورة التسخين. وعند حدوث الزلازل في المناطق البحرية العميقة أو المحيطات سيحدث أمر آخر خطير جدا يعرفه الجميع الآن بسبب ما حدث بالقرب من سواحل إندونيسيا، وهو التسونامي أو الموجات الهائلة المدمرة.

باب للمنازعات الدولية

يقع المحيط المتجمد الشمالي في أقصى الشمال الجغرافي، حيث يحتل معظم

العالم بدأ يغرق

ذوبان الثلوج في منطقة القطب الشمالي بدأت نذره تطاول العالم مع ارتفاع منسوب مياه البحر، وقريباً خلال عقود قليلة كما يقول العلماء سيضطر الملايين من الأشخاص للنزوح من منازلهم بسبب زيادة ارتفاع مستوى سطح البحر، وستكون المناطق التي تقع على علو منخفض الأكثر تضررا، وفي بعض المناطق في العالم بدأت بالفعل آثار التغير المناخي تظهر بشكل ملموس، ومنها بنغلاديش التي يتوقع أن يهاجر نحو 20 مليون نسمة من سكانها بحلول عام 2050 من جراء الفيضانات وارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات.

ومن المعروف أن بنغلاديش، التي يبلغ عدد سكانها 135 مليوناً، وتعتبر من أكثر الدول اكتظاظا في العالم، يعيش جزء كبير من سكانها قرب الأنهار باعتبارها مناطق خصبة، وحتى سنوات سابقة كانت المناطق المحاذية للأنهار من أكثر المناطق كثافة سكانية في بنغلاديش، ولكن مع تكرار الفيضانات، واحتلال المياه لمساحات كبيرة من الأراضي بدأ السكان يهجرون أراضيهم إلى المدن التي بدورها صارت من أكثر مدن العالم كثافة بالسكان، حتى إن الأرصفة لم تعد تتسع للبشر فيها، وهي كثافة تتزايد سنوياً مع اختفاء المزيد من الأراضي الزراعية تحت المياه.

مساحة الدائرة القطبية الشمالية التي يتماس محيطها مع حدود خمس دول متفرقة تتبع ثلاث قارات مختلفة، هي روسيا من آسيا، والنرويج والدنمارك من أوروبا، والولايات المتحدة وكندا من أمريكا الشمالية.

ويتشكل هذا المحيط من رقعة جليدية غير منتظمة الشكل، تتمركز حول القطب المتجمد الشمالي وتتفاوت مساحتها ومقدار اتساعها من عام إلى آخر ومن فصل إلى آخر، بسبب حالة الذوبان والتجمد الذي تتعرض له، وبطبيعة الحال فإن الظروف المناخية السائدة في تلك المنطقة لا تسمح إلا بتكون أنماط محدودة من أشكال الحياة سواء كانت بشرية أو برية.

وتقلص مساحة القطب الشمالي وذوبان ثلوجه بشكل كبير سيؤديان إلى ظهور طرق ملاحية جديدة في المنطقة، وأهمها الممر الملاحي بين الشمال والغرب الذي يمثل أهمية استراتيجية كبيرة، إذ يتيح الربط بين آسيا وأوروبا من أقصر الطرق، و هذا الممر لم يكن ممكناً استخدامه ملاحياً من قبل بسبب تجمده الدائم، لكن في السنوات القليلة الماضية بدأت مساحات كبيرة من الجليد هناك بالاضمحلال والتلاشي، لدرجة أصبح معها الإبحار خلاله ممكناً في المستقبل المنظور.

كما أن ذوبان الجليد سيؤدي إلى كشف مساحات متزايدة من قيعان القطب المتجمد، مما سيسهل من إمكانية استكشاف واستخراج الثروات البترولية والمعدنية الواعدة فيه، وهو أمر لم يكن ممكنا في ظل وجود ذلك الغطاء الجليدي الكثيف، وفي ظل وجود مصاعب تقنية تعوق عمليات التنقيب والاستكشاف المطلوبة، علما أنه توجد تقديرات تشير إلى وجود ثروات هائلة من النفط والغاز والألماس والثروات المعدنية الأخرى تقبع تحت القشرة الجليدية لذلك المحيط المتجمد.

على هذا النحو وجدت الدول القطبية الخمس نفسها فجأةً أمام مقدمات ثروة هائلة ونفوذ استراتيجي لا يمكن بأي حال التنازل عنهما، وكان من المنطقي بعد ذلك أن تنتقل تلك القضية من خانة الهم البيئي إلى خانة ألاعيب السياسة، فرأينا

خطر يهدد العالم أم فرصة لتحقيق الثروات؟

تسابقاً محموماً وتحركات كثيفة متسارعة من معظم الدول القريبة من القطب، من أجل السيطرة على أكبر بقعة منه واستخراج ثرواته الباطنية.

هذا التطلع الدولي للسيطرة على القطب الشمالي بدأ التمهيد له عسكرياً، فقد وافق مجلس النواب الأمريكي عام 2008 على تخصيص مبلغ 30.3 مليون دولار لتطوير سفينة كاسحة للجليد تدعى «نجمة القطب» تبقى في الخدمة لمدة 7 أو 10 أعوام أخرى، علماً أن القوات الأمريكية وضعت خلال العقود الماضية مجموعة قطع بحرية كاسحة للجليد في منطقة القطب الشمالي، وبدورها تتوجه كندا لتكثيف حشودها العسكرية في منطقة القطب المتجمد الشمالي وتعزيز أسطولها من كاسحات الجليد، تحسباً لاندلاع صراع مسلح أو حرب على ثروات هذه المنطقة التي لم يتم ترسيم حدودها الدولية حتى الآن.

وبتوقع كثير من الخبراء العسكريين أن تشهد هذه المنطقة مواجهات مسلحة في عام 2020، منتظرة أن تكثف روسيا وكندا الوجود العسكري، وبخاصة بعد أن وقعت روسيا على قرار يدعو إلى منح ما يسمى بالهيئة البحرية صلاحيات إضافية في منطقة القطب المتجمد الشمالي وإجراء المناورات العسكرية فيها، ولذلك دعت الأمم المتحدة أخيراً إلى ترسيم الحدود في هذه المنطقة منعاً لنزاعات عسكرية محتملة

> **العالم يواجه هذا الكابوس بالمؤتمرات التي ما زالت مقرراتها في الحيّز النظري**

فيها بعد أن تغمرها المياه وتختفي منها الثلوج.

وآثار أخرى

والآثار المترتبة على ذوبان القطب الشمالي كثيرة ومرعبة بالنسبة لمستقبل الأرض والبشر، حيث سيؤدي ذلك إلى زيادة الآثار السلبية للأعاصير والعواصف وغيرها من الكوارث الطبيعية، وإلى ضمور واختفاء أنواع حية بما فيها الذئب القطبي وثدييات أخرى، كما يحذر العلماء من أنّ الظاهرة ستزيد من آثار ظاهرة الاحتباس الحراري إذ إنّ الجليد الأبيض يلطّف من الحرارة فيما يقوم الجليد الأسود بامتصاصها.

وثمة آثار أخرى خطيرة، فمن المعروف أن الثلوج والمناطق الثلجية هي مصادر عالمية للمياه لأنها تزوّد الأنهار الرئيسية بالمياه، وخلال العقود القليلة المقبلة ومع تزايد ظاهرة الارتفاع في درجات حرارة الأرض ستذوب هذه الجبال الثلجية، وذوبانها يعني جفاف الأنهار التي كانت تتغذى من الثلوج مما ينذر بموجات قاتلة من الجفاف والتصحر وانقطاع المياه عن أكثر من مليار نسمة. وقد بدأت هذه الآثار بالظهور في منطقة جبال الهيملايا حيث صارت كثافة ثلوج جبال الهيملايا تتراجع بسرعة، بشكل جعل العلماء يتوقعون بقلق قرب اختفاء الغطاء الأبيض الذي يمتد على طول 2400 كيلومتر عبر باكستان والهند والصين والنيبال وبوتان خلال خمسين سنة من الآن، مع ملاحظة أن هذه الثلوج تغذي تسعة من أكبر أنهار آسيا التي يعتمد عليها نحو 1.3 مليار نسمة.

وحالياً ترتفع درجات الحرارة في تلك المنطقة بمعدل 0.15 الى 0.6 درجة مئوية كل عشر سنوات خلال السنوات الثلاثين الماضية، ويتراجع جبل امجا الجليدي جنوب قمة ايفرست بمعدل 70 متراً كل سنة، وتشكل الثلوج لدى ذوبانها بحيرات ضخمة، وقد ازدادت مساحات هذه البحيرات بمعدل 150 إلى 200%، ومياهها مهددة بالفيضان، مع ملاحظة أنه لم تكن هناك سوى 12 بحيرة في خمسينيات القرن الماضي في النيبال، أما آخر إحصاء أجري في عام 2000 فيبين أن عدد هذه البحيرات ارتفع الى 2400 بحيرة بينها 14 بحيرة على وشك أن تفيض، والأسوأ من هذا أن هذه المياه ستفيض وتنهمر من الجبال في حال حدوث هزة أرضية صغيرة، وعندما تحمل المياه معها الحطام وتزداد سرعتها ستتحول إلى ما يشبه جرافات ضخمة تكتسح كل ما في طريقها وتدمره.

إجراءات السلامة في المباني العالية

تنص معايير الجمعية الأمريكية للوقاية من الحرائق (NFPA) على أن المباني الشاهقة التي يكون ارتفاعها أكثر من 8 طوابق وتحتوي على عدد من السكان يزيد على (100) شخص تعتبر من ناطحات السحاب، وعليه فإنّ المعايير العالمية تحتم علينا التفكير بتوفير حماية كافية لهذا العدد من السكان من الأخطار الطارئة، التي يأتي في مقدمتها (أخطار الحرائق)، وذلك ببعض التدابير الوقائية من أجل توفير سلامة شاغلي هذه المباني وإيجاد أسلوب سريع وفعال لإخماد الحرائق المحتملة.

م. محمد طاحوس الطاحوس

تعتبر الحرائق أخطر الحوادث التي تصيب المباني وتؤثر فيها

الحرائق هي من أخطر الحوادث التي قد تصيب المباني وتؤثر فيها، وكانت حماية الأشخاص في الماضي تؤمن من خلال بعض الإرشادات والإجراءات الخاصة عند التصميم، للمساعدة على عملية إخلاء المباني التي تتعرض للحرائق على أسرع وقت ممكن، عندما كانت عناصر ومكونات الهيكل الإنشائي لا تؤخذ بعين الاعتبار، وهذه الطريقة لم تعد صالحة الآن، لاسيما بعد إنشاء المباني الشاهقة الارتفاع، ولازدياد عدد سكان هذه المباني، لهذا يجب تأمين الحماية لها بتقطيع المنشأة إلى عدة أقسام مستقلة، ومصممة بشكل يوفر إمكانية الاكتفاء بإخلاء القسم الذي اندلع فيه الحريق، على حين يستمر نشاط مستخدمي الأقسام الأخرى في البناء، ويجب أن تقاوم العناصر الحاملة التي تحد هذه الأقسام أو التي تخترقها من فعل النار والدخان والغازات السامة، خلال فترة معينة من الزمن، تختلف حسب طبيعة البناء (بناء سكني أو مكتبي أو شاهق..)، فمثلاً يجب أن يقاوم هيكل بناية عالية تأثير النار ويبقى مستقراً

> المباني التي ترتفع أكثر من 8 طوابق ويسكنها أكثر من مئة شخص تعتبر بالمعايير الأمريكية من ناطحات السحاب

وصامداً مدة ساعتين تحت تأثير جميع الحمولات المطبقة عليه.

عدد السلالم والملاجئ

وهناك إجراء آخر لضمان سلامة المبنى يتعلق بواجهات المباني، إذ تحدد بعض المواصفات التي يجب تجنبها حتى لا تعيق عمليات الإنقاذ والإطفاء عند اندلاع الحريق. وهناك مواصفات معينة في حالة المباني العالية مثل عدد السلالم والمسافة القصوى التي يجب ألا يتجاوزها مسار اللجوء إلى السلم لإخلاء المبنى، وكذلك وسائل إخلاء الدخان.

والاشتراطات والمواصفات التي تضعها الإدارة العامة للإطفاء في الكويت تساعد على إخلاء المبنى في أسرع وقت ممكن عند حدوث طارئ، وذلك للحد من انتشار الحريق ولتمكين رجال الإطفاء من التعامل مع الحريق والسيطرة عليه وتوفير سبل الحماية لقاطني المبنى.

اشتراطات السلامة

يوجد في كل بناية شاهقة غرفة خدمات تمدد فيها خطوط الكهرباء والهاتف والمياه وأنفاق التدفئة، إضافة إلى كونها تشكل نوعاً من التهوية لدورات المياه والحمامات، وفي حالة نشوب الحريق ضمن حدود المبنى أو في أحد الطوابق المنخفضة تتحول غرفة الخدمات إلى مدخنة تزيد من اشتعال الحريق، وهذا لا يسمح باستخدام السلالم، فتحجز النار شاغلي المبنى مما يؤدي إلى وقوع الكوارث، لذا يفضل دائماً إغلاق فتحة غرفة الخدمات للحد من انتشار الحريق، وهذا بحد ذاته كفيل بالتخفيف من شدة الحريق. ويفضل أن

تكون الأبواب الموجودة حول فتحات غرفة الخدمات مضادة للحريق وذات تصميم خاص بحيث تغلق وتقاوم الحرارة وألسنة اللهب.

من ناحية أخرى، يجب إقامة سلالم النجاة عند نهاية الممرات الطويلة في الأطراف البعيدة عن السلالم الرئيسية والمصاعد، أي في نهايات فروع البناء، وهناك حالات نادرة مثل وجود فرعين للبناء، وفي المنتصف درج التخديم الرئيسي مع المصاعد، ففي هذه الحالة يجب وضع سلم النجاة في نهاية الفرعين حتى يتسنى للسكان النجاة من خطر الحريق.

ووجود المصاعد الكهربائية أمر ضروري تفرضه الأنظمة في المباني العالية، ومن المفيد جداً توفير آلات كهربائية مناسبة تعمل تلقائياً عند انقطاع التيار الكهربائي، وتوصل إلى المصاعد لتأمين حركتها. ولزيادة مستوى الاهتمام العام بالوقاية والسلامة من الحريق ينبغي تنظيم تمارين دورية حول إجراءات الاستعداد للحالات الطارئة وطرق الوقاية من الحريق والمحافظة عليها لزيادة مستويات الوعي العام لدى العاملين.

أجهزة الإنذار وأنابيب الماء من وسائل الحماية عند وقوع الحرائق

الإجراء المطلوب من شاغلي البناء

الحرائق في المباني العالية تعتبر من الحالات الخاصة، وفي معظم الحالات فإن إجراءات الهرب في حالات الطوارئ، هي الإجراءات الخاصة نفسها في المنازل الصغيرة والخروج من المنزل، والبقاء في الخارج يكون أحياناً من أجل السلامة. وفي بعض الظروف يتحتم على المرء البقاء في المنزل، لذا يجب على شاغلي المبنى التنسيق مقدماً مع الإدارة المسؤولة عن المبنى أو مع حارس البناء، والتعرف إلى ما يجب عليهم فعله عند نشوب الحريق. وفيما يأتي بعض الإجراءات الضرورية:

> **الاشتراطات والمواصفات التي تضعها إدارات الإطفاء تساعد على سرعة إخلاء المباني عند حدوث أي طارئ**

كن مستعداً:

1 - تعرف إلى مواقع جرس إنذار الحريق وكيفية استخدامه.

2 - ضع رقم هاتف الطوارئ بجانب جميع أجهزة الهاتف.

3 - برمج وخزن رقم الطوارئ في هاتفك النقال.

4 - تعرف إلى صوت جرس إنذار الحريق في المبنى الذي تسكنه.

5 - تأكد أن جميع أفراد أسرتك يعرفون إلى أين سيذهبون عند سماع جرس إنذار الحريق، وقم بتدريبهم على خطة الطوارئ. ويجب على مسؤول المبنى وضع أو لصق خطة الإخلاء في مكان واضح بحيث يستطيع الجميع رؤيتها، كما أن بعض خطط الإخلاء قد تتطلب الذهاب إلى أمكنة آمنة داخل المبنى والانتظار إلى حين وصول رجال الإطفاء.

6 - تعرف على الأقل إلى طريقين للنجاة لكل غرفة في مسكنك، وإلى جميع مخارج الطوارئ في المبنى.

7 - قم بعد الأبواب التي بين شقتك وبين أقرب مخرجين للطوارئ، لأنك قد تقوم بعملية الإخلاء في الظلام.

اعرف متى تغادر:

في بعض حرائق المباني العالية يكون أفضل شي تفعله حماية نفسك من حرارة النار، وذلك ببقائك في مكانك حتى وصول فرقة الإطفاء.

عند مغادرتك:

1 - تحرك بسرعة وأغلق جميع الأبواب خلفك لتبطئ عملية انتشار الحريق والدخان.

2 - عندما يحاصرك الحريق أو الدخان استخدم طريقاً آخر، وإذا كان لابد لك أن تخرج من خلال الدخان فحاول أن تحبو لأن الحرارة والدخان يرتفعان إلى الأعلى، ويكون الهواء النقي على ارتفاع قدم أو قدمين عن سطح الأرض.

3 - تفحص الأبـواب قبل فتحها، ثم انحن أو اجلس على ركبتيك واقترب والمس الباب أو قبضة الباب أو المسافة بين الباب والإطار بظهر اليد، وإذا كان الباب ساخناً فلا تفتحه أما إذا كان الباب بارداً فافتحه بحذر وكن مستعداً لغلقه إذا شعرت أن الحرارة أو الدخان سوف يدخلان الغرفة.

4 - لا تستخدم المصعد في حالة الحريق لأنه قد يتوقف بين الأدوار أو بالقرب من مكان الحريق، اذهب مباشرة إلى سلم الطوارئ لخلوه من الدخان واللهب.

5 - عند خروجك من المبنى بلّغ رجال الإطفاء إذا كان هناك أشخاص محاصرون داخل المبنى، ولا تحاول العودة إلى الداخل لأي سبب من الأسباب حتى يبلغك ضابط الإطفاء بأن المكان آمن.

إذا بقيت في الداخل:

1 - إذا لم تستطع الخروج بسلام أو أجبرت على البقاء في مكانك حاول أن تكون هادئاً، وحاول حماية نفسك.

2 - حاول الذهاب إلى غرفة فيها هاتف ونافذة تطل على الخارج ثم أغلق جميع الأبواب بينك وبين الحريق.

3 - استخدم الشريط اللاصق أو قم بحشو الفتحات أو الشقوق حول الباب بالفوط - الأقمشة - أو غطاء الفراش لغلق الفتحات وعدم دخول الدخان.

4 - إذا كان معك هاتف قم بالاتصال بالطوارئ وأبلغهم عن مكانك حتى لو كنت ترى سيارات الإطفاء من النافذة.

5 - انتظر بجانب النافذة وابعث إشارة استغاثة من خلال شعاع مضيء أو من خلال غطاء الفراش أو أي قطعة خفيفة ملونة.

6 - إذا كان بمقدورك فتح النافذة فافتحها لتسمح للهواء النقي بالدخول، ولكن أغلقها بسرعة إذا لاحظت أن الدخان قد بدأ يدخل إلى الداخل، ولا تحاول كسر الزجاج.

عند اكتشاف الحريق:

1 - قم بتشغيل جرس إنذار الحريق ثم الاتصال بمركز الإطفاء.

استخدام السلالم الخلفية أفضل وسيلة لمغادرة المبنى عند وقوع الحريق

> يجب إقامة سلالم النجاة في الأطراف البعيدة عن السلالم الرئيسية والمصاعد

2 - عند سماع بعض التعليمات عن طريق نظام السماعات الداخلية للمبنى استمع بانتباه ونفذ ما يقال لك لأنك قد تؤمر بالبقاء في المكان نفسه.

3 - اتبع خطة الإخلاء الخاصة في المبنى إلا إذا رأيت دخاناً أو علامات تدل على وجود حريق.

كن صبوراً:

إن إنقاذ جميع النزلاء في المباني العالية يتطلب وقتاً طويلاً لذا كن صبوراً وانتظر حتى يصل رجال الإطفاء.

أما بالنسبة لذوي الاحتياجات الخاصة فمن المهم أن تكون لهم الأولوية أثناء حالات الإخلاء والطوارئ، من خلال الاحتفاظ بقائمة فيها أسماء ذوي الاحتياجات الخاصة من الموجودين في المباني العالية، للوصول إليهم بأسرع وقت في حالات الطوارئ.

والطريقة المثلى التي تساعد شاغلي المباني من الموظفين هي اتباع إجراءات السلامة والتقيد بإجراءات خطة الإخلاء، حتى يكونوا ملمين بإجراءات السلامة الموجودة في المبنى من خلال تدريبهم على عمليات التمارين الوهمية وعمليات الإخلاء بين فترة وأخرى، والتواصل مع الإدارة المعنية للحصول على المعلومات المطلوبة التي تتعلق بالسلامة من الحرائق.

قمامة في الفضاء

منذ أن غزا الإنسان الفضاء وأطلق أول قمر صنعي ليتخذ مداراً حول الأرض، تواصلت التجارب وتعددت الغزوات والهجمات حتى امتلأ الفضاء بجيش من الأقمار الصنعية، وأطنان من الخردة والنفايات الخطرة، التي يهطل بعضها على رؤوسنا بين الحين والآخر على هيئة إشعاعات نووية أو قطع معدنية.

لقد أصبحت النفايات الناتجة عن أنشطة الإنسان مصدر خطر محتملاً معترفاً به، سواء على مستقبل الملاحة الفضائية، أو على مستقبل الإنسان وحياته على سطح الأرض. لذلك ما فتئت المنظمات والوكالات الدولية المختصة توجه الانتباه مراراً وتكراراً إلى هذه الحقيقة، وإلى ضرورة عقد اتفاقيات متعددة الأطراف بين الدول المستخدمة للفضاء لاتخاذ الإجراءات اللازمة لكنس الفضاء وتنظيفه من النفايات، وإلا فالعواقب وخيمة.

ميسون أحمد مارديني

> المنظمات الدولية توجه مراراً إلى ضرورة عقد اتفاقيات متعددة بين الدول لكنس الفضاء وتنظيفه من النفايات وإلاّ فالعواقب وخيمة

حطام مركبة فضائية

في 1957/10/4 أفاق العالم على خبر مجلجل هز الأرض من أدناها إلى أقصاها: لقد نجح الإنسان في إطلاق قمر صنعي، ووضعه على مدار حول الأرض لأول مرة في التاريخ. كان لهذا الإنجاز مدلولات تفوق الوصف، لقد تحرر الإنسان أخيراً من أسر الجاذبية الأرضية، وبذلك حل عصر الفضاء.

سبوتنيك 1

كان القمر الصنعي الأول هو سبوتنيك 1، الذي أُطلق من قاعدة بيكانور بكازاخستان الذي دار حول الأرض على ارتفاع تراوح بين 215 و939 كيلومتراً.

وذلك القمر كان كرة براقة قطرها 58 سنتيمتراً وتزن 83.6 كيلوغرام، ويحمل جهازي إرسال بتردد 20 و40 ميغاهرتز، كما حمل هوائيين طولهما 2.3 و2.9 متر. وكانت مهمة القمر دراسة الجاذبية الأرضية.

استخدم سبوتنيك 1 بطاريات كيميائية لتزويده بالطاقة لفترة لا تتجاوز ثلاثة أسابيع، واستطاع كثير من الناس رؤيته بالعين المجردة، حيث بدا كنقطة براقة تتحرك بسرعة في السماء. وتعطلت أجهزة الإرسال بعد إطلاق القمر بثلاثة أسابيع، وانتهى عمره بسقوطه على الأرض بعد شهرين ونصف من إطلاقه.

هزة القرن

أيقظ إطلاق سبوتنيك 1 الغرب ولاسيما الولايات المتحدة الأمريكية، وخلف هزة عنيفة في الأوساط السياسية والعلمية والعسكرية.

وبعد إطلاق سبوتنيك بأربعة أشهر نجح الأمريكيون في إطلاق القمر الصنعي إكسبلورر 1 في 31 يناير 1958، وهو أسطواني الشكل، دار حول الأرض على ارتفاع تراوح بين 356 و2548 كيلومتراً، وحمل أجهزة علمية استطاع بها العلماء قياس الإشعاع الكهرمغنطيسي حول الأرض. وأخيراً سقط القمر على الأرض في 13 مارس 1970.

وتأسست في عام 1958 وكالتان، هما وكالة الفضاء الوطنية الأمريكية (NASA) ووكالة أبحاث الدفاع المتطورة (ARPA). وقادت هاتان الوكالتان سباق التسلح الذي كان أكبر نتائجه التطور الهائل في تصنيع الأقمار الصنعية.

وتوالت دول العالم في تطوير وإطلاق الأقمار الصنعية، وتعددت استخداماتها لتشمل جميع نواحي الحياة. ومنذ عام 1957 وحتى الآن، تم إطلاق أكثر من 8000 قمر صنعي معظمها للولايات المتحدة الأمريكية وروسيا. ويُطلق كل عام نحو 100 قمر لخدمة الأغراض المدنية والعسكرية.

حالة الفضاء الخارجي

يرى بعض علماء الفضاء أن هناك الملايين من أجزاء الصواريخ والأقمار الناتجة عن الآلاف من عمليات الإطلاق والرحلات إلى الفضاء الخارجي. وخلقت هذه الأجزاء الطائرة في الفضاء مشكلات كبرى للأقمار الصنعية ومحطات الفضاء السابحة هناك لاحتمال حدوث تصادمات بينها. وقد لجأ القائمون على توجيه بعض الأقمار الصنعية إلى تغيير مساراتها في عدة رحلات للدوران حول أجسام فضائية تسبح في الفضاء دون ضابط أو رابط لتفادي الاصطدام بها. وتذكر الدراسات أن قمراً أمريكياً واحداً على الأقل كان تدميره نتيجة اصطدامه بجسم شارد. من ناحية ثانية فقد تم تسجيل انفجار غامض وكبير للقمر الروسي كوزموس 1275 بعد سبعة أسابيع من إطلاقه، ويعتقد العلماء أن هذا الانفجار كان نتيجة ارتطامه بأنقاض فضائية. وقد تم عقد العديد من المؤتمرات الدولية لدراسة تأثيرات النفايات الفضائية ومناقشة هذه المشكلة واقتراح الحلول قبل ازديادها، إلى الحد الذي لا يمكن مواجهته تجاه أجسام خارجة عن أي سيطرة.

وهناك مشكلات أخرى تتعلق بالمدار الثابت أو المتزامن مع حركة الأرض، وهو المدار الذي توضع فيه أقمار الاتصالات والإرسال التلفزيوني، الذي يقع غالباً على

قطعة معدنية صغيرة سقطت من الفضاء في عام 2003

من بين كل الأنقاض الفضائية الخطرة فإن أخطرها على الإطلاق الأجزاء الصغيرة جداً التي يصعب التقاطها بواسطة أجهزة الرادار

ارتفاع 36 ألف كيلومتر من سطح الأرض. ويتميز هذا المدار دون غيره من المدارات الفضائية بأن القمر الصنعي الذي يتم إطلاقه على هذا الارتفاع بسرعة مماثلة لسرعة الأرض يظل ثابتاً في موقعه بالنسبة للأرض، وبذلك يظل يغطي رقعة معينة منها بصفة دائمة. وهذا المدار هو الوحيد الذي يوفر هذه الميزة، حيث تتوازن تماماً عند هذا الارتفاع (36 ألف كيلومتر) قوة الجذب مع رد الفعل الناشئ عن سرعة القمر المساوية لسرعة الأرض. ومع تزايد عدد الأقمار الصنعية الموضوعة على هذا المدار يتحتم تحديد مواضع خاصة لكل قمر حتى لا يتداخل في إرساله مع أقمار أخرى، وحتى لا تنفرد دولة أو مجموعة باستغلال هذا المدار دون غيرها. لذلك أنشئت هيئة دولية لتنسيق وضع الأقمار الصنعية في المدار الثابت. وتقوم الهيئة بتلقي طلبات الدول والمنظمات الأعضاء لتخصيص موقع لها فوق منطقة معينة لإطلاق القمر الصنعي الخاص بها في هذا الموضع مستقبلاً، وتتولى تخصيص الترددات التي تبث عليها هذه الأقمار. ويتضح من ذلك أن كثافة الحركة في المدار الثابت تزداد عاماً بعد آخر مع زيادة عدد الأقمار التي يتم إطلاقها. ومما يخفف من الآثار السلبية لذلك أن هذه الأقمار تتحرك في اتجاه واحد جميعها وبسرعة ثابتة وبطيئة نسبياً حيث تستمر دورة كل منها 24 ساعة مع دوران الأرض.

تصور الاصطدام الفضائي

حتى يمكن تصور الاصطدام الذي يحتمل أن يحدث في الفضاء، يجب معرفة التقديرات والحسابات الخاصة بالسرعات الكبيرة التي تتحرك بها هذه الأجسام، سواء أجزاء الحطام الشارد في الفضاء أو الأقمار الصنعية نفسها. ويراوح متوسط سرعات هذه الأجسام وتلك الأقمار بين 17500 ألف ميل/ ساعة ونحو عشرة كيلومترات في الثانية. وهي سرعات رهيبة يصعب قياسها بالسرعات المتداولة على الأرض، حيث تبلغ سرعة الصوت 335 متراً/ ثانية مثلاً، وليس هناك استخدام لسرعة الضوء على الأرض حيث يستحيل تصور ذلك في الوقت الحاضر على الأقل.

خطر التصادم

ويقول الدكتور دون كيسلر، وهو أحد علماء مشروع دراسة النفايات الفضائية في وكالة الفضاء الأمريكية (NASA):

«عند هذه السرعات الهائلة في الفضاء الخارجي تبلغ الصدمة الناتجة عن جسم في حجم قرص الأسبرين الصدمة نفسها الناتجة من سيارة صغيرة تتحرك بسرعة 60 ميلاً/ ساعة أو 96 كيلومتراً/ ساعة، فإذا ما حصل اصطدام بقمر صنعي، فربما يسبب توقفه عن العمل. مع الأخذ بعين الاعتبار أنه كلما زاد حجم القمر الصنعي أو المحطة الفضائية أو المكوك الفضائي ازدادت احتمالات تعرضه لخطر الاصطدام بالحطام المنتشر في الفضاء».

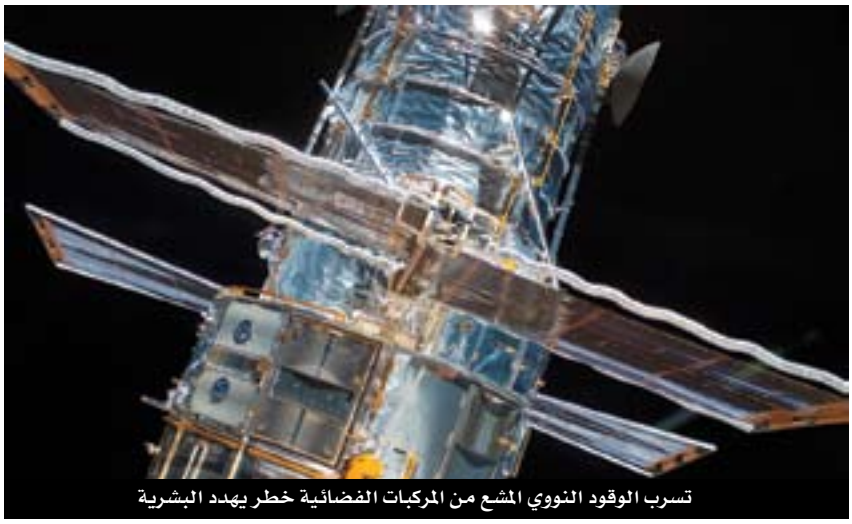
خطر النفايات الفضائية يشمل جميع الكائنات الأرضية وفي مقدمتها الإنسان لاسيما حين يهطل الوقود النووي المشع إثر تسربه من خزانات الصواريخ والمركبات والأقمار الصنعية

الأجزاء الصغيرة هي الأخطر

ومن بين كل الأنقاض الفضائية الخطرة التي تسبح في الفضاء الخارجي فإن أكثرها خطورة على الإطلاق هي الأجزاء الصغيرة التي يراوح قطرها بين سنتيمتر واحد و15 سنتيمتراً، حيث تنتج هذه الأجسام الصغيرة - التي يصعب التقاطها بالرادار - من انفجارات مخلفات الوقود الصلب في مراحل الصاروخ المستهلكة.

ولا تقل خطورة الاصطدام بهذه الجزيئات الضئيلة كثيراً عن خطورة الاصطدام بالأجسام الكبيرة، بل إنها تمثل الخطورة الأكثر احتمالاً حيث

> تم حتى الآن إطلاق أكثر من 8 آلاف قمر صنعي معظمها أمريكي وروسي وبات يطلق كل عام نحو مئة قمر جديد لخدمة الأغراض المدنية والعسكرية


تسرب الوقود النووي المشع من المركبات الفضائية خطر يهدد البشرية

يصعب تجنبها أو تحاشي الاصطدام بها. وقد حدث بالفعل في رحلة مكوك الفضاء الأمريكي تشالنجر Challenger السابعة، الذي تحطم فيما بعد، أن أبلغ طاقم المكوك عن وجود أثر اصطدام قطره أربعة مليمترات في منتصف النافذة الأمامية لغرفة القيادة. وعند تحليل آثار الاصطدام بعد العودة وجد أنه نتج عن قطعة شاردة من طلاء قمر صنعي بقطر 0.2 من المليمتر، فأدى ذلك إلى استبدال النافذة. وبعد أيام قليلة من هذا الحادث، أعلن الروس أن ثمة جسماً معدنياً صغيراً، لا يزيد قطره على سنتيمتر واحد، ارتطم بالمحطة المدارية ساليوت 7، فأحدث خدشاً بعرض 0.2 من المليمتر على جانبها الأيمن، وأصيب ملاحوها بالذعر لسماعهم صوتاً مدوياً في أعقاب الارتطام.

كميات هائلة من النفايات

ذكر تقرير رفع إلى مجلس الدفاع القومي الأمريكي أن حجم المخلفات التي أفلتت من السيطرة البشرية وتنطلق في مدارات متباينة وبسرعات مختلفة في الفضاء، يقدر بنحو 3.5 مليون جسم، وأن وزنها الإجمالي يبلغ ثلاثة آلاف طن، وهي في زيادة مستمرة حيث ينضم إليها سنوياً ما لا يقل عن 300 جسم يمكن ملاحظتها بالمراصد الأرضية، عدا الأجسام التي يصعب رصدها لصغرها، وتلك التي تسقط على رؤوس البشر كالتي سقطت إثر انفجار مختبر الفضاء الأمريكي سكاي لاب Sky lab عام 1979 وكادت تقتل عدداً من الرعاة في سفوح غرب أستراليا. وتراوح أجزاء المخلفات الفضائية في حجمها بين أقمار صنعية كاملة متعطلة أو خرجت من العمل لانتهاء عمرها الافتراضي قد يصل حجمها إلى حجم حافلة كبيرة، وحبيبات صغيرة من الوقود الصلب المتخلف عن الصواريخ.

ويحاول علماء وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) معرفة كمية النشارة الصغيرة في الفضاء، وذلك بتوجيه مناظير فلكية ضخمة باتجاه الفضاء ليرصدوا بذلك آثار الحطام الصغير على مساحة صغيرة جداً، وبعدها يحاولون استعمال القياسات لمعرفة عددها الكلي في الفضاء، وقد قدر بأن هناك ملايين القطع الصغيرة من النفايات، وكثير منها رذاذ صغير من طلاء الصواريخ والمركبات الفضائية. ويقول دون كيسلر: إن وجود هذا العدد الكبير من قطع النفايات يزيد من إمكانية حصول اصطدامات مع المركبات الفضائية.

كوارث نووية محتملة

قد تبدو فكرة تلويث الفضاء بالإشعاع النووي فكرة خيالية للوهلة الأولى، ولكنها تبدو أكثر جدية عندما يطرحها فريق من الخبراء في إحدى الشركات الكبرى التي

> حجم المخلفات التي تنطلق في الفضاء يقدر بنحو 3.5 مليون جسم ووزنها الإجمالي يصل إلى ثلاثة آلاف طن وهي في ازدياد مستمر

تعمل لحساب وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) ووزارة الدفاع في واشنطن.

فقد جاء في دراسة وضعتها هذه الشركة أن خطورة النفايات تمتد لتشمل حياة الكائنات الأرضية وفي مقدمتها الإنسان، وذلك حين يهطل علينا الوقود النووي المشع إثر تسربه من خزانات الصواريخ والمركبات والأقمار الصنعية. ففي أثناء فترة الحرب الباردة تسابق الروس والأمريكيون في إطلاق المزيد من الأقمار الصنعية للأغراض العسكرية التي تعمل بالوقود النووي. ومن المعروف أن مصير الجزء الأكبر من هذا الوقود النووي هو البقاء في الفضاء مئات السنوات، ثم يتحلل ويفقد قدرته الإشعاعية فلا يشكل أي خطر. أما مكمن الخطر فأمر آخر: فالجزء الأكبر من الأقمار الصنعية التي

تدور حول الأرض (على ارتفاع نحو ألف كيلومتر) في مدارات أصبحت مزدحمة فعلاً، ولأن عدد هذه الأقمار آخذ في التزايد بإيقاع متسارع باستمرار، وبمرور الزمن تصبح احتمالات التصادم بين هذه الأقمار أكثر تحققاً. وهنا يكون الخطر متمثلاً في احتمال تلوث جو الأرض بالمواد المشعة، مع احتمال - وهو الأسوأ - سقوط هذه المواد إلى سطح الأرض.

وهناك اليوم في الفضاء العشرات من الأقمار الصنعية التي تعمل بالوقود النووي (اليورانيوم 235 والبلوتونيوم 238 ومواد الانشطار النووي الأخرى) التي تشكل خطراً كبيراً. ويقول أحد الخبراء: «إن اصطداماً يقع بين قمرين صنعيين مندفعين بسرعة هائلة يمكنه أن ينتج ما يصل حتى إلى مليون من الجسيمات المشعة التي يبلغ قطر كل منها ملليمتراً أو أكثر. وهذه الجسيمات ستتحلل حتماً بإيقاع سريع وتعود فتدخل أجواء الأرض قبل الوقت المحدد». وقد وقع أول حادث نووي في الفضاء وهطلت آثاره على سطح كوكبنا، في السابع من فبراير عام 1983 حين سقط مفاعل نووي يحمل

تصنيف المخلفات الفضائية

تصنف المخلفات الفضائية الهائمة الخطرة، على النحو الآتي:

- 14% أجزاء انفصلت من صواريخ الانطلاق.
- 20% مركبات فضائية أصابها العطب، ولم يعد ثمة اتصال بها.
- 17% قطع معدنية مختلفة سقطت من رواد الفضاء خلال سباحتهم خارج مركباتهم، مثل المفاتيح والبراغي. وأجزاء انفصلت من أقمار صنعية مازالت عاملة، مثل أغطية العدسات البصرية.
- 49% شظايا متباينة الأحجام، تطايرت في مدارات مختلفة من الغلاف الجوي، نتيجة حوادث تصادم بين الأقمار الصنعية أو انفجارات مركبات فضائية.

ومعظم هذه المخلفات تدور حول الأرض على بعد يراوح بين 500 و2000 كيلومتر من سطحها. وثمة مخلفات أخرى تنطلق بسرعات مفرطة على ارتفاع يراوح بين 33 ألفاً و41 ألف كيلومتر متخذة مدارات متزامنة حول الأرض، وهي تشكل خطراً كبيراً على برامج استكشاف الفضاء، كما تسبب مشكلات جمة لعلماء الفلك والنجوم، حيث تضلل المقاريب الفلكية (التلسكوبات) الموجودة على الأرض، مشوهة بذلك صور النجوم والمجرات البعيدة. وقد قال (دافيد كروفورد) وهو رائد فضاء في مركز المراقبة الوطنية في «توسان» بولاية أريزونا الأمريكية ويشغل منصب رئيس لجنة تلوث البيئة في جمعية رواد الفضاء الأمريكيين إن النفايات والقمامة في الفضاء أخطر مما هي عليه على الأرض. ويقول الخبراء إن استمرار الزيادة في كمية النفايات في الفضاء قد يسبب ويرفع نسبة الخطورة التي تتعرض لها المركبات الفضائية المأهولة.

110 كيلوغرامات من اليورانيوم 235 المخصب، كان القمر الروسي كوزموس 1402 يعتمد عليه للتزود بالطاقة، وقد سقط هذا المفاعل في منطقة من المحيط الأطلسي.

وفي يناير عام 1987 انفجر القمر الروسي كوزموس 954 وكان على متنه شحنة نووية زنتها 49 كيلوغراماً من اليورانيوم 235 المخصب، وهي شحنة كانت كافية لإمداد القمر بالطاقة مدة ألف عام لو قدر له أن يستمر في مداره، ثم سقطت أجزاؤه على مساحة شاسعة مغطاة بالثلوج في شمال كندا، ما أدى إلى طبع بصمة مشعة في الأراضي الكندية طولها 800 كيلومتر، كما لوث مساحة تبلغ 100 ألف كيلومتر مربع بأجزاء صغيرة مشعة بما يكفي لاحتمال أن تكون قاتلة.

الوقاية والعلاج

يقسم أسلوب تقليل آثار مخلفات الفضاء الخارجي بصورة رئيسية أساساً إلى الإجراءات التنظيمية والإجراءات الفنية. وذلك بعد أن أصبح خطر حدوث الاصطدام بالمخلفات الفضائية واقعاً محققاً يهدد الأقمار الصنعية التي تعمل في الفضاء، كما يهدد أولئك الذين يعملون على سفن الفضاء، إذ أصبحت هذه المخلفات تمثل خطورة حقيقية على حياة رواد الفضاء وهو أمر يستحق عدم المجازفة به.

ومن أهم الإجراءات التنظيمية التي يمكن الأخذ بها تلك الخاصة بتنظيم استغلال الفضاء وتنظيم إطلاق الأقمار الصنعية وسفن الفضاء على المدارات المختلفة حول الأرض، وهو إجراء معمول به على الأقل بواسطة الهيئة الدولية المنوط بها ذلك. ولكن عند تحويل القمر الصنعي إلى مدار آخر بعد انتهاء عمره الافتراضي يظل القمر في الفضاء إلى ما شاء الله. وأحد الحلول المطروحة للدراسة في الوقت الحالي تخصيص مدار خاص يعمل كمقبرة للحطام الفضائي بحيث يتم تحويل الأقمار الصنعية التي انتهى عمرها الافتراضي إليها بعيداً عن الأقمار العاملة. وهذا الإجراء يمكن تعديله بحيث تتم إعادة هذا القمر إلى الأرض. وهناك واقعة سابقة تصلح للاسترشاد بها، ذلك أن القمر الإندونيسي Palpa B2 للاتصالات فقد في الفضاء في أول فبراير 1984، وتمت استعادته بواسطة مكوك الفضاء الأمريكي ديسكفري بعد تسعة أشهر من فقده، ثم أعيد إطلاقه عام 1990. وقد أحرز برنامج الفضاء الصيني نجاحات متعددة في استعادة الأقمار التي تم إطلاقها، والنجاح في هذه التقنية المتقدمة يعد مؤشراً إيجابياً على مدى التقدم الذي وصلت إليه، إذ إنه في السنوات العشر الماضية استعادت الصين الأقمار العشرة التي أطلقتها. وذلك يدل على إمكانية استرجاع الأقمار التي كانت تعمل في الفضاء بعد انتهاء عمرها.

الحل الجذري

ولعل الحل الجذري لتلك المشكلة يكمن في تنظيف المدارات بالتقاط هذا الحطام والتخلص منه بطريقة آمنة. وقد يستطيع مكوك فضائي مزود بأذرعة آلية القيام بهذه المهمة على أن تتحمل النفقات اللازمة لذلك الدول المستخدمة للفضاء. وقد ظهرت بعض نتائج الدراسات في هذا الاتجاه، فقد أعلن أحد العلماء في جامعة أريزونا الأمريكية اختراع «مكنسة مغنطيسية» للفضاء تقوم باصطياد الأقمار الصنعية الشاردة وتفصل منها الأجزاء القابلة لإعادة الاستخدام مثل المرايا الشمسية، وتضع الباقي في حاوية يمكن إرسالها إلى الغلاف الجوي لتحترق.

ورغم أن الحل النهائي والأمثل للمشكلة لم يظهر بعد، فإنه أصبح واضحاً أنه لا يمكن تأجيل التفكير كثيراً في هذا الشأن، ذلك أنه إذ لم يتم التفكير في ذلك حالياً ومع استمرار العالم في إطلاق الأقمار الصنعية بالمعدل نفسه دون التوصل إلى أسلوب مضمون للتخلص من هذه النفايات الفضائية، فإنه يمكن الوصول إلى مرحلة لا يمكن فيها إطلاق قمر صنعي واحد مع قدر مناسب من الاحتمال أنه سيتمكن من استكمال مهمته دون الاصطدام بحطام شارد في الفضاء، وإذا حدث ذلك فسوف يكون خطأ نتيجته تعويق برامج الفضاء في الوقت الذي يمكن توفيره بكفاءة لخدمة الإنسان في هذا العالم.

الاهتداء بالنباتات طريقة مضمونة لكشف المعادن

للمناجم المعدنية الموجودة على سطح الأرض علامات يستدل بها العارفون بأسرار المعادن عليها. وتتمثل هذه العلامات في ألوان الصخور المميزة لكل نوع، ووجود رواسب معدنية تختلف في شكلها ومظهرها عن الوسط المحيط بها، وغير ذلك من الدلائل التي يعرفها أهل الجيولوجيا وخبراء البحث عن المعادن والركاز. ولكن ماذا لو كان المنجم كامناً مختبئاً تحت سطح الأرض، يعلوه ركام من الرمال أو التراب أو الأحجار؟ إنّ الوضع في مثل هذه الحالة سيكون شاقاً بكل تأكيد.

حتى عهد قريب كانت الوسيلة الوحيدة للتعرف إلى أمكنة وجود الخامات المعدنية الموجودة تحت سطح الأرض هي اتباع ما يعرف بالطرق الجيولوجية والجيوفيزيائية للتنقيب عن هذه الخامات، وهي طرق تتسم بتعقيدها، وحاجة القائمين بها إلى الاستعانة بالأدوات والمعدات وأهل الخبرة القادرين على إجراء أعمال الرصد وتحليل القياسات والتوصل إلى النتائج.

ومنذ عقود قليلة توصل الباحثون في علوم الجيولوجيا إلى طريقة بسيطة وغير مكلفة ونتائجها مضمونة بنسبة 100%، وهي طريقة لا تعتمد على أي أجهزة للرصد، ولا تستدعي الحفر في الأرض لأخذ عينات، بل تعتمد على رؤية النباتات التي تنمو على سطح الأرض، بحثاً عن أنواع محددة منها، فإذا وجد النبات المطلوب كان هذا دليلاً على وجود خام معدني محدد تحت سطح الأرض، في المنطقة التي ينمو فيها هذا النبات.

م. محمد عبد القادر الفقي

وقد ازداد الاهتمام بهذه الطريقة أخيراً، حتى صارت علماً جديداً من علوم التعدين، ووسيلة معترفاً بها من وسائل البحث والتنقيب عن المعادن.

في هذا النوع من طرق الاستكشاف يتم الاعتماد على النباتات والأعشاب في الاهتداء إلى أمكنة الركاز والعروق المعدنية. وكان الصينيون القدامى قد لاحظوا وجود أنواع معينة من النباتات في البيئات الغنية برواسب الذهب والفضة والقصدير.

ويعد جورجيوس أجريكولا Georgius Agricola أحد علماء المواد والمستعدنين في العصور الوسطى، وهو أول من لفت انتباه الأوروبيين إلى أثر المعادن المختبئة تحت التربة على حالة النباتات التي تنمو في المناطق الواقعة أعلاها، وإمكانية الاستفادة من وجود هذه النباتات للتعرف إلى مواضع المعادن الكامنة تحت سطح الأرض. ففي كتابه عن (المعادن) الذي نُشر عام 1556 جاءت هذه العبارة: «فوق كتل المعادن المختفية تحت سطح الأرض فإنّ التربة لن تنتج غير نباتات صغيرة شاحبة اللون... وفي المكان الذي يوجد فيه العديد من الأشجار، إذا حدث لصفّ طويل منها في وقت غير طبيعي أنْ فقدت أشجاره خضرتها وأصبحت سوداء اللون داكنة، ثم سقطت خلال فترة قصيرة بفعل الرياح، فأسفل هذه المنطقة التي توجد فيها الأشجار يوجد عِرْقٌ معدني». وكان أجريكولا أوّل من أدرك أنّ النباتات التي تنمو في المناطق المحتوية على خامات معدنية تختلف في تركيبها ومظهرها الخارجي عن تلك التي تنمو في مناطق لا تحتوي علي مثل هذه الخامات. وبعد سنتين، وبالتحديد في عام 1588، لاحظ ثاليوس Thlius أن نبات منيوراتيا فيرنا (Minuartia verna) ينمو في الأمكنة الغنية برواسب الرصاص والزنك بمنطقة هارز بألمانيا. وفي إسكاندينافيا كان مستعدنو النحاس يهتدون إلى غايتهم عن طريق اللخنيس Lychnis، وهو نبات من الفصيلة القرنفلية Viscaria alpine.

مجرد ملاحظات

وقد ظلّت هذه الأمور مجرد ملاحظات، ولم ترقَ إلى مستوى التطبيق العملي والاعتماد عليها كوسيلة علمية للاستدلال إلى أمكنة المناجم والرواسب المعدنية. ولكنْ مع قرب موعد نفاد مصادر الخامات المعدنية، بدأ الاهتمام بالطرق الجيونباتية يزداد بمعدلات كبيرة. وقد

جورجيوس أجريكولا

شهدت أعمال البحث والتنقيب عن المعادن في العقود الأخيرة، بدءاً من عقد الثلاثينيات من القرن العشرين، تطبيق العديد من التقنيات للبحث عن ركازات المعادن المختلفة تحت سطح الأرض. وكان الجيوكيميائيون لاحظوا أنّ وجود تراكيز عالية من خامات تحوي عناصر بعينها في بيئة ما يؤدي إلى ظهور أنواع معينة من النباتات، ليس هذا فحسب، بل عند تحليل هذه النباتات وُجِدَ أنّها تحتوي على نسبة عالية من هذه العناصر تفوق بكثير نسبتها في هذه البيئة.

التنقيب الجيوكيميائي

تعرّف أعمال التنقيب الجيوكيميائي بأنها تطبيق طرق تكنولوجية لاستكشاف المعادن، تقوم على إجراء قياسات بطريقة منهجية لخاصية أو أكثر من الخواص الكيميائية لمادة موجودة في الطبيعة.

والخاصية الكيميائية التي يجري قياسها تكون عادة متمثلة في معرفة المحتوى النزري لبعض العناصر أو مجموعة منها. والمادة الموجودة في الطبيعة قد تكون صخراً أو تربة أو نباتاً أو رواسب نهرية أو بحيرة ماء أو بخاراً ينساب من منفث في سطح الأرض. والغرض من القياس هو اكتشاف وجود أنماط كيميائية غير طبيعية أو شذوذ جيوكيميائي يتصل بالتعدين. والهدف من كل طريقة من طرق التنقيب إيجاد مفاتيح تساعد على معرفة أمكنة المعادن المختبئة تحت سطح الأرض.

ووفقاً لاستطلاع للرأي أجرته في العالم الغربي رابطة الجيوكيمائيين للتنقيب، فإنّ 90% من الشركات العاملة في مجال التنقيب عن المعادن تستخدم الأساليب الجيوكيميائية في أعمالها، وتنفق نحو 12% من مصاريف الاستكشاف على هذه الأساليب. وهناك عدة طرق لتصنيف أعمال المسح الجيوكيميائي وفقاً للغرض منها ونطاق تطبيقها. ويمكن أيضاً تقسيمها وفقاً لنوع المواد (التربة، النباتات، الرواسب، الماء، الصخور، البخار) التي يتم أخذ عينات منها في أثناء هذا المسح. وبعض هذه الأوساط أكثر فاعلية وكفاءة في أعمال المسح الاستطلاعي، وبعضها الآخر أكثر مناسبة لأعمال المسح التفصيلي التي تُجرَى عادة في مرحلة لاحقة بعد المسح الاستطلاعي.

نبات منيوراتيا فيرنا

نبات اللخنيس

المسح الاستطلاعي

وفي أعمال المسح الاستطلاعي للتنقيب عن المعادن فإنّ التركيب الكيميائي لهذه النباتات، أو توزيع نوع معين منها وانتشاره في منطقة معينة، لهما أهميتهما في عملية الاستطلاع. ويكفي أن يرى المستكشف عشباً ما ينتشر هنا وهناك بالمنطقة، حتى يستدل من ذلك على وجود خام المعدن المرتبط به تحت سطح التربة. ويمكن التعرف إلى النبات الدليل (أو النبات الهادي) أو على مجموعاته المنتشرة في منطقة ما، بالعين المجردة، ويمكن التعرف إلى تلك المجموعات من خلال التصوير الجوي بالطائرات، وهو الأمر - أو الخيار - الذي يفضّله الجيوكيميائيون، لأنّه يساعدهم على مسح مناطق كبيرة في زمن أقل، مقارنة بما تكون عليه الحال عند اتباع طرق الاستطلاع الأرضي (بالمشي على القدمين أو باستخدام السيارات). كما أنّ الاستطلاع الجوي للبحث عن النباتات الهادية يمكّن الجيوكيميائيين من الوصول إلى أمكنة يصعب اختراقها بالسيارات (مثل الغابات والمناطق ذات التضاريس الجبلية القاسية).

وتفيد النباتات الهادية في كلا النوعين من أعمال المسح، وإن كانت كفاءتها في الاستخدام في المسح الاستطلاعي أعلى منها في البحث التفصيلي.

وحينما تكون المشاهدة البصرية للنباتات هي الوسيلة التي يُهتدَى بها إلى الخامات المعدنية الموجودة تحت سطح الأرض، فإنّ هذه الطريقة من طرق التنقيب تعرف باسم: التنقيب الجيونباتي. وهي تعتمد على الرؤية المباشرة بالعين المجردة للشكل الخارجي للنبات وتوزيعه بالمنطقة قيد الدراسة. وقد وجد الباحثون أنّ لكلّ معدن معين نباتاً خاصاً يدلّ عليه. فلكل من الذهب والنحاس واليورانيوم نبات خاص، وهكذا الأمر مع بقية المعادن.

> **في خمسينيات القرن الماضي استخدِمَت طرق التنقيب الجيونباتي في زامبيا للبحث عن النحاس بالاعتماد على نوع من نباتات الريحان ذات الزهور الزرقاء**

النباتات الهادية

تعرف النباتات الهادية التي يعتمَد عليها في أعمال التنقيب عن المعادن باسم النباتات المعدنية (Metallophytes)، وهي نباتات ذات سمات خاصة، إذ إنّها تنمو في المناطق ذات التربة الغنية بالفلزات المعدنية. وهي تتصف باحتوائها على نظم وآليات بيولوجية تساعدها على أن تتحمل درجات سمية أعلى (لتراكيز المواد المعدنية) بشكل يفوق غيرها من النباتات. وقد تكيّف بعضها مع مختلف النظم البيئية للأنواع الشائعة، ولكن بعضها عبارة عن أنواع لا تستوطن غير بعض المناطق الخاصة الغنية بالفلزات، وعادة ما تكون منتشرة في مناطق محدودة جداً. ويسمي العلماء هذه النباتات بالأدلة الجيونباتية. وهي أنواع خاصة من النباتات يتأثر توزيعها بالمحتوى الكيميائي للخامات المعدنية في البيئة أو التربة المزروعة. ويقول الجيوكيميائيون إنّ النباتات الهادية تحلّ محل النباتات العادية التي تنمو في الإقليم الذي توجد به خامات معدنية معينة. ويعود ازدهار هذه النباتات في البيئات الغنية بالرواسب المعدنية إلى أنّ الظروف الكيميائية غير الطبيعية الموجودة فوق رواسب الخامات المعدنية تعزّز نمو هذه النباتات، كما أنّ النباتات الهادية أكثر قدرة على تحمّل هذه الظروف، في حين أنّه لا يمكن للأنواع النباتية التقليدية الأخرى أنْ تنمو في ظل تلك الظروف الكيميائية القاسية.

ويعرف نبات (أرابيدوبسيس هاليري) Arabidopsis halleri بأنه مجمع للزنك، ويمكنه أن يتعايش في بيئة غنية بالكادميوم. كما يعرف نبات (أليسوم بسباكم) Alyssum lesbiacum بأنه مجمع للنيكل.

التنقيب عن النحاس في زامبيا

وفي عقد الخمسينيات من القرن العشرين الميلادي اُستخدِمَت طرق التنقيب الجيونباتي في زامبيا للبحث عن النحاس، بالاعتماد على نوع من نباتات الريحان ذات الزهور الزرقاء، يعرف باسم زهرة النحاس (واسمه العلمي هو Becium homblei). وهو نبات لا ينمو إلاّ في البيئات التي تحتوي على نسبة عالية من النحاس، إذ لا يمكنه أن يعيش في تربة يقل محتواها من النحاس عن 100 ميكروغرام/غرام.

وهذا النوع من الريحان استُخدِم في استكشاف مواقع عديدة من رواسب النحاس في روديسيا وزائير. ولعل عنصر اليود هو الدليل الحي على أهمية النباتات الهادية في تركيز العناصر من البيئة التي تنمو فيها هذه النباتات ومن ثم استخلاصها. واليود وإن لم يكن من العناصر الاستراتيجية إلا أنّ له أهمية حيوية خاصة، إذ يستعمل في كثير من مناحي الطب والعلاج، لا سيما في علاج أمراض الغدة الدرقية. وتعدّ الطحالب والأعشاب البحرية، وهي تندرج تحت طائفة

النباتات الهادية، المصدر الرئيسي لليود، إذ تصل نسبة تركيز اليود في الرماد المتخلف عن حرق هذه الأعشاب إلى 3%، في الوقت الذي لا يوجد فيه لليود أي مصادر أرضية أخرى يمكن استخلاصه منها. وفي العقد الحالي فإنّ رسم الخرائط النباتية كأسلوب أساسي للتنقيب عن المعادن لم يعد شائع الاستخدام على نطاق واسع كما كان في عقدي السبعينيات والثمانينيات من القرن العشرين، فقد تم الاستغناء عن ذلك، وأصبح الاعتماد على توظيف تقنية الاستشعار عن بعد باستخدام الأقمار الصنعية لتصوير النباتات الهادية. وثمة أقمار صنعية، مثل مجموعة أقمار سبوت SPOT الفرنسية، تتصف بقدرتها على التصوير بدرجة وضوح عالية (20 m) من الجو، وتحديد أمكنة التجمعات النباتية التي تكون دليلاً على وجود المعادن.

الاستكشاف البيوجيوكيميائي

في المناطق التي تتجمع فيها الرمال بكميات كبيرة على سطح الأرض، كما هي الحال في صحراء (تنامي) بغرب أستراليا، إذ يصل ارتفاع الرمال إلى نحو 100متر، يكون من الصعب على المكلفين أعمال التنقيب عن المعادن إجراء دراساتهم الميدانية في هذه المناطق. ولذلك فإنّ علم الكيمياء البيوجيولوجية يعد أداة مناسبة للتعرف إلى كيميائية الطبقات الصخرية الواقعة أسفل التراكمات الرملية دون اللجوء إلى عمليات الحفر المكلفة.

ويكون التركيز في عمليات البحث منصبّاً على فحص كيميائية النباتات والطحالب الدقيقة البرية النامية في المنطقة، للتعرف إلى مدى جدواها كعينات إقليمية يمكن الاعتماد عليها في التنقيب عن المعادن في تلك المنطقة. ويتم فحص الطحالب الدقيقة أيضاً باعتبارها وسيلة مناسبة لاستخلاص المعادن، وذلك لتحديد قدرتها على امتصاص المعادن من التربة، وبخاصة الذهب.

لمحة تاريخية

كان التحليل الكيميائي لعينات من الأعشاب والنباتات، بحثاً عن آثار نزرة من معادن الخامات فيها، من أوائل الطرق الجيوكيميائية التي استخدمت في فترة مبكرة من عقد الثلاثينيات في القرن العشرين الميلادي للاهتداء إلى أمكنة المناجم المعدنية. وكان (ف. م. غولدشميدت) V. M. Goldschmidt، رائد علم الجيوكيمياء، قد لاحظ أنّ دبال تربة الغابات غني جداً بالمعادن النزرة، وهي المعادن الموجودة في القشرة الأرضية بكميات صغيرة، ولكنها ذات قيمة اقتصادية عالية. ومن المعروف أن الدِّبال هو المواد العضوية النباتية المتحللة جزئياً أو كلياً في التربة. وقد استنتج غولدشميدت من ذلك أن هذه المعادن النزرة نفسها لا بد أن تكون موجودة في النباتات التي جاء منها هذا الدبال. وبناء على هذه الملاحظة، اقترح غولدشميدت أن يكون تحليل مادة النبات وسيلة فعالة للتنقيب عن المعادن. وفيما بعد ذلك سميت هذه الطريقة من طرق التنقيب بالاسم الذي وضعه الجيوكيميائي الروسي فرنادسكي Vernadsky، وهو الطريقة البيوجيوكيميائية.

نبات أرابيدوبسيس هاليري

> **منذ عقود قليلة توصل الباحثون إلى طريقة بسيطة تعتمد على رؤية النباتات بحثاً عن أنواع منها تشكل دليلاً على وجود خام معدني تحت سطح الأرض**

ويعدّ (هـ. ف. وارن) H. V. Warren، من كولومبيا البريطانية، الأب الرسمي للتنقيب البيوجيوكيميائي. وخلال سنوات الحرب العالمية الثانية، وفي أثناء حفره خنادق وجد (وارن) أن جذور النباتات في مناطق الخنادق كانت ممتدة إلى المنطقة نفسها التي وصل إليها في أثناء الحفر، فبدأ سلسلة من الدراسات البيوجيوكيميائية استمرت أربعين عاماً، استطاع من خلالها أن ينتقل بهذا العلم الوليد نقلة كبيرة، وبعدما كان هذا العلم محاطاً بالشكوك ولا يمكن تقبل نتائجه بسهولة صار محل ثقة وقبول من المجتمع العلمي ومن الباحثين عن المعادن.

وقد أجريت دراسات مماثلة في نيوزيلندة خلال الفترة من 1965 إلى 1985، وأوضحت هذه الدراسات أنّ التحليل الكيميائي للنباتات يقدم بديلاً لأعمال تحليل التربة التي تجرى بغرض التعرف إلى مناطق الشذوذات المعدنية. واتسع نطاق هذه الدراسات ليغطي مساحة كبيرة في هذه الدولة، امتدت من جزيرة (كبرماين) إلى بورت بيجاسس جنوب جزيرة ستيوارت.

وفي البلدان التي كانت تعرف فيما سبق باسم الاتحاد السوفييتي، قام العالم (أ. ل. كوفاليفسكي) بأعمال رائدة في مجال التنقيب البيوجيوكيميائي بمنطقة (أولان أود) في سيبيريا بروسيا. وتجلت إسهاماته العلمية المميزة في تحديد الأجزاء النباتية التي يمكن أن تعطي أفضل الأدلة على وجود خامات معدنية تحت سطح التربة.

وفي الغرب يعدّ (كولن إ. دَن) من الجمعية الجيولوجية الكندية رائد علم البيوجيوكيمياء. وقد تركّزت أعماله حول التنقيب البيوجيوكيميائي على الذهب واليورانيوم. ومن المعروف أنّ الذهب يوجد في التربة في صورة جسيمات صغيرة منفصلة ومتناثرة بصورة غير متجانسة. ولهذا السبب فإنّ العيّنات التي تؤخذ من التربة يجب أن تكون في حدود ألف غرام على الأقل لضمان أن تكون العينة ممثلة فعلاً للتربة ككل.

وتقوم بعض النباتات الهادية بتجميع عينات الذهب من عدة كيلومترات مكعبة من التربة بكفاءة عالية.

وعلى الرغم من الاعتقاد الذي ساد طويلاً بأنّ الذهب فلز مستقر جداً، وأنّه لا يذوب في الأحماض المعدنية، فإنّ النباتات تقوم بتركيمه إلى حد أدنى قد يبلغ نانوغراماً واحداً لكل

بعض التجارب الميدانية

أوضحت التجارب الميدانية التي أجريت في المناطق المحتوية على تراكمات هدروكربونية (من النفط والغاز) أنّ الأشجار والنباتات التي تمتد جذورها إلى تربة بتيومينية (فيها قار) تكون ذات أشكال خاصة، إذ تتسم بكبر حجمها وتشوه أشكالها. وتميل بعض هذه النباتات إلى الإزهار عدة مرات بصورة غير طبيعية. وربما لا يمكن في معظم الأحيان ملاحظة مثل هذه التغيرات التي تطرأ على النباتات في ظل الظروف السائدة في الحقل، ولذلك ليس هناك اعتماد مباشر أو تطبيقات مباشرة على استخدام هذه النباتات في عمليات الاستكشاف النفطي حتى الآن، ولكن إدماج طرق التنقيب البيوجيوكيميائية مع عمليات الاستشعار عن بعد باستخدام الأقمار الصنعية يسهم في التعرف إلى مواقع المكامن النفطية والغازية، وبخاصة إذا كانت هناك أي نزوز طبيعية من هذه المكامن، بحيث تجد الهدروكربونات سبيلها إلى التربة السطحية، لتمتصها النباتات هناك. ويترك هذا الامتصاص أثره على شكل النبات وخصائصه المورفولوجية، وهو الأمر الذي يمكن مراقبته من خلال الأقمار الصنعية.

وقد تبين أن تسرب الهدروكربونات النفطية إلى التربة من المكامن الواقعة أسفلها (أي في الطبقات الجيولوجية التحت سطحية) يتسبب في تدهور أحوال النباتات التي تنمو فيها، ويؤثر في قدرتها على عكس إشعاعات الطيف، أي تضعف وتقل قدرة أوراق هذه النباتات على عكس الإشعاعات الضوئية التي تسقط عليها. ويمكن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد بواسطة التصوير بالأقمار الصنعية تحليل مستويات الاختلاف في عكس هذه الإشعاعات بين النباتات السليمة (التي تنمو في بيئات خالية من الهدروكربونات النفطية) والنباتات الضعيفة (التي تنمو في بيئات تتسرب إليها هدروكربونات نفطية). وبذلك، تقدم لنا النباتات وسيلة غير مباشرة للاهتداء إلى أمكنة وجود المكامن النفطية والغازية.

ولعل أكبر دراسة شاملة حول تأثير التسربات الهدروكربونية على كيميائية التربة والنباتات التي تنمو فيها هي تلك الدراسة التي أجرتها الإدارة الوطنية

غرام (والنانوغرام جزء واحد من المليار) من الوزن الجاف، وإلى حد أقصى قد يصل إلى عدة مئات من النانوغرامات لكل غرام في التربة الغنية بالمعدن.

وفي عام 1934 وجد باحثان مما كان يعرف سابقاً باسم (تشيكوسلوفاكيا) أنّ رماد بعض النباتات يحتوي على نحو عشرة غرامات من الذهب في الطن الواحد من الرماد، وهي نسبة عالية جداً إذا ما قورنت بالنسبة التي يحتويها الذهب في كل طن من الصخور الحاوية له.

وفي الوقت الحالي، يتم إنفاق نحو مليون دولار أمريكي سنوياً في الولايات المتحدة وكندا لتحليل الذهب في المواد النباتية فقط.

طريقة غير تقليدية

وقد قام الدكتور (دن) بابتكار طريقة غير تقليدية لجمع عينات الأطراف النامية لأشجار الصنوبريات، عن طريق الحوامات (طائرات الهليوكبتر) وتحليلها، للتعرف إلى المستويات العالية للذهب التي قد تكون موجودة في الطبقات تحت السطحية في أمكنة نمو الأشجار التي أخذت منها العينات. وتعدّ النتائج التي تم الحصول عليها في عمليات التنقيب عن المعادن بواسطة الاهتداء بالنباتات إنجازاً علمياً كبيراً، لا سيما أنّها قليلة التكاليف إذا ما قورنت بالتكاليف الباهظة التي تتطلبها الوسائل التقليدية.

والاهتمام الكبير بطرق التنقيب النباتية عن المعادن خلال العقد الأخير لا يعود فقط إلى فعاليات هذه الطرق وكفاءتها في استكشاف الرواسب المعدنية، بل لأنّها أيضاً طرق (خضراء) وصديقة للبيئة. فهي لا تتضمن أي عملية حفر في التربة لأخذ العينات منها، كما أنها لا تسبب أي تشويه للبيئة. فهي تسمح لجذور النباتات بأنْ تقوم بهذه المهمة بالنيابة عنها. وفي الوقت الذي تم فيه اكتشاف معظم الرواسب المعدنية الموجودة على سطح الأرض «أي: الظاهرة لنا» فإنّنا يجب أن نركز جهودنا على طرق جديدة وأكثر كفاءة ودقة لاكتشاف ما تبقى من هذه الرواسب. وليس هناك أفضل من النباتات الهادية للقيام بهذه المهمة الثقيلة على الوجه الأمثل.

البحث عن الرواسب المشعة

تعدّ خاصية الإشعاع إحدى العلامات المميزة التي يمكن الاهتداء بواسطتها إلى مواضع رواسب المواد المشعة (مثل خامات اليورانيوم والراديوم والإسترانشيوم).

وتفيد النباتات الهادية أيضاً في التعرف إلى مواضع هذه الرواسب. وعلى الرغم من أنّ المعادن المشعة تعد - إلى حد ما - من أسهل المعادن في عمليات الكشف والتنقيب، فإن النباتات الهادية تقوم بدور مهم في الكشف عنها.

طرق تقليدية للبحث عن الذهب

للفضاء والطيران (ناسا) بالتعاون مع محطة الأقمار الصنعية (جيوسات)، والتي أجريت على حقلين، أولهما هو حقل باتريك درو النفطي بويومنغ، والآخر هو حقل لوست ريفر الغازي بفرجينيا الغربية بالولايات المتحدة. وتوثّق الدراسة مختلف الآثار الناجمة عن التسربات الهدروكربونية على التربة وما فيها من نباتات. ولعل أبرز ما تم ملاحظته بوضوح في الحقل الأول هو أن عشب المريمية (القصعين) الذي ينمو فوق منطقة الحقل كان مصابا بالقزمية (قصر الطول عن المعدل العادي)، وكان هذا واضحاً بجلاء في الصور التي التقطها القمر الصنعي (لاندسات).

وقد وثّقت هذه الدراسة أيضا آثار التسربات الهدروكربونية في حقل (لوست ريفر) الغازي بجبال الأبلاش في ولاية فرجينيا الغربية. وكان أبرز ما تم ملاحظته بوضوح في الحقل الثاني هو انتشار أشجار القيقب فوق منطقة هذا الحقل الغازي، في الوقت الذي كان يفترض فيه أن توجد فيه أشجار البلوط والسنديان التي تنمو عادة في مثل هذه الأقاليم الجغرافية. وقد أوضحت هذه الدراسة أن أشجار القيقب نمت في منطقة تتسم بوجود أعلى تسرب للهدروكربونات (غاز الميثان) فيها، وبأقل محتوى للأكسجين في تربتها.

وقد تبين أنّ النباتات التي تنمو فوق مناطق حقول النفط والغاز تميل إلى تركيز المعادن في أوراقها بشكل يفوق ما يتم تركيزه في جذورها. وفي حقل (بل كريك)، الذي يعدّ أكثر أمكنة الحقول النفطية خضوعاً للدراسة البيوجيوكيميائية، وجد الباحثون أن تراكيز المعادن في أوراق النباتات التي نمت في منطقة الحقل كانت أكبر من نظائرها في التربة والجذور. وقد قام وولشتاين وماك كوي في عام 1988 بتحليل أوراق عشب المريمية فوق منطقة حقل (بلاكبورن) النفطي في نيفادا، ووجدا أن هناك شذوذاً في معدلات نسبة المنجنيز إلى الحديد في الأمكنة التي تعلو الجزء المنتج من الحقل. وفي عام 1989 قام ماك كوي وآخرون بزيارة موقع الحقل نفسه مرة أخرى، وقاسوا معدلات انعكاس الطيف من أوراق المريمية في منطقة الشذوذ، فوجدوا أن هذه المعدلات كانت منخفضة في تلك المنطقة مقارنة بغيرها من المناطق التي لا توجد فيها حقول نفطية.

وهكذا تسهم ملاحظة النباتات وعمليات التحليل البيوجيوكيميائي لها في التعرف إلى مواضع النزوز الهدروكربونية، ومن ثم فإنها تسهم في اختيار الأمكنة المناسبة لإجراء أعمال الحفر لاستخراج النفط أو الغاز.

وتعتمد طريقة الاستكشاف النباتي على ملاحظة توزيع مجموعات من النباتات الهادية في مناطق البحث، على هيئة شبكة منتظمة الأبعاد. ولمّا كان نمو هذه النباتات يعتمد جزئياً على بيئة كيميائية مشابهة للبيئة التي يوجد بها المعدن المشع (اليورانيوم مثلاً)، فإنّه يمكن الاهتداء إلى رواسب خامات اليورانيوم من خلال التعرف إلى هذه النباتات على سطح الأرض.

ومن بين مئات التجارب التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية تم التعرف إلى نبات دليل يسمى (أستراجلس بترسوني) ذي كفاءة عالية في الكشف عن اليورانيوم. وأمكن بواسطة هذا النبات استنتاج معلومات جيولوجية مهمة عن مناطق تمعدن اليورانيوم، لا سيما سمك الطبقات الحاملة له.

ولعل أقدم الاكتشافات المعدنية التي اعتمدت على هذا النبات وأهمها من الناحية الاقتصادية هو اكتشاف منجم لليورانيوم في منطقة (يلو كات) Yellow Cat بولاية (يوتاه) الأمريكية.

وقد تبين للباحثين الجيوكيميائيين أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين كمية عنصر السيلينيوم وبين كمية اليورانيوم الموجودة في صخور عصر الترياسي. وبدراسة النباتات الموجودة في المناطق التي توجد فيها صخور تنتمي إلى ذلك العصر اكتشفت حقيقة

> **ملاحظة النباتات وعمليات التحليل البيوجيوكيميائي تسهم في التعرف إلى مواضع النزوز الهدروكربونية ومن ثم اختيار الأمكنة المناسبة للحفر لاستخراج النفط أو الغاز**

على جانب كبير من الأهمية، وهي أن عنصر السيلينيوم يدخل في التمثيل الغذائي لهذه النباتات. وأمكن تحديد فصائل نباتية معينة تقوم بعملية التمثيل الغذائي لهذا العنصر. ومن النباتات التي أمكن تحديدها نبات (أستراجلس) الذي سبقت الإشارة إليه، فهذا النبات يعد أحد النباتات المجمعة لعنصر السيلينيوم بتراكيز عالية (أكثر من 1% بالوزن الجاف). وثمة نبات مماثل يسمى أوريزوبسيس هيمونويدز.

ومن أبرز الأمثلة التي يستدل بها على نجاح تقنية الاهتداء بالنباتات في أعمال التنقيب عن المعادن المشعة ما قامت به الباحثة الأمريكية هيلين كانون. فقد تمكنت في عقدي الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين من رسم توزيع نباتات أستراجلس التي سبق أن أشرنا إليها، وساعدها ذلك على اكتشاف العديد من رواسب اليورانيوم في غرب الولايات المتحدة.

وبتطبيق هذه التقنية تمكّن (دَن) من اكتشاف رواسب اليورانيوم بكميات كبيرة جداً على عمق 150 متراً تحت سطح الأرض في منطقة (وولاستون) بساسكاتشيوان الغربية. ولم يكن هناك أي دليل سطحي ينبئ بإمكانية وجود اليورانيوم في المنطقة، ولكنّ (دن) اهتدى إلى منجم ضخم لليورانيوم من خلال تحليله لأغصان الصنوبر الأسود في المنطقة، إذ ساعدت نتائج التحليل البيوجيوكيميائي للأغصان على اكتشاف موقع المنجم بدقة بالغة.

البحث عن مصادر الطاقة

ثمة علامات أرضية يعرفها الجيولوجيون تفيد في التعرف إلى المواضع التي يحتمل أن توجد فيها مكامن النفط والغاز الطبيعي. وتتضمن هذه العلامات وجود طيات وفوالق وصدوع على سطح الأرض، إضافة إلى نزوز النفط من المناطق التي توجد فيها تراكمات نفطية، وذلك بانسياب السوائل الهيدروكربونية عبر طبقات الأرض إلى السطح.

البشر يتزايدون حتى تكاد الأرض الصالحة لعيشهم تضيق بهم، وهذه الأرض الصالحة لعيشهم تتراجع مساحاتها وتقل زراعتها وتنخفض جودتها يوماً بعد يوم، نتيجة الاستغلال الجائر لها، والنتيجة تزايد أعداد الأفواه التي تحتاج للغذاء، وكذلك تزايد أعداد الجوعى المحتاجين للغذاء، الذين وصل عددهم حسب بعض الإحصائيات الدولية إلى 840 مليون شخص، ويتوقع أن يصل عددهم عام 2015 إلى 50% من عدد سكان الأرض.

إزاء هذه الحقيقة بدأت منذ عقود عمليات البحث عن موارد زراعية لم يكن من السهل العثور عليها في ظل تناقص مساحات الأراضي الصالحة للزراعة وتراجع جودتها، وظهرت جهود كثيرة لاستزراع الأراضي الصحراوية مع انتشار زراعات البيوت البلاستيكية وغير ذلك من الجهود، التي لم تعط حتى الآن إلا نتائج محدودة، أبقت الحاجة مفتوحة إلى بدائل عن التربة الزراعية، وقد بدأت تباشير تلك البدائل تظهر من خلال بدايات ثورة زراعية يتوقع أن تتمثل في زراعة البحار والمحيطات والأنهار والمسطحات المائية، وعندها حيثما وجدت مسطحات مائية ستوجد الزراعات والمحاصيل الوفيرة، وعندها أيضاً قد تصبح أساليب الزراعة الأرضية الحالية من الذكريات.. ومن يدري؟

الزراعة الزرقاء.. ثورة قادمة

عبد الرحمن حمادي

هو مصطلح عالمي لزراعة البحار والمحيطات والأنهار بالمزروعات الأرضية، وينطلق هذا المصطلح من حقيقة أن البحار والمحيطات تشكل معظم مساحة الكرة الأرضية، والإنسان منذ أن بدأ الزراعة اعتمد على التربة الصالحة للزراعة على اليابسة، وهذه التربة مع مرور الزمن والجور في استغلالها زراعياً بدأت تتصحر، ومن ثم يجب البحث عن تربة أخرى، وهذه التربة في التصورات الأولية كانت ترى أنّه يمكن أنْ تكون على القمر مثلاً، لكنّ الأقرب هو تحويل الأسطح المائية وقيعان البحار والأنهار إلى ما يعادل تربة اليابسة من حيث إمكانية زراعتها، ونظراً لضخامة مساحات المسطحات المائية فإنّ العالم سيتخلص من مشكلات نقص الغذاء.

لقد مرّت آلاف السنين والبشر لايرون في البحار والمحيطات والأنهار إلا أمكنة للصيد، وهذا الصيد بدوره أدى إلى إفقار البحار والمحيطات والأنهار مما كانت تحتويه من أحياء مائية.

> **الزراعة الزرقاء مصطلح عالمي لزراعة البحار والمحيطات والأنهار**

التجربة الصينية

الصين قدمت الجواب من خلال مباشرتها بالزراعة المائية وتقدمها اللافت في هذه الزراعة، فمن المعروف أن الصين بلد كبير من حيث تعداد السكان، كما أنها بلد كبير يرتفع مستواه الاستهلاكي بسرعة، والصينيون قبل غيرهم يفكرون في الكيفية التي سيعيلون بها أنفسهم عندما يبلغ تعداد سكان الصين قمته.. وقد كان التوجه هو التركيز على تقدم العلوم والتكنولوجيا واستصلاح الأراضي البور واستيراد الحبوب الغذائية بصورة معقولة، لكن تبين أنّ ذلك كله في المستقبل القريب لن يكون كافياً لإعالة 1.6 مليار نسمة، وهو عدد سكان الصين المتوقع عام 2030، وبخاصة مع استمرار تدهور البيئة نتيجة الاستغلال الجائر لها ومحدودية الأراضي الزراعية.

إزاء هذه الحقيقة؛ توجهت الصين إلى مبدأ استغلال البحار كمراع ومزارع، وحسب آخر الإحصاءات الاقتصادية العالمية، فإنّ الصين تحتل أكثر من 80% من مجموع كمية تربية المنتجات البحرية في العالم، وتحتل قيمة إنتاجها أكثر من 50% من قيمة المنتجات البحرية الوطنية، ومن ثم قدمت الصين تجربة ناجحة حول كيفية استغلال البحار للزراعة المائية (الزراعة الزرقاء) تمهيداً لثورة زراعية عالمية جديدة.

التجربة الصينية انطلقت من حقيقة أخرى وهي ضرورة التخلص من اعتبار الصيد السمكي أساس استغلال البحار في التغذية، وأن يترافق ذلك مع أسلوب إنتاج يتخذ التربية والزراعة نشاطات رئيسية له، ويقصد بزراعة النباتات في البحار، وفي المرحلة الحالية زراعة الطحالب وتربية الحيوانات الضعيفة

الحركة، والسمك أو الروبيان بعد تقييده في الأحواض أو الصناديق الشبكية، وضمن هذا المبدأ شهدت الزراعة المائية في الصين تطوراً متسارعاً، إذ تشكلت أكبر قواعد لأعمال تربية المنتجات البحرية في العالم، وكمثال على ذلك فقد بلغت كمية إنتاج أعمال تربية المنتجات البحرية 8.6 مليون طن، وارتفعت نسبتها في كمية إنتاج السمك عالمياً إلى 36.5%، ومن المتوقع أن تتجاوز 50% خلال سنوات قليلة مقبلة.

الطحالب أساسية

لكن كيف يمكن تحويل المسطحات المائية إلى بنية صالحة للزراعة؟ أي أنْ ترش البذور فوقها لتنمو كما تنمو على تربة يابسة؟

الجواب أتى سريعاً في تصورات العلماء وأبحاثهم، من خلال الطحالب والأشنيات المائية؛ البحرية والنهرية، فالطحالب تنمو وتتكاثر في البحار والأنهار والمستنقعات، والمؤسف أنها غالباً ما تعتبر طفيليات تعيق الملاحة أو تشوّه المظهر العام، في حين أنّ الأبحاث العلمية التي تجري منذ سنوات وعلى أعلى المستويات ترى في الطحالب غذاءً رئيسياً للبشر في المستقبل، ولعل الدول الآسيوية (الصين – اليابان..) كانت السبّاقة في استخلاص أغذية من الطحالب ومعالجتها، ويقال إنّ جزءاً لابأس به من غذاء الشعب الآسيوي الآن يعتمد على أنواع من الطحالب.

وفي الواقع فإنّ الطحالب تمارس دوراً مهماً في الطبيعة، حيث تستخدم كعلاج، كما تستخدم بعد استخراجها وتجفيفها في كثير من الصناعات الاقتصادية، وهي مفيدة جداً كغذاء، فهي تحتوي على النسب الآتية من المركبات الحيوية المهمة: دهون : 7-11% للأسماك وزيادة إنتاجيتها وخاصة الطحالب الخضراء كربوهدرات: 12-16%، بروتين: 55%- 50، إلى جانب احتوائها على نسب مرتفعة من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى والنادرة المهمة واللازمة للنمو والحياه، كما وجد أنّها تحتوي على نسب مرتفعة من الهرمونات النباتية المختلفة مثل الأكسجين والسيتوكينين، ومن ثمّ ثبت أنّها من أفضل الأسمدة للزراعات الأرضية، وهو ما أثبتته تجارب جرت في مصر، وفي إحداها تم استخراج كميات من الطحالب من البحر الأحمر وتم تجفيفها ثم سحقها ثم استعمالها كأسمدة، وجراء التجربة تبين ما يلي:

ساعد سماد الطحالب على النمو الخضري لمحاصيل الطماطم وفول الصويا بدرجة تزيد على سرعة الإنبات، كما استخدم سماد الطحالب في تسميد زراعات لا تنمو جيداً في التربة الجيرية، لكن تبين أنّه منح هذه النباتات قدرة مذهلة على النمو والإثمار.

هذا جانب من جوانب الاستفادة من الطحالب المائية، أي استخلاص أغذية منها واستعمالها كأسمدة فعالة، ولكن أنظار العلماء تتجه إلى مجال آخر قد يشكل قريباً ثورة كبيرة في الزراعة، ويتمثل هذا الاتجاه في زراعة الطحالب وحمايتها وتكثيرها ثم تهجينها، لتصبح من أنواع الطحالب العائمة ومن ثم استعمالها كأراض عائمة لزراعة المحاصيل الأرضية فوقها، حيث ستتولى

تربية الأحياء المائية

لنتصور راعياً يعلن أنه يملك قطيعاً من كذا حوت، وأن وزن حيتان قطيعه يزيد بمعدل كذا، بينما يعلن مزارع آخر أنّه يملك قطيعاً من الأخطبوط يرعى على عمق كذا تحت سطح البحر!

تصوّر طريف لكنّه كما يؤكد العلماء قابل للتحقق في المستقبل غير البعيد، فالبشر يربون الأسماك ويستزرعون اللؤلؤ والأسماك والحبار وغيرها من الأحياء المائية الغذائية، وسوف ينطبق ذلك على أحياء مائية أخرى كالحيتان والسلاحف وأسماك القرش...الخ.

الحيتان مثلاً.. هذه الثدييات التي أنهكها صيد البشر لها حتى أدخلوها في وارد الانقراض، يمكن تربيتها وتسمينها وتكثير أعدادها ضمن قطعان مسيطر عليها من قبل البشر، وبحيث تحظى هذه القطعان بالعناية والبيطرة ومكافحة الأمراض، ومن ثم استهلاك لحومها بشكل عقلاني ومدروس يحافظ على أعدادها، بل يزيد هذه الأعداد.

أمّا السيطرة عليها فتكون عبر أجهزة ميكروية إلكترونية دقيقة تتم زراعتها في جلود كل حوت، وعبر هذه الأجهزة يتم رصد حركة الحيتان من جهة وتوجيهها بحيث تبقى في مساحات الرعي المحددة، وسيرافق الرعاة هذه القطعان عبر مراكب خاصة يقومون خلالها بكل مهام الراعي المعروف، من حيث تأمين الغذاء الكافي لها وبيطرتها وتسمينها، وبما أنّ الحيتان تتغذى على سلسلة من الكائنات البحرية الدقيقة فسوف يتم تأمين هذه الأعلاف من الكائنات الدقيقة عبر أبحاث جارية الآن تهدف إلى تسريع تكاثر هذه الكائنات في المناطق المحددة كمراع للحيتان، وبهذه الطريقة سيكون أمام العالم نافذة واسعة لاستهلاك لحوم الحيتان ضمن قانون يماثل قانون استهلاك لحوم المواشي التي نربيها على الأرض.

تربة الطحالب هذه تغذية المزروعات فوقها بالأكسجين واليخضور، وستستخلص من مياه البحار العناصر الغذائية الأخرى اللازمة لاستمرار هذه الزراعات، وعلى هذا الأساس دعونا نتصور مساحة تزيد على عدة كيلومترات من الطحالب العائمة فوق سطح البحر وفوقها حقول من الشعير أو فول الصويا أو الخضراوات، وهو تصوّر قابل للتحقيق قريباً.

مزارع الطحالب هذه كما يتصورها مختبر الأبحاث الزراعية المستقبلية في جامعة هامبورغ عبارة عن طحالب عائمة بمساحة كيلومترين مربعين للمزرعة الواحدة، يتم حجزها بحواجز حديدية عائمة ثابتة لمدة محسوبة، مما يؤدي إلى كثافة وتماسك هذه الطحالب، بحيث تصبح أشبه بالأرض الخضراء، ومن ثم وفق آليات معيّنة تتم زراعة بذور محاصيل مهجنة قابلة للري بمياه البحار، وبذلك تتوافر لهذه البذور المياه والأغذية التي تمنحها الطحالب، وقد خرج الأمر فعلاً عن حيّز التصوّر إلى حيز التجارب الميدانية، إذ قام المختبر بحصر كمية من الطحالب في حيّز ربع كيلو متر ضمن البحر، ثم قام بواسطة آلات معينة بزراعة هذه المساحة بالفول، وكانت النتيجة مذهلة، إذ استغرق نمو الفول فترة تنقص ثلث المدة التي يحتاج إليها نموه في تربة أرضية. وبتحليل المحصول تبين أنّ غناه باليخضور يزيد مرتين ونصف المرة تقريباً على يخضور الفول المزروع بتربة أرضية، كما أنّ الإنتاج بلغ ضعف الإنتاج في المساحة نفسها على الأرض.

آفاق واسعة

ومن هذه التجارب وغيرها نستشف أنّ آفاقاً واسعة ستظهر قريباً حول تحويل الطحالب بأنواعها إلى مزارع مائية وزراعتها بالزراعات الأرضية. ولما كانت الطحالب كائنات ذاتية التغذية؛ فلن تكون هناك حاجة لاستعمال الأسمدة المكلفة التي تستعمل في الزراعات الأرضية، وفي سبيل تعميم مزارع الطحالب هذه يكثف

المزارع المائية قد تصبح مستقبلاً المصدر الأول للغذاء في العالم

> آن الأوان ليغيّر البشر نظرتهم حول التعامل مع المساحات المائية اقتصادياً وتربية الأحياء المائية كما تربى قطعان الماشية على الأرض

العلماء أبحاثهم على النقاط التالية:

- إيجاد سبل تجعل الطحالب تتكاثر بسرعة، وتهجينها لتصبح كلها عائمة، وبشكل يجعلها تربة زراعية فوق المسطحات المائية.

- تهجين بذور زراعات أرضية لتصبح قابلة للري من المياه المالحة، علماً أنّ هناك حالياً أنواعاً من النباتات الأرضية تعيش على المياه المالحة، وتتم زراعتها على السواحل البحرية كما سنرى بعد قليل.

- ولأنّ الطحالب وقتها ستكون ثمينة كأراض بحرية زراعية؛ ستكون هناك عمليات تربية وزراعة لأنواع من الطحالب المخصصة لاستخلاص الغذاء منها، أو بالأحرى معالجتها لتكون على شكل الأغذية التي يتناولها البشر الآن، والمطروح هو تحويل أنواع من الطحالب التي يعرفها العلماء حالياً إلى ما يشبه اللحوم شكلاً وقيمة غذائية، وبتكلفة لاتذكر إزاء أسعار اللحوم الحالية، مما سيساعد على حل مشكلة التغذية باللحوم ويخفف من الاستهلاك الجائر للثروة الحيوانية في العالم.

بدائل عائمة أخرى

الطريقة الثانية المطروحة لإيجاد تربة زراعية فوق مياه البحار والأنهار تتمثل في اختراع تقنيات جديدة، كاستعمال الصوف فوق طبقة من الفلين ثم تفرش على الصوف البذور التي ستخترق سطحه، كما يمكن استعمال القطن إلى جانب الصوف، وهذه الطريقة في الزراعة نعرفها عملياً من خلال الدروس التعليمية المدرسية حيث توضع بذور العدس على

مزارع مائية على ضفاف الأنهار

طبقة من القطن وتتم سقايتها فنجد أنّ البذور تبدأ بالنمو.

تهجين الزراعات لريها بمياه مالحة

وحتى لا يكون ما ذكرناه حول تهجين زراعات لتكون قابلة للري بمياه البحر مستغرباً، نذكر في البدء أنه في أعماق البحار نفسها نباتات وطحالب تعيش على المياه المالحة، ومع ذلك يبدو مذاقها مقبولاً للبشر، بل إنّ التنوع النباتي داخل المياه المالحة أكثر وأضخم بكثير مما على سطح الأرض، وبإمكانها سد احتياجاتنا إلى الأبد، ومن هنا بدأ علماء الهندسة الوراثية في البحث عن المورثات (الكروموسومات) التي تمكن النباتات البحرية من التعامل مع الأملاح لإنتاج أنواع مهجنة من القمح والأرز يمكن زراعتها على السواحل وفوق المسطحات المائية، وحتى الآن تبدو النتائج مشجعة، حيث أفلح العلماء في تحديد أكثر من 100مورثة نباتية تختص بالتعامل مع المياه المالحة، إما بلفظها أو تنقيتها أو تحملها إلى حد معين.

وبشكل عام، هناك الآن برامج بحثيّة في عدة جامعات أمريكية وبريطانية

> **من الطرق المطروحة لإيجاد تربة زراعية فوق مياه البحار والأنهار استعمال الصوف فوق طبقة من الفلين ثم تفرش البذور على الصوف**

وغيرها لإنتاج أنواع من الأرز تسقى من مياه البحار، بل في مركز جون إنس في نوروبتش أمكن الحصول على نوع هجين من الحنطة تسقى بالمياه المالحة، ويمكنها العيش بأقل قدر من المياه في المناطق الجافة، وذلك بنقل جينات نبات (الشيلم) عالي البروتين إلى نبات القمح، فنتج محصول جديد، أُطلق عليه اسم (قمحليم)، وهذا النوع يمكن أن يزرع فوق تربة صناعية عائمة فوق المياه المالحة أو على السواحل البحرية.

نباتات ساحلية تمتص ماء البحر

وضمن مزيد من التفاؤل؛ نذكر أنّه توجد الآن نباتات ساحلية تمتص مياه البحر بشكل طبيعي، نذكر منها على سبيل المثال نبتة الجوجوبا التي تنمو في المناطق الساحلية في شمال المكسيك، وتتميز بتحملها درجة ملوحة عالية واحتوائها على نسبة 50% من الزيوت، إضافة إلى إمكانية استخدام أوراقها كعلف للحيوانات، وهذه النبتة ستكون زراعة مهمة فوق المسطحات المائية في المستقبل القريب.

وكمثال آخر نذكر نبات الساليكورنيا، وهو نبات حولي مزهر ثنائي الفلقة، يتكاثر بالبذور وتحوي الثمرة العصارية في هذا النبات على بذرة واحدة تنبت في بداية الربيع أي تقريباً في شهر مارس، وتشير بعض المصادر إلى أن الساليكورنيا تنتمي إلى العائلة النباتية عينها التي ينتمي لها نبات السبانخ، في حين تشير مصادر أخرى إلى أنّ هذا النبات ينتمي إلى عائلة نباتية تدعى بأرجل الإوز، وذلك لأنّ هذه النباتات تشبه أرجل الإوز. ومن الناحية الشكلية فإن الساليكورنيا عبارة عن عشبة لحمية عصارية تتميز بوجود مفاصل في نقاط تفرع الغصينات، والأفرع الرئيسية في هذا النبات أفقية، أمّا الأفرع الثانوية فهي عمودية تنمو نحو الأعلى، والساليكورنيا نبات بلا أوراق فهو مجرد مجموعة من الغصينات اللحمية العصارية، وتضم الساليكورنيا نحو 15 جنساً من النباتات، وأزهار هذا النبات مخنثة، أي إنّ الزهرة الواحدة تحتوي على أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث جنباً إلى جنب، وتزهر الساليكورنيا في أواخر الصيف، ومن الملاحظ أنّ لون هذه النبتة يتغير من اللون الأخضر إلى اللون الأحمر في أواخر الصيف أي قبيل فترة الحصاد.

تعتبر الساليكورنيا إحدى أكثر النباتات تحملاً للوحة التربة، لذلك فإنها تنمو بشكل طبيعي على شواطئ البحار والبحيرات المالحة و السباخ والقنوات الاصطناعية التي تربط بين البحار، ويمكن

للساليكورنيا أن تنمو بعيداً عن المياه في المناطق التي يزيد معدل الأمطار فيها عن 1000 ميليمتر، ويمكن لهذا النبات أن ينمو في الترب ذات التفاعل الحامضي، كما أنّ بإمكانه النمو في الترب الشديدة القلوية، والحقيقة أنّ الساليكورنيا هي نبات محب للترب الكلسية القلوية، وبإمكان هذا النبات أن يعيش في الترب الغرقة كما أنّه يتحمل الجفاف بشكل جيد.

ويمكن ري الساليكورنيا بمياه البحار والمحيطات، كما بالإمكان زراعة هذا النبات في الترب التي تتميز بمعدلات ملوحة عالية جداً تصل إلى 30% من الملح، ويركز العلماء على أنّ هذا النبات سيكون النوع الأوّل الذي ستتم زراعته على الأسطح المائية لقابليته في التعامل مع المياه المالحة. وتتبدى الأهمية الاقتصادية لهذا النبات من كونه صالحاً للاستهلاك البشري، وبعد طهيه يصبح مذاقه مشابهاً لمذاق السبانخ، كما يستخرج منه زيت صالح للاستخدامات الغذائية، وهو زيت لذيذ المذاق وخال من الكوليسترول، ويتميز ببنية مشابهة لبنية زيت الزيتون، ويتم استخراج هذا الزيت من البذور بطريقة مشابهة للطريقة التي يستخرج بها الزيت من بذور الصويا، ونسبة البذور إلى الوزن الجاف للنبات تصل إلى أكثر من 10% من وزن النباتات الجافة وتنتج البذور 30% من وزنها زيتاً.

وتشكل البروتينات أكثر من 10% من وزن الساليكورنيا الجافة، وبذلك فهي تعتبر من الأعلاف العالية الجودة حيث ينتج الهكتار الواحد من الأرض أكثر من طن ونصف الطن من الساليكورنيا الجافة، كما تستخدم الساليكورنيا كذلك كمادة أولية لصناعة الورق و الكرتون، وكذلك فإنّ رماد هذا النبات غني جداً بالبوتاس الذي يستخدم في صناعة الأسمدة، كما أن رماد هذا النبات غني بالصودا أو كربونات الصوديوم التي تستخدم في صناعة الصابون، ويستخرج من نباتات الساليكورنيا ملح نباتي منخفض الصوديوم ولا يحتاج إلى مانعات

الأبحاث العلمية ترى في الطحالب غذاءً رئيسياً للبشر في المستقبل

> الطحالب ستكون تربة زراعية عائمة يزرع البشر فوقها محاصيلهم الزراعية

تجبل، كما أنّ الملح الذي يستخرج من رماد الساليكورنيا يحتوي على البوتاسيوم والكالسيوم والمنغنيز واليود والحديد والزنك.

آفاق أخرى

في ثورة الزراعة الزرقاء آفاق زراعية أخرى كثيرة، منها أنّ الإنسان قريباً سوف يمعن في تصنيف النباتات: النهرية والبحرية؛ بل سينقل بعضها من منطقة إلى أخرى. وستوفر الزراعة فوق سطح الماء مرتفعاً للأسماك، ناهيك عن أن مزارعي المستقبل، سيوفرون لها ما يسهم في تكاثرها وازدهار حياتها ونموها بسرعة،

ومن المتوقع نشوء صناعات زراعية، إلى جوار الشواطئ، التي ستُزرع مساحات من أسطح المياه المطلة عليها بالفواكه والخضراوات، مثل صناعات تعليب الثمار. ولسوف يُنتفع بصناعة البلاستيك في تشييد مزارع فوق الماء، يمكن أن تتحمل ثقل الأشجار ومحاصيل النباتات الحولية، كالبطيخ والشمام ونحوهما.

كما أن المستقبل سيشهد قرى ومدناً عائمة فوق سطح مياه البحار والمحيطات، وقد أحاطت بها المزارع المائية، المجهزة بأحدث التقنيات، التي تسمح بالزراعة المنتظمة فوق سطح الماء؛ والإفادة من المحاصيل الزراعية، التي ستجنى بوسائل مستحدثة ومبتكرة، ولسوف تكون القرى والمدن البحرية الجديدة مثبتة بدعائم خرسانية، ويكون سكانها متمتعين بجميع وسائل الراحة، وقد توافر لهم الغذاء، واتسعت قراهم أو مدنهم لتربية الطيور والحيوانات؛ بل تكون القرية أو المدينة متمتعة بوسائل مواصلات مختلفة، داخلية وخارجية، وفيها مطار وميناء، تتوافر فيها المصانع والأجهزة المختلفة، وكلّ ما يحتاج إليه سكانها، من وسائل الرفاهية والحياة.

زراعة الأعماق

من جهة أخرى يطرح العلماء الآن بقوة فكرة زراعة قيعان الأنهار والمحيطات، فهناك نباتات غنية غذائياً تنمو بشكل طبيعي في قيعان البحار والأنهار، وبالتالي يمكن زراعتها، فالأشجار مثلاً وجدت في الطبيعة تلقائياً ثم قام الإنسان بزراعتها وتكثيرها، وبالتالي فإنّ النباتات، التي تنمو بشكل طبيعي في قيعان البحار والأنهار، يمكن دراستها ومسحها، ثم التخطيط لزراعتها ورعايتها، والإفادة من إنتاجها.

كما تجري أبحاث جادة على فلاحة وزراعة قيعان الأنهار والبحار بأنواع من الزراعات الأرضية، وتنطلق هذه الأبحاث من حقيقة أنّ هناك زراعات تحتاج إلى كثير من المياه، كالبطيخ والشمّام والخضراوات، ويمكن بالتالي زراعتها في قيعان الأنهار والبحار، وسيتم ذلك عبر إنسالات تتولى الفلاحة والزراعة وجني المحاصيل أيضاً، وسيقتصر دور الإنسان على المراقبة لما يزرعه عبر شاشات مراقبة وتوجيه الإنسالات لأداء مهامها كمزارعات فالحات حاصدات، بل يذهب العلماء إلى تصورات أبعد؛ إذ يتحدثون عن مستعمرات بشرية زراعية يتم بناؤها في أعماق البحار والمحيطات، وسكان هذه المستعمرات متصلون بالعالم عبر وسائل الاتصال المعروفة ويتواصلون مع اليابسة عبر مركبات مائية غواصة، وبالتالي سنتحدث عن مزارعين لا يسكنون القرى المعروفة الآن في ريفنا، بل يسكنون أرياف البحار والمحيطات، يزرعون ويحصدون وينقلون محاصيلهم لبيعها على اليابسة.

الاستزراع السمكي

إذن البحار والمحيطات والأنهار تقدم آفاقاً ثورية في مجال الزراعة وتخليص العالم من أزمة الغذاء، كما أنّ هذه البحار والمحيطات والأنهار ستقدم رافداً مهماً من الأحياء المائية وعبر ما يعرف بالاستزراع السمكي، ولا نعني هنا الأسماك فقط، بل كل الأحياء المائية الأخرى حتى الحيتان منها، إذ يرى العلماء أنّ ابتعاد البشر عن الصيد البحري أو النهري بمفهومه الحالي سيستعاض عنه تلقائياً بمفهوم التربية المائية، فالإنسان يربي المواشي كالأغنام والأبقار والإبل ولا يصيدها، ومن خلال تربيتها يستهلك حاجته من لحومها دون أن تنقرض أو تتناقص أعدادها، لكن مائياً الذي حدث هو أنّ البشر تمادوا في الصيد حتى انقرضت أنواع من الأحياء المائية، فهناك أنواع كثيرة من حيوان الأخطبوط قد انقرضت، والحيتان ستنقرض حتماً إذا استمر صيدها بهذا الشكل الجائر، وسيأتي وقت لا يحظى فيه الصيادون بأي صيد للأسماك لأنها ستنقرض أيضاً، وبالتالي يجب وضع مفهوم جديد للتعامل مع الأحياء المائية ينص على: (لا للصيد.. نعم للتربية والاستزراع).

وإذا ما بدأنا من استزراع الأسماك فإنّ تعريفه هو تربية الأحياء المائية في مناطق ومساحات محددة تحت الإدارة والتحكم المباشر للإنسان، وذلك بهدف تحقيق احتياجاته الحياتية المختلفة، وسنجد أهمية هذا الاستزراع كإحدى الركائز التي يمكن الاعتماد عليها لسد العجز بين العرض والطلب في مخزون الأسماك الطبيعي، وبالرغم من أن الاستزراع السمكي قد عرف منذ عهود قديمة فإنّه لم يأخذ موقعه بصورته الحالية وأساليبه الحديثة إلا في السنوات القليلة الماضية، ويقدر الإنتاج السمكي العالمي بنحو (110 مليون طن/سنوياً) يسهم فيها الاستزراع وتربية الأحياء المائية بنحو (21 مليون طن/سنوياً) أي بنسبة تقدر بـ 20% من الناتج العالمي للأسماك في العام. وتأتي أهمية الاستزراع السمكي بأنّه أحد المصادر الأساسية التي يمكن الاعتماد عليها لحماية الأمن الغذائي في الدول، وخاصة تأمين البروتين الحيواني ذي القيمة الغذائية العالية، إضافة لحماية وتدعيم المخزونات الطبيعية والمحافظة على البيئة البحرية، وكذلك لخلق فرص عمل في مجالات الأحياء البحرية للكوادر الوطنية، وهنالك عدة طرق رئيسية للاستزراع والتربية بصورة عامة؛ منها طريقة التربية في الأحواض الترابية والأحواض المبطنة بالبولي إيثيلين، وفيها يتم تحديد نظام الاستزراع حسب المنطقة ونوع الكائن المستزرع، ومنها التربية في أقفاص: إما عائمة أو غاطسة في البحر أو البحيرات. وتختلف إحجام الأقفاص من عدة أمتار إلى نحو 100 متر مكعب.

وقد بدأ الاستزراع السمكي (أي تربية الأسماك) البحري في دول جنوب شرق آسيا، بحفر أحواض ساحلية بجوار الشواطئ تستغل ظاهرة المد والجزر في تغيير مياهها، من دون أن تتكلف مبالغ طائلة في عمليات الإنشاء المختلفة التي تحتاج إليها المزارع السمكية التقليدية. ونظراً لأن هذه المزارع تقام على الشواطئ فإنّ مساحة بعضها يصل من 20 إلى 40 فداناً للحوض، وبعضها لا يحتاج إلى مفرخات لإنتاج الزريعة بل يسمح

ثورة زراعية

نحن على أبواب ثورة زراعية ستوفر للبشر احتياجاتهم الغذائية بوفرة من خلال ما يسمى بالزراعة الزرقاء، وحيث سيتم استغلال البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات استغلالاً علمياً مغايراً لاستغلالها اليوم، فأسطح هذه المساحات المائية وأعماقها ستتم زراعتها بالمحاصيل التي نزرعها اليوم في التربة الزراعية الأرضية، وكذلك ستتم زراعة السواحل البحرية بمحاصيل تتحمل المياه المالحة بل تعشقها، وهي محاصيل يتم الآن تهجينها لهذا العشق، وسيختفي الصيد ليحل مكانه تربية الأحياء المائية من أسماك وحيتان وأسماك قرش وغير ذلك ضمن قطعان مسيطر عليها، وسيتجه البشر إلى زراعة البحار بالنباتات التي تنمو تلقائياً بالوسط المائي المالح.

بدخول الزريعة الطبيعية من مياه البحر التي تجد ملجأ آمناً في هذه الأحواض. كما يتم تقديم الأغذية المصنعة لها، حيث إنّ الجدوى الاقتصادية لهذه الأنواع من المزارع عالية بالمقارنة بباقي أنواع الاستثمار الأخرى، كما أنّها تقوم باستزراع الأنواع الغالية من الأسماك مثل الدنيس والقاروص والروبيان الذي يجود في مثل هذه المزارع، حيث يربى ويتغذى ويتكاثر على الرمال.

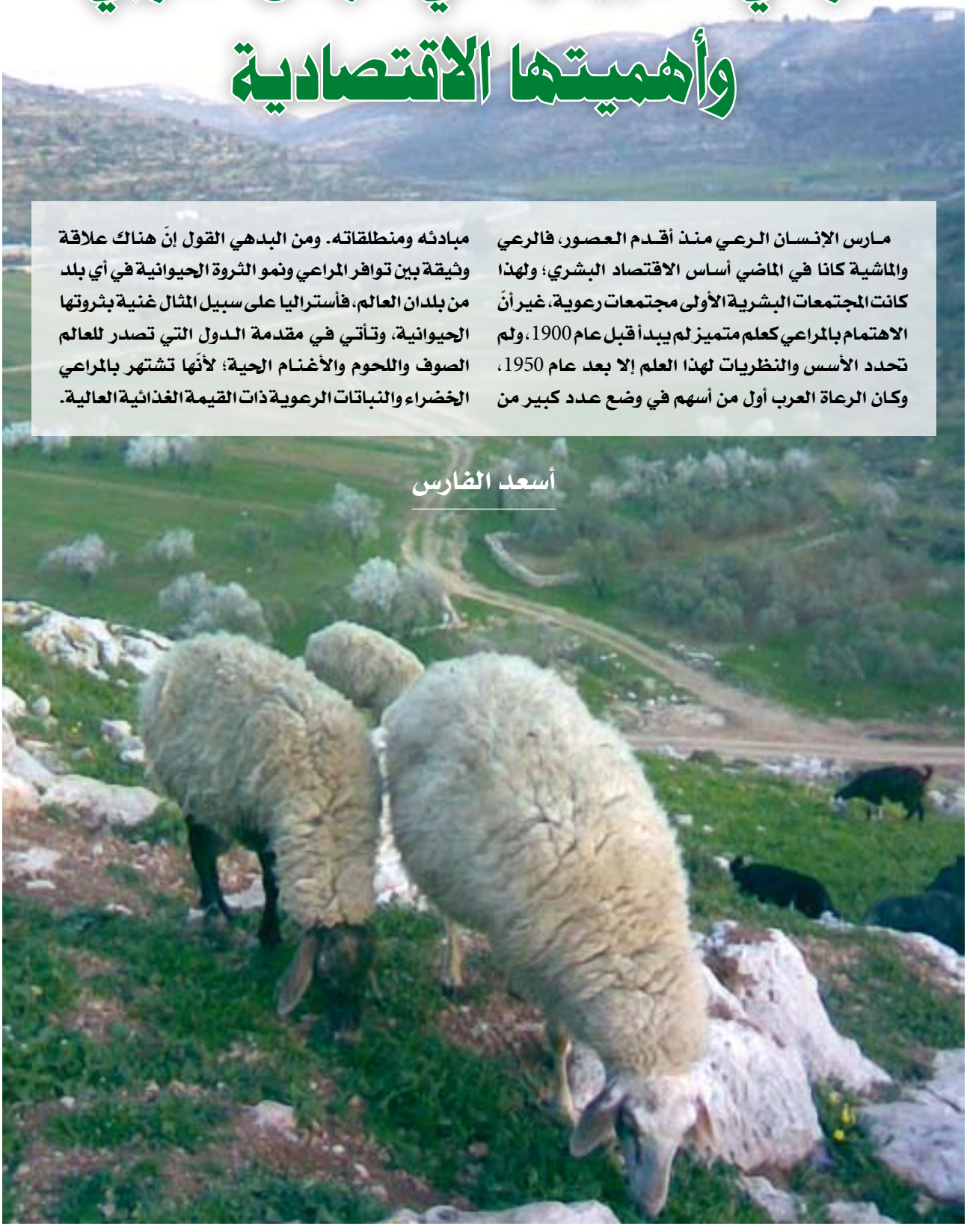
أمّا النوع الثاني من المزارع البحرية فهي الأقفاص السمكية، وقد تطورت تطوراً كبيراً في السنوات السابقة، ومن طرق الاستزراع السمكي في البحار استغلال اللاجونات الساحلية والمنتشرة على امتداد الشواطىء، وهي عبارة عن أحواض طبيعية موجودة داخل اليابسة ولها فتحة تبادل مع مياه البحر، وهذه الفتحات تقام عليها حواجز ذات اتجاه واحد تسمح بدخول الأسماك ولا تسمح بخروجها، وهذه اللاجونات يتم استغلالها كمزرعة طبيعية، حيث تقام مفرخات الأسماك على حوافها وتنقل إليها زريعة الأسماك إضافة إلى ما يدخل طبيعياً إليها من البحر، كما يتم تغذية الأسماك بها بتسميد المياه لزيادة الأملاح الغذائية بها وهي تساعد على نمو الغذاء الطبيعي للأسماك، كما توضع بها المغذيات الآلية في المناطق الفقيرة في الغذاء الطبيعي.

السلاحف البحرية

السلاحف البحرية صارت تشكل مصدراً غذائياً مهماً لسكان عدد كبير من الدول مما عرّضها لخطر الانقراض، ومن المعروف أنّ السلاحف البحرية معمّرة، وتعيش السلحفاة وحيدة وهي تتجول في الأعماق وعلى السطح المائي ولا تلتقي ببني جنسها إلا في فترات التزاوج، وبالتالي يركز العلماء أبحاثهم على كيفية تهجين هذه السلاحف لتعيش بشكل قطعان مجتمعة مع بعضها، ومن ثم حصر كل قطيع منها في مساحة محددة، سواء عبر تقنيات سيطرة مكروية تزرع في أجسامها أو عبر حواجز حديدية تحيط بها، وبما أنّ السلاحف البحرية تتغذى على الأعشاب البحرية؛ فستتم عمليات استزراع للأعشاب البحرية المناسبة لغذائها في مراعيها المحددة، ومع تأمين الغذاء وحمايتها من افتراس الكائنات البحرية لها بكثرة وصيد البشر الجائر سوف تتكاثر بسرعة في كل مرعى، وعندها يمكن استهلاك ما يزيد منها دون الحاجة إلى صيدها.

وحتى أسماك القرش التي تعتبر مرعبة للبشر كأسماك مفترسة، يبحث العلماء في آليات السيطرة عليها، وأهم هذه الآليات أجهزة السيطرة النانوية التي يمكن أنْ تزرع في أجسام بعضها وتجعلها تحت سيطرة الرعاة ضمن منطقة رعي محددة، وبذلك تتحول هذه الأسماك المفترسة إلى قطعان خاضعة للرعاية والتربية والتسمين، ومن ثم انتقاء ما يلزم لتغذية البشر منها، وبذلك تتحول أسماك القرش من عدو للبشر والبحارة والسابحين إلى مصدر غذائي يقدم حاجة البشر من لحوم الأسماك.

المراعي الطبيعية في الوطن العربي وأهميتها الاقتصادية



مارس الإنسان الرعي منذ أقدم العصور، فالرعي والماشية كانا في الماضي أساس الاقتصاد البشري؛ ولهذا كانت المجتمعات البشرية الأولى مجتمعات رعوية، غير أنّ الاهتمام بالمراعي كعلم متميز لم يبدأ قبل عام 1900، ولم تحدد الأسس والنظريات لهذا العلم إلا بعد عام 1950، وكان الرعاة العرب أول من أسهم في وضع عدد كبير من مبادئه ومنطلقاته. ومن البدهي القول إنّ هناك علاقة وثيقة بين توافر المراعي ونمو الثروة الحيوانية في أي بلد من بلدان العالم، فأستراليا على سبيل المثال غنية بثروتها الحيوانية، وتأتي في مقدمة الدول التي تصدر للعالم الصوف واللحوم والأغنام الحية؛ لأنّها تشتهر بالمراعي الخضراء والنباتات الرعوية ذات القيمة الغذائية العالية.

أسعد الفارس

تتنوع تعريفات المراعي وتتعدد، إلا أنّها تجمع وفقاً لمصادر جمعية المراعي الدولية عام 1989 على أنّها أراض غير مزروعة قادرة على توفير مواطن بيئية للحيوانات البرية والمستأنسة. ولما كانت المراعي الطبيعية في الوطن العربي تشغل مساحات واسعة من الأراضي الجافة والصحراوية، فيمكن صياغة التعريف بشكل آخر ليشمل الأراضي الواسعة التي تنبت الكلأ والأعشاب بصورة طبيعية دون تدخل الإنسان، ومثل هذه الأراضي يندر أن تكون مسيّجة. كما يمكن تصنيف المراعي على أساس المجتمعات النباتية التي استوطنت فيها دون الحاجة إلى إعادة زراعتها أو ريها، ويشترط في هذه النباتات أن تصلح غذاءً للحيوان.

مراعي الغنم في البادية

مكونات حية وغير حية

ومهما يكن فالمراعي في النهاية هي بمنزلة نظام بيئي فيه المكونات الحية (النباتات والحيوانات) والمكونات غير الحية (التربة والمناخ والتضاريس). وعندما نتعامل مع المراعي كعلم، علينا أن ننظر إليه كفرع من فروع العلوم الزراعية، ونعني به مجموعة من التدابير التنظيمية، والأساليب التقنية والنشاطات التي توجه لزيادة إنتاج الأراضي الرعوية الطبيعية، وتحسينها والاستفادة منها بطريقة علمية صحيحة.

ويشتمل علم المراعي على معلومات مهمة عن الغطاء النباتي الرعوي، وعلى الطرق العلمية اللازمة لاستغلال الأراضي الرعوية. ويهدف هذا العلم إلى توفير الأعلاف الجافة ذات النوعية الجيدة، والأعلاف الرعوية الخضراء اللازمة لتغذية الحيوانات الرعوية.

وتزداد أهمية المراعي الطبيعية لارتباطها بتربية الحيوانات وزيادة منتجاتها المختلفة.

ولعل التعرف إلى نباتات المراعي الطبيعية يتطلب منا الإحاطة بالأشكال الأساسية التي توجد فيها المراعي في الطبيعة وهي:

- المراعي العشبية Grasslands.

> **المراعي أراض غير مزروعة قادرة على توفير مواطن بيئية للحيوانات البرية والمستأنسة**

- المراعي ذات الشجيرات الرعوية الصحراوية Desert shrublands.
- مراعي السافانا Savanna wood-land.
- الغابات Forests.
- التندرا Tundra.

ففي كل نموذج من المراعي السابقة عدد من المجتمعات والأنواع النباتية التي تختلف في مكوناتها الحيوية وفقاً للتربة والنشاطات البشرية.

البوادي العربية

وبصورة عامة تعد الكويت وكثير من البوادي العربية جزءاً من الإقليم النباتي القطبي المعتدل الذي يشمل المناطق المعتدلة الشمالية التي منها: الصحراء الإفريقية الكبرى، والقسم الشمالي من شبه الجزيرة العربية، مروراً بالأردن والعراق والكويت.

وهناك تقسيمات أخرى يُوزع فيها الغطاء النباتي في العالم على شكل أحزمة أو نطاقات جغرافية، ففي منطقة الشرق الأوسط أربعة نطاقات جغرافية نباتية: نطاق الصحراء الكبرى وشبه الجزيرة العربية، والنطاق السوداني، ونطاق البحر الأبيض المتوسط، والنطاق الإيراني.

وتبين تلك التقسيمات أنّ معظم الأراضي الداخلية في الوطن العربي هي بواد عشبية تنتشر فيها المراعي على نطاق واسع. ولهذا سنولي هذه المراعي جل اهتمامنا، من حيث الإنتاجية والقيمة الغذائية والأهمية الاقتصادية. فالمراعي العشبية تعد من أكثر المناطق إنتاجاً للكلأ الذي تحتاج إليه الحيوانات الرعوية، لأنها غنية بالأعشاب النجيلية Grass-es وبمجموعة من الأعشاب العريضة الأوراق إضافة إلى الأشجار والشجيرات المتناثرة والمتباعدة، كما تتخلل الأعشاب النجيلية بعض نباتات الأسل Juncus spp والنباتات السعدية التي منها نبات الثندى Cyperus spp. المثبت للرمال والواسع الانتشار في صحراء الكويت. وهناك بعض الاختلافات بين الأعشاب النجيلية والأعشاب العريضة الأوراق، فالأولى أوراقها سيفية وعروقها متوازية

> تـــزداد أهـمـيـة المـراعـي لارتباطها بتربية الحيوانات وزيـادة منتجاتها المختلفة

وذات سوق فارغة مفصلية، والجذور ليفية غير عميقة لتمتص الرطوبة من التربة السطحية بسرعة بعد سقوط المطر، على حين أنّ الثانية أوراقها عريضة نوعاً ما، وذات عروق شبكية، والسوق مصمتة من دون عقد مفصلية والجذور وتدية.

أربع مجموعات

ومـن حـيـث الأهـمـيـة الاقـتـصـاديـة (العلفية) يمكن تصنيف أعشاب المراعي في أربـع مـجـمـوعـات اقـتـصـاديـة: نباتات العائلة النجيلية Graminae والقرنيات أو نباتات العائلة البقولية Legumi-nosae، وأشباه النجيليات التي تمثلها نباتات الأسل ونباتات العائلة السعدية Cyperaceae، ومـجـمـوعـة الأعـشـاب العريضة الأوراق Forbs. غير أن هذه النباتات تختلف من حيث القيمة الغذائية، فأفضلها النباتات البقولية، تليها النباتات النجيلية، أما النباتات الأخرى في المراعي فهي متفاوتة من حيث القيمة الغذائية لحيوانات المراعي، أمّا الشجيرات والأشجار فغنية بالسليلوز والمواد المتخشبة عدا المجوع الورقي، وهذه المواد لا تهضمها سوى مجموعات قليلة من الحيوانات العاشبة.

النجليات مرعى لكثير من قطعان الغنم

القيمة الغذائية لنباتات المراعي

كانت العرب تدرك أهمية المراعي، فكثير مـن الحـروب بـين الـقـبـائـل كـانـت تحـدث بسبب المراعي. أمّا من الناحية العلمية فـقـد أسـهـم الـعـلـمـاء الـعـرب فـي وضـع المبادئ الأولى لعلم المراعي، فأبو حنيفة الـديـنـوري كـتـب عـن (الـراعـي والمـراعـي) بل كانت العرب تربط بين المرعى وصحة الحيوان الذي يأكله؛ فقالوا: أطيب الإبل لحماً ما أكل السعدان. وأطيب الغنم لحماً ما أكل الحـربـث، والـسـعـدان Neurada procumbens والحربث Lotononis platycarpa هما من النباتات المعروفة في البادية العربية. وأهل البادية العربية يعتبرون النباتات المالحة حمضاً وغير المالحة خُلة؛ ولهذا قالوا: "الخلة خبز الإبل، والحمض فاكهتها". ومن الحمض عند الثعالبي في فقه اللغة: شجيرات الرمث، والقضة، والرغل، والقلام، والهرم، والخذراف وغيرها، بل كان الرعاة العرب يدركون القيمة الغذائية الخاصة بنبات المراعي، وضرورة أن تنوع حيوانات الرعي النباتات التي ترعاها.

وحيوانات المراعي مثل بني البشر تحتاج إلى أنواع محددة من الغذاء؛ لتبقى حية، ولنموها وبناء أجسامها، وللقيام بالوظائف الحـيـويـة، فـهـي تحـتـاج إلـى الـنـشـويـات ومـخـتـلـف الـسـكـريـات (الـكـربـوهـدرات) للطاقة والنشاطات المختلفة، كما تحتاج إلى الدهون للغرض ذاته، وللبروتين لبناء خلايا الجسم مع مجموعة مهمة من العناصر المعدنية. تتوافر هذه المواد في النباتات بنسب مختلفة، فالنشاء والمواد السكرية تتوافر في مختلف النباتات، ويـزيـد مـن رصـيـدهـا فـي أجـسـام بعض الحيوانات العاشبة مثل الأرانب والخيل الـقـدرة الـفـائـقـة لـهـذه الحـيـوانـات على

أعشاب طبيعية في بعض المراعي الخصبة

> لا تنمو النباتات في فترة واحدة من العام بل تختلف باختلاف المجموعات النباتية في المراعي

تحليل السليلوز النباتي والهيمسليلوز في أجهزتها الهضمية وتحويلها إلى مواد سكرية مهضومة؛ ولتقدير القيمة الغذائية لنباتات المراعي يجب التعرف إلى المواد الغذائية المتوافرة في مختلف أجزاء النباتات؛ فجميع الأوراق في النباتات الرعوية تحتوي على نسبة عالية من الفسفور والبروتين الخام، والمكونات الذائبة في الخلية، وعلى نسب قليلة من الألياف واللغنين (مادة الخشب)، على حين تكون السوق فقيرة بهذه المواد وغنية بالألياف والمواد المتخشبة؛ ولهذا السبب تقبل المجترات من حيوانات المراعي على الأوراق والأفرع الغضة من النباتات أكثر من إقبالها على السوق والأجزاء القاسية المتخشبة من النبات.

نسبة عالية من البروتين

في الجدول المرفق النسبة المئوية للبروتين الخام ومادة اللغنين في أجزاء ثلاث فئات من النباتات التي كانت نامية صيفاً في بعض المراعي. وبصورة عامة تحتوي أزهار وثمار النباتات الرعوية العريضة الأوراق والشجيرات على نسبة عالية من البروتين ومكونات الخلية الذائبة أكثر من الأوراق.

وتحتوي براعم الشجيرات بوجه خاص على كميات عالية من البروتين ومكونات الخلية الذائبة، وتتميز بذور النجيليات بارتفاع نسبة البروتين والمكونات الذائبة مقارنة بأوراقها، غير أنّها لا توازي ثمار وأوراق الشجيرات والنباتات العريضة الأوراق نسبة بهذه المواد باستثناء بعض النباتات، مثل: القمح والشعير والذرة والشوفان التي تتميز بحجم بذورها وارتفاع المكونات الغذائية فيها.

وتتغير الجودة الغذائية للنباتات تغيراً كبيراً بتغير فصول السنة، فالمكونات الغذائية المذكورة تبلغ أعلى مستوياتها أثناء موسم النمو، وتنخفض بشدة عندما يدخل النبات في طور السكون. ويحدث هذا الانخفاض نتيجة لانتقال المواد الغذائية من الأوراق والسوق إلى التاج والجذور، كما تدل التحاليل الكيميائية للنباتات الرعوية على أن عريضات الأوراق في طور النمو تحتوي على تراكيز عالية من المواد الغذائية، أمّا النجيليات فهي أقل منها احتواءً على هذه المواد، وعندما تدخل النباتات في فترة السكون، تصبح الشجيرات الدائمة الخضرة مصدر غذاء الحيوانات الرعوية بدلاً من النجيليات والنباتات العريضة الأوراق، على الرغم من احتوائها على نسبة عالية من المواد المتخشبة. وبصورة عامة تنخفض المواد الغذائية في النباتات الحولية في موسم السكون مقارنة بالنباتات المعمرة.

الإبل ترعى نباتات الرمث في بادية الكويت

اختلاف فترة النمو

لا تنمو النباتات في فترة واحدة من العام، بل تختلف فترة النمو باختلاف المجموعات النباتية في المراعي، فالنجيليات التي تنمو في الموسم البارد، والنجيليات التي تنمو في الموسم الدافئ، وعريضات الأوراق والشجيرات قد توجد في المرعى ذاته، ولكنّها قد تنمو في أوقات مختلفة

النسبة المئوية للبروتين الخام ومادة اللغنين

النبات/ الأجزاء	البروتين الخام (%)	اللغنين (%)
النجيليات		
السوق	3.9	11.7
الأوراق	12.3	8.9
كامل النبات	6.2	11.0
عريضات الأوراق		
السوق	4.5	12.4
الأوراق	14.1	8.5
كامل النبات	9.5	10.2
الشجيرات		
السوق	6.3	20.6
الأوراق	13.0	12.3
النموات الحالية	11.6	15.0

من السنة. وبغض النظر عن القيمة الغذائية، والتباين في فترات نمو النباتات الرعوية، يمكن القول إنّ المجموعات النباتية الأربع (نجيليات الموسم البارد، ونجيليات الموسم الدافئ، وعريضات الأوراق، والشجيرات) هي النباتات المألوفة في المراعي، وهي التي تمد الحيوانات الرعوية بحاجاتها من الغذاء في مختلف أيام السنة.

ولعل التباين في أوقات النمو هو الذي يفرض على الرعاة تغيير أمكنة الرعي باختلاف الفصول، وهو ما يعرف بالدورة الرعوية.

وهناك من ينظر بعين الاعتبار إلى النباتات الرعوية من حيث الشكل والطول وتركيب الأفرع، وطبيعة توزع الأوراق على سوق النباتات، فيقسمها إلى نباتات طويلة ونباتات عشبية متوسطة الارتفاع، وأخرى قصيرة. يراوح ارتفاع الأعشاب الطويلة بين 40 و100 سم، وهي ذات أوراق جيدة، والكتلة الخضراء من الأوراق تتركز في القسم العلوي من النبات، أما الأعشاب القصيرة فيبلغ ارتفاعها نحو 40 سم، وهي ذات أفرع كثيرة وقصيرة، والكثير من الأوراق تتركز في القسم السفلي من النبات.

أما عن فترة النمو فالأعشاب العالية تراوح فترة نموها بين 60 و90 يوماً، على حين تراوح فترة نمو الأعشاب القصيرة بين 140 و180 يوماً. وهناك قوائم طويلة بالنباتات الرعوية في بوادي الوطن العربي وفي كثير من بلدان العالم، إذ تقيم من حيث الإنتاجية الرعوية، واستساغتها من قبل حيوانات المراعي، والبيئة والارتفاع، فمن حيث الارتفاع نذكر من الأعشاب الطويلة ذات الأصول البرية: الأصبعية المتكتلة أو رجل الديك Dac tylis glomerata والشويعرة عديمة السفا Bromopsis inermis والبرسيم الأحمر Trifolium pretense والفصة Medicago sativa. ومن الأعشاب القصيرة نذكر قبا المروج Poa praten-

الجمل أنيق واقتصادي في اختيار النباتات الرعوية

> عندما التعامل مع المراعي كعلم علينا النظر إليه كفرع من العلوم الزراعية

sis والشيلم المعمر Lolium perenne والفيستوكة الحمراء Festuca rubra والبرسيم الزاحف Trifolium repens. فمن حيث النوعية والجودة العالية نذكر أعشاب العائلة البقولية المتعددة الأنواع في المراعي العربية، ففي مراعي بادية الشام وحدها نحو 47 جنساً ونحو 455 نوعاً من النباتات البقولية، فالنباتات البقولية تأتي بعد العائلة النجيلية من حيث الأهمية الاقتصادية، لأن نباتاتها تؤدي دوراً كبيراً في تكوين الغطاء النباتي لكثير من المراعي الطبيعية، وتتميز بغناها بالمواد البروتينية، وقدرتها على تزويد التربة بالآزوت (النتروجين). وثمارها غالباً بشكل قرون، وأزهارها فراشية الشكل، وقسم من أنواعها يدخل في زراعة الأعلاف والباقي برية، ومن الأنواع البرية نذكر: الحندقوق الواسع الانتشار Melilotus. spp والأونوبرايشيخ Onobrychis. spp والعاقول Alhagi. spp الذي تأكله الإبل والخرينيبة Prosopis stephaniana كذلك، مع عدد كبير من النباتات الأخرى. أما أنواع العائلة النجيليلة فكثيرة جداً وعليها يقوم الغطاء النباتي في المراعي حيث تشكل 70% من كامل الغطاء النباتي، ومنها الأنواع الكثيرة والمتعددة التي تعود لأجناس: السنيسلة أوالشويعرة Bromopsis. spp، والشيلم Lolium. spp، وغيرها من الأنواع، ويضاف إليها السعديات وكثير من النباتات العريضة الأوراق التي تشكل الشجيرات في المراعي. ويعول اليوم على تنمية نبات القطف Atriplex ونشر غراسه في المراعي الطبيعية كنبتة علفية داعمة للغطاء النباتي.

وإضافة إلى النباتات الرعوية هناك عوامل عدة تؤثر في تغذية حيوان المراعي منها: معدل التحميل، وطريقة الرعي، ونوع حيوان المراعي، فحيوانات الموس والوعول والأيل والإبل والماعز تفتات بصورة رئيسية على عريضات الأوراق والشجيرات طوال العام بغض النظر عن المكان. والحيوانات بشكل عام تفضل النباتات السهلة الهضم، ولهذا فهي

تقبل على البقوليات والنباتات العريضة الأوراق والشجيرات أكثر من النجيليات. والحيوانات الرعوية مثل البشر قد تتعرض لاضطرابات هضمية بسبب الغذاء الذي تأكله، فالزيوت الطيارة الموجودة في أوراق بعض الشجيرات تبطئ الهضم في كرش الحيوانات المجترة، والتربينيات الأحادية من الزيوت الطيارة لها تأثير واضح على عملية الهضم في حيوانات المراعي. وقد تبين أن مركبات بعض النباتات تغير لون اللحم ورائحته، وتغير تركيز المواد الصلبة في الحليب. وقد تغير المواد الدهنية في الحليب إلى اللون الأصفر، فيؤدي ذلك إلى تدني جودة اللحم ومنتجات الحليب، ولهذا يجب تحري النباتات التي تحتوي على مواد سامة أو ضارة في المراعي وتحذير الرعاة منها. وبصورة عامة يصعب تحديد الاحتياجات الغذائية لحيوانات المراعي مقارنة بحيوانات المزرعة، فالحياة الحرة في المرعى تحتاج إلى طاقة إضافية لتواجه بها الحيوانات متطلبات الحركة وظروف البيئة والرياح، والحرارة والبرد، غير أنه يمكن التعبير عن تناول الحيوان للمرعى بحساب الكلأ اليومي الذي يأكله بالنسبة إلى وزنه، فالنسبة اليومية هذه تقدر في المجترات ب 2%، أي إن الحيوان يحتاج يومياً من المرعى إلى هذا المقدار من وزنه. وتبين أن هذه النسبة تزيد في أيام توافر الكلأ في الربيع وقد تتجاوز 2.5% على حين تهبط عند الجدب وندرة الغذاء لتصل إلى 1%. وحيوانات المراعي تكيف نفسها وفقاً لتوافر الكلأ، ففي فترات الربيع وجودة المرعى يكون تناول البروتين الخام والغذاء الغني بالطاقة عالياً لدى هذه الحيوانات، فيزداد وزنها، وتخزن الطاقة بشكل مواد دهنية تحسباً لفترات ندرة المرعى، وتبين أن الحيوانات السمينة يمكنها أن تعيش ستين يوماً على القليل من الغذاء، وغالباً ما تمضي الحيوانات الرعوية ستة أشهر مع وفرة الغذاء، وثلاثة أشهر مع ندرة الغذاء. وقد استطاع أيل سمين جداً العيش على مدخراته الدهنية مدة 64 يوماً وهو في جوع كامل، غير أنه لا يصبر طويلاً عن الماء. وهناك دليل على انخفاض معدلات الأيض ومتطلبات الطاقة لدى حيوانات المراعي خلال فترة السكون النباتي في الصيف، فالحيوان لديه ساعة بيولوجية موروثة تمكنه من التعامل مع وفرة وعدم وفرة النباتات في المراعي، غير أن كمية النباتات التي يرعاها الحيوان الرعوي في اليوم قد تتحكم بها نوعية النبات ومدى استساغة الحيوان للنبات، إذ يكثر من المستساغة ويقلل من غير المستساغة، فالجمل على سبيل المثال لا يأكل أكثر من كيلوغرام من نبات السالسولا الملحي على

أنواع من النباتات النجيلية التي تكثر في المراعي الطبيعية

حين يأكل 12 كيلوغراماً من نبات الثمام الذي يفضله. إن انتشار التصحر وسنوات الجفاف المتواصلة أضرت كثيراً بالمراعي والحيوانات في الوطن العربي؛ و لهذا فإن المحافظة على المراعي تعد ضرورة ملحة لحماية الثروة الحيوانية.

الأهمية الاقتصادية للمراعي

تؤدي المراعي دوراً مهماً في توفير الغذاء من اللحوم والألبان ومشتقاتها لبني البشر، فعلى نباتاتها تتغذى حيوانات المراعي التي هي مصدر تلك الأغذية. نحتاج إلى الغذاء لمواجهة موجة التفجر السكاني وكثرة الناس على سطح الأرض.

وعلى الرغم من أن الدول المتقدمة استطاعت أن تحقق فائضاً من الأغذية يزيد على حاجة السكان، فإن الدول النامية لاتزال تعاني من شح الموارد الغذائية؛ ولهذا باتت عمليات تنمية المراعي الطبيعية والمحافظة عليها ضرورة ملحة أكثر من ذي قبل، لأنها توفر الغذاء لحيوانات المراعي. ومن الناحية الإحصائية تذكر المصادر المتاحة (ومنها مصادر منظمة الأغذية والزراعة) أن المراعي المستدامة تشكل 24% من مساحة اليابسة على سطح الأرض، وعندما تؤخذ جميع الأراضي المستغلة حالياً في الرعي تصبح نسبة المراعي 50% من مساحة اليابسة. وعندما يستفاد من جميع إمكانات الأراضي فقد تشكل المراعي 70% من مساحة اليابسة على سطح الأرض. وللدلالة على أهمية المراعي، تبين أن المراعي في إفريقيا وأمريكا الجنوبية تفي بحاجة 85% من الحيوانات المجترة هناك من الأعشاب والمرعى، وعلى المستوى العالمي تفي بحاجة 70% من تلك الحيوانات وتوفر لها الغذاء اللازم، فهي مصدر تغذية جميع حيوانات المراعي البرية والمستأنسة على حد سواء.

أما في الوطن العربي فتنتشر المراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة في الأمكنة التي يروح فيها معدل هطول المطر بين 100 و400 ملم في السنة، أما من حيث المساحة فمساحة المراعي العربية غير ثابتة بسبب تفاوت كميات هطول المطر بين عام وآخر، فقد بلغت هذه المساحة 379.1 مليون هكتار عام 1990، تمثل 30% من الرقعة الجغرافية للوطن العربي. وبلغ إنتاجها من الأعشاب الجافة 143.3 مليون طن: 22% منها يُنتج في مراعي بلدان المغرب العربي وما يقارب 9.5% في بلاد المشرق العربي والجزيرة العربية، ونحو 68.2% ينتج في الأقاليم الوسطى من الوطن العربي (مصر والسودان والصومال وجيبوتي)، وفي دولة الكويت تقدر مساحة المراعي بـ 124 ألف هكتار تنتج نحو 152 ألف طن من الأعشاب الجافة. ومن الناحية الاجتماعية والمادية تسهم المراعي العربية بتقديم 52.5 مليون طن من العناصر الغذائية المهضومة، أي ما يعادل 45.5% من إجمالي المواد الغذائية الموجودة في مختلف المصادر الغذائية المتاحة؛ وتبلغ قيمتها 650.3 مليون دولار، وهذه تشكل 9.8% من إجمالي الناتج الزراعي المحلي في الوطن العربي عام 1992.

سلسلة غذائية: التربة، العشب، الحيوان العاشب، اللاحم، وبذلك يتحقق التوازن بين الأحياء

> **معظم الأراضي الداخلية في الوطن العربي بواد عشبية تنتشر فيها المراعي على نطاق واسع**

17 مليون عامل

يعمل في المراعي العربية نحو 17 مليون نسمة، أي إن 70% من القوى العاملة الزراعية يعملون في الرعي، وهذا يعني أن المراعي العربية توفر مزيداً من الغذاء، إذا استغلت الاستغلال المناسب، كما أن لديها القدرة على تحقيق الاكتفاء الذاتي من اللحوم ومنتجات الحيوانات الرعوية، وبهذا توفر على بلادنا خسارة قدرها ملايين الدولارات تنفق على استيراد المنتجات الحيوانية. ومن الفوائد الأخرى للمراعي أنها تؤدي دوراً مهماً في بقاء التوازن الحيوي على سطح الأرض، والمحافظة على الموارد الطبيعية المتجددة، غير أن مراعي الوطن العربي كغيرها من مراعي العالم يهددها التلوث البيئي، وانتشار التصحر بسبب الرعي الجائر وزيادة حمولة المراعي بالحيوانات الرعوية، فهذا يؤدي إلى تعرية الأرض من النباتات، وقابلية التربة للانجراف، وزيادة نسبة النباتات غير المستساغة على حساب النباتات الرعوية المستساغة التي تقبل على رعيها الحيوانات، فالرعي الجائر في بادية الشام - على سبيل المثال - أدى إلى تناقص الشجيرات الرعوية من الروثة والقفعاء والشيح والقيصوم، وانتشار الشنان والحرمل والقتاد بدلاً منها، كما يؤدي الرعي الجائر إلى كثرة الأعشاب الحولية، وتناقص أعداد الشجيرات المعمرة.

الفم والأسنان في التراث الطبي الإسلامي

د. محمد فؤاد الذاكري

مداواة الأسنان علم ذو جذور عميقة، أدركه الأطباء العرب القدامى، فسعوا جاهدين وراء دراسته، مهتمّين بكل تفاصيله وسبر جميع أغواره. وأدّى الإيمان العميق بأهميّة مداواة الأسنان إلى انشغالهم جميعاً في تقصّي حقائقه، ودفعهم إلى البحث والعمل الدؤوب من أجل تحقيق الابتكار والتقّدم فيه. وحفلت المصادر والمراجع الطبية القديمة بإنتاج علمي غزير في هذا المضمار، مسلطة أضواء ساطعة على الكثير من الجوانب الخفية، وموضّحة العديد من الأفكار والمفاهيم في فلسفة مداواة الأسنان، والتمهيد بذلك السبيل للانطلاق إلى الأفضل بقفزات متواترة على نحو يوحي بالثقة والاطمئنان.

مداواة الأسنان هو العلم والفن الذي يتناول تشخيص واعتراض سير الإصابات المرضية السنّية ومنع حدوثها. ويشمل المحافظة على ما تبقّى من أنسجة الأسنان الطبيعية والتعويض عما فقد وضاع من هذه الأنسجة بوسائل ترميمية صحيحة، تعيد للأسنان وظائفها الطبيعية المتنوّعة.

ونلاحظ أنّ مداواة الأسنان تتعامل مع شتى الآفات والأذيّات التي تفقد التاج السني CROWN جزءاً من كيانه، أو حتى كيانه برمّته، وفي طليعة هذه الآفات يأتي: النخر (التسوّس) والتآكل والسحل المرضي والغريزي وسوء التكّون ونقص التكلّس التلوّن (تبدّل اللون) والإصابات المرضية.

تنوع المعالجات

وقد تنوعت المعالجات المقدّمة في طب الأسنان ضمن التراث الطبي الإسلامي إلى:

- مداواة الأسنان النخرة (المسّوسة) DENTAL CARIES:

نخر (تسوّس) الأسنان داء يصيب الأسنان بتأثير ما تتعرّض له البيئة الفموية من عوامل كيميائية وجرثومية، فتتكون حفرة على سطوح الأسنان، لا تلبث أن تمتد نحو الداخل، إذا لم تعالج العلاج الكافي، إلى أن تبلغ حجرة اللب PULP CHAMBER (الموجودة في مركز السن)، فيصاب اللب المؤلّف من مجموعة ألياف عصبية وأوعية دموية، بالالتهاب والموات. وإذا استمر النخر، ازداد عمق الحفرة واتساعها، فتتداعى السن وتتفتّت وتندثر فلا تبقى منها غير الجذر.

ويعدّ نخر الأسنان أكثر الأمراض السنية انتشاراً، ومازالت كمية هائلة من الاستقصاءات تبذل لتعيين سبب هذا الداء ومدى تأثير العلاج فيه، إلا أنّ النتائج حول هذا الأمر مازالت متضاربة.

ويحدّد (ابن سينا) الغاية من مداواة السن النخرة وهي «منع زيادة التآكل وتسكين الألم»، فالهدف هو إيقاف النهج المرضي للنخر، وتسكين الألم المثار الناجم عن

تنوعت معالجات طب الأسنان في الطب الإسلامي

> البخر يعد عرضاً وليس مرضاً ومعالجة الأسباب التي أدّت إلى حصوله تجعل النتائج مرضية وفعّالة

ابن سينا

حفرة النخر بسبب تناول الأطعمة والأشربة المتنوعة. وقد أدرك ابن البيطار ذلك فقدم عدة أدوية مفردة للوصول إلى هذه النتيجة كما يأتي:

أولاً: تقطير خلاصة EXTRACTION الدواء داخل حفرة النخر، والخلاصة هي اللبن، ولبن كل شجرة ماؤها، مثل: لبن التين ولبن الشربين CUPRESSUS SEMPERVIRENS. ويقول ابن البيطار: «لبن التين إذا صيّر في صوفة وجعل في المواضع المأكولة من الأسنان سكّن وجعها»، ثم يوضع فوق قطعة الصوف طبقة من الموم (الشمع) لتحفظ المادة الدوائية داخل الحفرة، وقد يخلط الدواء بالعسل ويوضع في التآكل (حفرة النخر) العارض مثل: الحلتيت كحشوة للسن، فيسكّن الألم. ويزيد ابن سينا بأنّ الكافور يمنع اتساع مواضع التآكل في الأسنان إذا استخدم كحشوة سنية، فله فعل وقائي ومسكّن في الوقت نفسه.

ابن البيطار

ثانياً: المضمضة: وذلك بغلي العشبة وإمساكها في الفم مدة طويلة، مثل طبخ الحلتيت (صمغ الأنجدان) مع الزوفا HYSSOPUS OFFICINALIS والخل، ويتمضمض بهذا المزيج، فيسكّن الألم.

ومن الأدوية المسكّنة لآلام الأسنان الناجمة عن النخر: القنّب الهندي أو البنج (الشوكران) HYOSCYAMUS NIGER، ويكون ذلك بسحق بزورها وعجنها بقطران

الأرز، وحشي الأسنان والأضراس المتآكلة المثقّبة فينفعها ويسكّن وجعها، كما أنّ أزهاره إذا نقعت بالخل وتغرغر بها نفعت من وجع الأسنان.

وينقل ابن البيطار وصفة قديمة عن الطبيب (يوحنا بن ماسويه) من القرن الثالث الهجري تتعلق بالثوم، ويوضح أنّه إذا شوي على النار ووضع على الضرس المأكولة يذهب منها الوجع، وإذا أمسك طبيخه بالفم حقّق ذات النتيجة.

وذكر ابن البيطار في كتابه (الجامع لمفردات الأدوية والأغذية) ما ينوف عن 70 مادة دوائية تستخدم لعلاج آلام الأسنان فقط.

ابن البيطار عالج الأمراض اللثوية بدهن اللثة الوارمة بالعسل والخل

أمراض اللثة:

تعرّض ابن البيطار للأعراض اللثوية المرضية الآتية: نزف اللثة وورم (انتفاخ) اللثة واسترخاء (انحسار) اللثة.

يعتبر النزف اللثوي عرضاً شائعاً في أمراض اللثة، ويختلف في حدّته واستمراره ومدى تحريضه، كما يمكن أن يحدث نوبات نزفية حادة في سياق الأمراض اللثوية. ونلاحظ أنّ الأطباء العرب القدامى اهتموا كثيراً بنزف اللثة، لأنه من الأعراض الأساسية التي تترافق مع الأمراض اللثوية، ووجهوا عنايتهم لعلاجه، فيذكر ابن البيطار أنّ الجلّنار إذا طبخ بالخل وتمضمض به نفع اللثة الدامية، كما أنّ زيت الزيتون البري إذا تمضمض به للثة التي تدمى كثيراً نفعها، أمّا العفص QUERCUS LUSITICANA فإذا أحرق على جمر وأطفئ بشراب أو خل وملح قطع الدم.

أما الأورام اللثوية، والمقصود بها الضخامة اللثوية، وهي صورة شائعة لأمراض اللثة، فيعالجها ابن البيطار بخلط العسل مع الخل ثم تدهن اللثة الوارمة به، ويتمضمض أيضاً.

> **الأمراض اللثوية أمراض مزمنة شديدة التخريب تبدأ بأعراض سريرية مقلقة ثم تتحرك السن وتسقط إذا لم تعالج**

وفي حالات اللثة المسترخية، أي التراجع اللثوي، يرى ابن البيطار أنّ دقيق الكرسنّة VICIA ERVILLIA (نبات عشبي) إذا عجن بالعسل مع الزراوند المدحرج ARISTOLOCHIA ZROTUNDA، يؤدي إلى «إنبات لحم اللثة المتآكلة».

- البخر الفموي وعلاجه عند الأطباء العرب القدامى:

ليس للفم النظيف في الحالة الطبيعية أي رائحة، والبخر الفموي هو الرائحة غير الطبيعية التي تفوح من الفم بفعل عوامل مختلفة، وهي تنشأ بسبب تخمّر الفضلات الطعامية المتبقية بين الأسنان وفي النخور السنيّة بفعل الجراثيم المختلفة التي تأتي إلى الفم بواسطة الهواء والغذاء، فتطلق غازات تؤدي إلى إكساب الفم روائح نتنة، ويزيد من ذلك الإهمال المتمادي في تنظيف الأسنان، وسرعان ما تجد الجراثيم الملجأ الأمين والشروط الحسنة من غذاء وحرارة ملائمة، فتتكاثر بسرعة.

ومن العوامل المساعدة على حدوث البخر: جفاف الفم، فالأشخاص الذين يتنفّسون من أفواههم (التنفس الفموي) عادة هم أكثر من غيرهم تعرّضاً للبخر،كما أنّ الاختمار الحادث في الجهاز الهضمي سواء نتيجة اضطراب الوظيفة الهضمية أو الإكثار من تناول الأطعمة وإدخال الطعام على الطعام يؤدي إلى تكوين موادّ سامّة تؤثّر في الكبد التي من غريزتها إبادة الجراثيم والسموم وإتلافها، فما كان من نتاجاتها طيّاراً انطرح عن طريق الرئة فجعل رائحة النفس كريهة وما انطرح منها عن طريق الجلد جعل العرق نتناً.

معالجة أسباب البخر بتنظيف الأسنان ومعالجة أي التهاب محتمل

وثمة أسباب عامة تؤدي إلى بخر الفم منها:

الداء السكري وأمراض الطرق التنفسية العليا مثل التهاب اللوزتين والزوائد الأنفية.

التشخيص والاختبار

حدد الأطباء القدامى الأسباب العامة المتعلقة بالجسم، والموضعية الفموية للبخر، وأدركوا أنّه ينشأ بسبب عفونة في الفم مصدرها اللثة أو الأسنان، أو أسباب عامة تتعلق بأمراض جهاز الهضم، أو في القصبات الرئوية أو الرئتين. ويذكر الطبيب ابن هُبَل (ت 610هـ/ 1213م) هذه الأسباب مجتمعة بقوله: «قد يكون البخر بسبب عفونة في الفم، إمّا في اللثة أو في الأسنان أو سوء مزاج حار في سطح الفم، أو من المعدة لاجتماع خلط صفراوي أو بلغمي في فم المعدة، ويكون البخر من رداءة النَّفس ونتنه لاجتماع خلط عفن في الرئة أو قروح منتنة كما يعرض للمسلولين».

> أدخل ابن البيطار العسل في كثير من الوصفات الفموية وهو مادة مبيدة للجراثيم وتحافظ على حيوية خلايا الأنسجة

ويوضح أبو الحسن الطبري، وهو من أطباء القرن الرابع الهجري، أسباب البخر إذا كان بمشاركة المعدة فيقول: «العلة هي البخر، غير أنّ السبب الفاعل له يكون رطوبة عفنة فاسدة وفي فمها يرتقي إلى العمور، بأنْ يصير إلى فم المعدة ثم إلى المريء ثم إلى الفم فتغيّر رائحة الفم وربما فسدت العمور».

ويذكر علامة تشخيصية تفريقية قائلاً: «وعلامة هذا النوع أنّه لا ينقطع رائحته أكل أو لم يأكل وغسل فمه أم لم يغسل».

أمّا الاختبار التفريقي لتحديد مصدر الرائحة الناجمة عن الفم أو عن اضطرابات الجهاز الهضمي فيورده الطبيب ابن الجزار (320-400هـ) بقوله: «إن البخر كثيراً ما يتولد من عفونة اللثة وفسادها وتآكل الأسنان، فإذا مرّ العليل بيده على اللثة ثم اشتمّ يده ولم يجد فيها رائحة منكرة علمنا عند ذلك أنّ البخر من قبل فساد البلغم وعفونته في المعدة، وإنْ وجد رائحة منتنة علمنا أنّ البخر من قبل فساد اللثة».

فالرائحة الناجمة عن الرئتين يمكن أن تراقب بسهولة بجعل المريض يغلق شفتيه ويتنفس من أنفه، فإذا انعدمت الرائحة خلال الاختبار فإنّ الأمر يعود غالباً إلى الفم.

المعالجات المعتمدة

يعاني المصابون بالبخر اضطرابات اجتماعية تؤثر في سلوكهم وتصرفاتهم الاجتماعية، فقد اشتهر (أهرن القس) الذي عاش في العصر الأموي وفي عهد الخليفة عبد الله بن مروان (26 - 86هـ) بمعالجاته الصائبة لنهج البخر.

ويجب أن يعد البخر عرضاً وليس مرضاً، ومعالجة الأسباب التي أدّت إلى حصوله تجعل النتائج مرضية وفعّالة. وقد ذكر مؤرّخ الأطباء الأشهر ابن أبي أصيبعة (600 - 668 هـ) نجاح الطبيب بختيشوع بن جبرائيل المتوفى (256هـ/869م) في علاج (السيدة زبيدة) زوجة الخليفة (هارون الرشيد) من النكهة التي أصابتها، وكرّر علاجه ثلاثة أيام ثم قال لها: «تنكّهي في وجه من أخبرك بذلك واستخبريه هل زال».

ومعالجة الأسباب الموضعية الفموية تتعلق بتنظيف أعناق الأسنان من الترسبات القلحية (Calculus) ومعالجة الالتهاب اللثوي (Gingivitis) الناجم والعناية بصحة الفم والأسنان عموماً، ويجملها (علي بن العبّاس) (ت384هـ/994 م)

بقوله: «البخر يكون حدوثه إمّا عن عفونة اللحم الذي في الفم أو من تعفّن الأسنان وتآكلها».

وبالنسبة لفساد الأسنان يستدل عليه بالمظاهر التالية: (الصفرة والتآكل والحفر) والعلاج يكون بقلع الأسنان العفنة المؤوفة، وتسوية وبرد الحواف الشئزة للأسنان المنخورة (المسوسة) لئلاّ تصبح بؤرة لتجمّع بقايا الطعام وتخمرّه فتؤدّي إلى رائحة الفم الكريهة، كما يشرحها بقوله: «فإن كان نتن الفم إنّما أتى من الأسنان الفاسدة والمتآكلة فيقلع الفاسدة وتنقّى المتآكلة بالحديد والمبارد وتنظيف سائر الأجزاء العفنة».

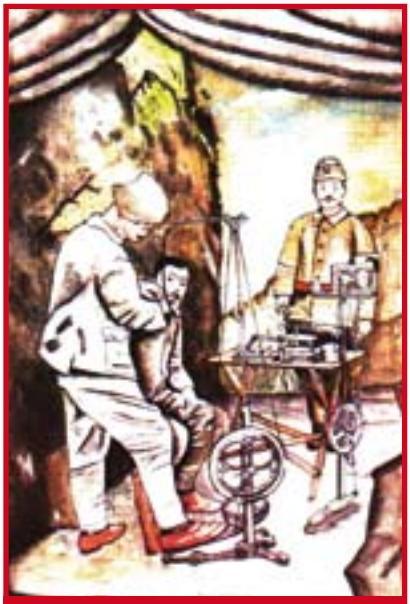
ويوافقه (ابن سينا) فيقول: «إنْ كانت العفونة في أصل السن، فدواؤه حكّها إن كانت في الطرف أو بردها بالمبرد أو قلع السن إن كانت العفونة في أصل السن».

أما الالتهاب اللثوي فيلجأ (علي بن العباس) إلى علاجات ملطّفة مهدّئة في البدء وذلك بدلك اللثة بالعسل لما له من مواد مطهّرة وشافية، ثم يستخدم ضماداً لثوياً مؤلفاً من مواد قابضة مثل: العفص وقشور الرمان وجفت البلوط، بعد سحقها ناعماً ومزجها بماء الورد. فإذا لم تنجح هذه الأدوية فهو يلجأ إلى (الكيّ) بغية إزالة الحافات اللثوية المؤوفة حول أعناق الأسنان، ثم ينصح بعد ذلك باستخدام المضامض الملطفة، وهي المياه المطبوخ فيها بعض الأعشاب الطبية النافعة المذكورة أو خل (العنصل) في حال توفره، ويجب بعد ذلك استخدام السنونات المطيبّة للفم كحب المسك، مع الحرص على الصحة الفموية وذلك بتنظيف الأسنان مرتين يومياً على الأقل، لمنع تراكم أي فضلات طعامية تساعد على حدوث البخر أو تجّدده، لا ينسى أن يوصي باستخدام (الخلال) وذلك لتنظيف الفرجات بين السنية، ويعتمد على مضغ (القرنفل والمصطكي) لإكساب الفم نكهة لطيفة.

الأسباب العامة للبخر

يقول الشيخ الرئيس (ابن سينا): «فساد الهضم هو أم الأسقام»، وكان الطبيب (تياذوق) (ت90هـ) يوصي الحجاج بن

الصفحة الأولى من مخطوطة كتاب القانون في الطب



آلة قديمة كان يستخدمها طبيب الأسنان

يوسف الثقفي بقوله: «لا تأكل طعاماً وفي معدتك طعام، ولا تأكل ما تضعف أسنانك عن مضغه، فتضعف معدتك عن هضمه».

إنّ وجود بقايا طعامية وتخمّرها في الجهاز الهضمي يؤدي إلى ظهور البخر، والعلاج بتناول المسهّلات لتنقية المعدة وأكل الأطعمة الخفيفة وبخاصة الخضراوات التي تمتص الروائح مثل: السذاب والكرّفس، ومضغ الأفاوّيه، مثل: القرنفل – الزنجبيل – المصطكي، كما يوصى بتجنّب الأطعمة الدسمة لصعوبة هضمها وبقائها في المعدة والأمعاء لفترة مما يعرضها للتخمّر وتوليد الغازات.

السواك

شدّد الأطباء القدامى على أهمية السواك كأداة علاجية وقائية في حفظ صحة الفم والأسنان ودوره في مكافحة عرض البخر. ويقول ابن الجزّار: «ويؤمر أن يمسح فاه بخرقة نظيفة خشنة، ويواظب على السواك بمساويك متّخذة من السعف والأراك، ويتمضمض بمطبوخ ريحاني ويدمن قشر الأترج أو حبه».

أمّا علي بن العباس فينصح باستخدام السواك بعد مزجه بمسحوق الصندل الأبيض، فإنّ ذلك «مما يطيّب النكهة ويزيل البخر ونتن الفم».

أمّا أبو الحسن الطبري فيقترح أن يجهّز المرء مسحوقاً من مزيج نباتات عطرية ثمّ «يجبّب حبّاً مقرطمة كأمثال العدس يضع تحت لسانه منها كلما أراد حبّة وأدارها بلسانه على عموره فإنّه يقطع الرائحة ورطبها»، أو «إنْ أحبّ مضغ منها حبّة وإنْ أحب تركها تحت لسانه».

وغنيّ عن البيان أنّ الذوبان البطيء والمستمر لتلك الحبوب داخل الفم يساعد على امتصاص الرائحة الكريهة، ثم يصف معجوناً قوامه الزبيب الطائفي (المنزوع العجم) عُجن مع أعشاب طبيّة، ويتناول صاحب الحاجة منه في كل يوم وزن درهم لفترة طويلة، وذلك بأن «يمضغه مضغاً بليغاً فإنه ينفع عموره»، ويمتدح أبو الحسن الطبري منافع هذا المعجون ومزاياه في مكافحة البخر بقوله: «وهذا المعجون ربّما أغنى بحسن تأثيره عن سائر المعالجات مع الحمية».

فالإطار العام للعلاج هو:

– استصلاح الجهاز الهضمي بالمسهلات وتنقية البدن.

– استعمال السواك مع الحبوب المطيبة للنهكة.

الأمراض اللثوية:

هي أمراض مزمنة شديدة التخريب تتظاهر مبدئياً بالأعراض السريرية المقلقة للمريض كنزف اللثة وتضخمها

وتغير لونها وبخر الفم، ثم في مرحلة تالية حركة السن الزائدة وسقوطها إذا لم تعالج في الوقت المناسب.

وفي حال ظهور نزف لثوي، وهو عرض كثير المصادفة يترافق مع التهاب حاد يجعل النسيج اللثوي ينزف لأقل لمسة أو ضغط أو عند مضغ الطعام، فإنّ الطبري ينصح بعلاج يتمثل في استخدام قطعة من نسيج الكتان الخشن تغمر في خل عتيق غمراً خفيفاً، ثم تدلك اللثة من الداخل والخارج دلكاً برفق متوال حتى تدمى، ثم يتمضمض بعدها بماء وخل أغلي فيهما دهن الورد وقضبان الآس، ويرتاح يوماً أو يومين يعاود بعدها هذا النهج العلاجي حتى يتراجع النفس الكريه ويختفي.

ونلاحظ أن هذه الأدوية لها تأثير كيميائي وميكانيكي، يرمي إلى تعديل التفاعلات الكيميائية الناتجة عن تفسّخ واختمار المواد الأجنبية القابعة في المسافات مابين الأسنان، أو داخل الحفر النخرة، أو الجيوب المرضية المتكونة بين اللثة والأسنان. وترتكز وظيفة هذه المواد على تخريب الفضلات وتطهير البؤر الفموية السنية التي تحتلها تلك المواد، وتقضي على العوامل الجرثومية المؤدية للتفسّخات، أو توقف نموها وتعدّل الغازات الناجمة عنها وتمتصّها.

وينصح ابن البيطار باستخدام قشر الأترج (الكبّاد)، ويقول عنه: «والقشر يطيّب النكهة إمساكاً في الفم»، وكذلك ورق نبات الساذج، فيقول: «إذا غلي بشراب، فيوضع تحت اللسان لطيب النكهة»، أمّا مضغ السذاب الذي يتصف بأنه مرّ الطعم حاد، بعد أكل البصل والثوم فيقطع رائحتهما، وأخيراً السنبل (الناردين) VALERIAN الذي «يمكث طيب الرائحة في الفم إذا مضغ طويلاً».

مداواة القلاع APHTOUS والقروح الفموية:

أدخل ابن البيطار العسل في كثير من الوصفات الفموية، وهو مادة مبيدة للجراثيم وتحافظ على حيوية خلايا الأنسجة، لذلك يوصي بمزج كثير من

استخدم الأطباء العرب أنواعاً عديدة من الأعشاب لعلاج أمراض الفم والأسنان

> **الأطباء العرب أثبتوا جدارتهم في تطوير المعالجات السنّية والفموية ولم يقتصروا على معالجة النخور والقلع**

العقاقير بالعسل، مثل معالجة القلاع، وهو تقرّح مؤلم على الأغشية المخاطية للفم، وسبب حدوثه غير معروف، ولكن هناك دلائل على أنّه نتيجة لتفاعل مناعي، وكذلك القرحة القلاعية APHTOUS ULCER، وهي حويصل منفرد متفجّر يكوّن قرحة سطحية خلال اليوم الأول.

ولعلاج هذه الحالة يستخدم على سبيل المثال نبات شائك هو الحسك TRIBULUS ويخلط مع العسل فيبرئ «القلاع والعفونات العارضة في الفم ووجع اللثة»، أو الشبّ ALUM (ملح معدني قايض)، أو العفص مع العسل، وتطلى هذه الأمكنة المؤلمة داخل الفم. أمّا السمّاق RHUS CORIARIA «فإذا غسل حبه بماء الورد، وتمضمض بماء الورد وحده نفع القلاع»، وكذلك ورق الزيتون إذا مضغ أبرأ القروح في الفم والقلاع.

ويتبين أخيراً أنّ الأطباء العرب القدامى طوّروا المعالجات السنّية والفموية، ولم يقتصروا على معالجة النخور السنية وقلع الأسنان، بل طوّروها إلى مجالات كثيرة ومهمة، فأصبحوا ملمّين بشكل جيد بالأعراض الفموية، وأثبتوا دورهم وجدارتهم. واحتلت أمراض اللثة وقروح الفم مكاناً مرموقاً في المصادر الطبية العربية، انطلاقاً من المبدأ العلمي المهم القائل بوجوب العناية المطلقة بالنسج الداعمة للسن، لكي نتمكن من الحفاظ عليها في وضع وظيفي وتجميلي جيد.

رسائلكم ومقالاتكم وصلتنا.. مع الشكر والتقدير

تشكر النقد العلمي جميع الجهات التي أهدتها المجلات والدوريات الصادرة عنها...

تهدف المجلة إلى نشر الوعي العلمي والثقافي بين قراء العربية، وتتناول ضمن موضوعاتها مجالات المعرفة المتنوعة بمقالات وبحوث مدعمة بصور هادفة، لتخاطب المستويات العلمية والثقافية المختلفة، وقد عنيت هيئة تحرير المجلة عناية خاصة بهذه الزاوية لحرصها على التواصل مع القراء الكرام.

شروط النشر في مجلة

النقد العلمي

■ توجه المقالات العلمية إلى رئيس تحرير مجلة النقد العلمي وتكتب بخط واضح أو مطبوع (يفضل أن تكون الطباعة على قرص حاسوبي)، ومرفقة بما يلي:

1 - صور ملونة أصلية عالية النقاء، مع ذكر مصادر هذه الصور، ومراعاة ترجمة تعليقات وشروح الصور والجداول إلى اللغة العربية.

2 - تعهد خطي من المؤلف أو المترجم بعدم النشر السابق للمقالة المرسلة.

3 - سيرة ذاتية مختصرة للمؤلف أو المترجم.

4 - الأصل الأجنبي للترجمة.

■ أولوية النشر تكون للمقالات المدعمة بالمصادر والمراجع.

■ الموضوعات التي لا تنشر لا تعاد إلى أصحابها.

■ يفضل أن لا تقل المقالة عن صفحتين ولا تزيد على عشر صفحات.

■ يحق للمجلة حذف أي فقرة من المقالة تمشياً مع سياسة المجلة في النشر.

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

مجلة الشجرة المباركة

تضمن العدد الثاني من هذه المجلة الفصلية التي تصدر عن جائزة خليفة الدولية لنخيل التمر موضوعات عن هذه الشجرة وثمارها وإعلاناً عن الجائزة ومجالاتها.

مجلة القافلة

تضمن العدد الجديد من (مجلة القافلة) الدورية الصادرة عن شركة (أرامكوا) السعودية موضوعات عن (الرأسمالية الخيرية) و(تجارة التجزئة) و(المياه المعبأة) و(التصميم).

مجلة العلوم والتقنية

تضمن العدد الجديد من (مجلة العلوم والتقنية) الفصلية الصادرة عن مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ملفاً عن (الأمراض المتناقلة بين الحيوان والإنسان) كانفلونزا الخنازير والسالمونيلا وجنون البقر.

مجلة الفيصل

تضمن العدد الجديد من مجلة (الفيصل) موضوعات عدة، منها (الساعة التي حيرت العلماء والفلاسفة) و(كتاب الرحلة لابن بطوطة) و(قلعة دمشق)

مجلة المعرفة

تضمن العدد الجديد من مجلة (المعرفة) السورية موضوعات عدة، منها (اللغة العربية وجذورها التاريخية) و(المعلوماتية وتشكيل الثقافة) و(الأدوية في التراث العربي الإسلامي).

مجلة العلوم التربوية والنفسية

تضمن العدد الجديد من هذه المجلة العلمية المحكمة الصادرة عن كلية التربية في جامعة البحرين موضوعات تربوية ونفسية.

بالمحبة والتقدير تسلمنا رسائلكم

دولة الكويت

الشيخ ناصر صباح الأحمد الصباح
وزير شؤون الديوان الأميري

الشيخ مشعل الأحمد الجابر الصباح
نائب رئيس الحرس الوطني

الشيخ علي العبدالله السالم الصباح
محافظ مبارك الكبير

اعتماد خالد الأحمد الجابر الصباح
وكيل ديوان سمو رئيس مجلس الوزراء

د. رولا دشتي
عضو مجلس الأمة

خالد مشعان الطاحوس
عضو مجلس الأمة

أ. عايض محمد السهلي
رئيس جمعية المعلمين الكويتية

د. عبدالرحيم الكندري
أمين سر جمعية المعلمين الكويتية

الكابتن علي عباس حيدر
المدير العام بالوكالة
الهيئة العامة للبيئة

أ. د. عبدالرحمن أحمد الأحمد
كلية التربية - جامعة الكويت

أ. د. عبدالرضا علي أسيري
عميد كلية العلوم الاجتماعية
جامعة الكويت

د. راشد العجمي
عميد كلية العلوم الإدارية
جامعة الكويت

الدكتورة يُسر وجيه المدني
القائم بأعمال عميدة كلية الآداب
جامعة الكويت

د. فاطمة حسن الكندري
عميد كلية التمريض
الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

م.جلال عبدالمحسن الطبطبائي
مدير المعهد العالي للطاقة
الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

الدول العربية

أ. د. عبدالوهاب زايد
الأمين العام لجائزة خليفة الدولية لنخيل التمر- الإمارات

أ. د. عادل الحرفوش
رئيس مكتب الترجمة والتأليف والنشر
هيئة الطاقة الذرية - سوريا

د. فيصل حميد الملا عبدالله
مدير تحرير مجلة العلوم التربوية والنفسية - جامعة البحرين

عبدالله ناصر الأنصاري
مدير إدارة المكتبات العامة
وزارة الثقافة والفنون والتراث - قطر

أ. د. رياض عزيز هادي
مساعد رئيس جامعة بغداد
للشؤون العلمية

أطلس الجسم

أصدرت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي سلسلة (أطلس الجسم) التي توضح كيفية عمل الجسم البشري، وتربط أهم المعلومات عن ذلك بنشاطات وإجراءت يومية وتجارب بسيطة ومفيدة .. والسلسلة ملائمة للفتية الذين تزيد أعمارهم على ثماني سنوات.

تَصدر «***مجلة العلوم***» شهريا منذ عام 1986 عن «**مؤسسة الكويت للتقدم العلمي**»، وهي في ثلثي محتوياتها ترجمة عربية لمجلة «***ساينتفيك أمريكان***» التي تُعَدُّ من أهم المجلات العلمية المعاصرة والتي تصدر بثماني عشرة لغة.

نقرأ في العددين 8/7 (2009) من مجلة العلوم ما يلي:

تقانة

TECHNOLOGY LEADERSHIP

قادة الريادة التقانية العشرة المختارون

Scientific American 10

من قبل مجلة ساينتفيك أمريكان لعام 2009 في الولايات المتحدة الأمريكية

علم الأعصاب

NEUROSCIENCE

أسيرٌ من السيگارة الأولى

Hooked from the First Cigarette

<*J. R.* دي فرانزا>

يمكن أن يحدث إدمان السگائر بسرعة مذهلة. ولكن الأبحاث الجديدة قد تساعدُ على جعل الإقلاع عن التدخين أكثر سهولة.

إضاءة الدماغ

NEUROSCIENCE

Lighting Up the Brain

<*G.* ميزنُبوك>

توليفة ذكية بين علم الضوئيات وعلم الجينات تسمح لعلماء الأعصاب بأن يرسموا خريطة لدارات الدماغ وأن يتحكموا فيها بدقة لم يسبق لها نظير.

علم الأرض

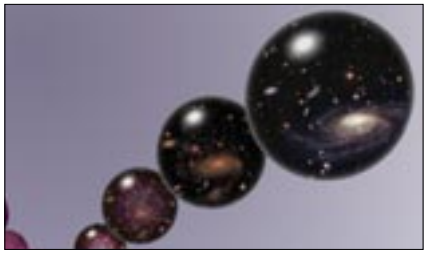
EARTH SCIENCE

منشأ اليابسة تحت البحار

The Origin of the Land under the Sea

<*P. B.* كيليمن>

إن الحمم البركانية التي تنز من البراكين تحت البحرية وتتصلب، تغطي أرضيات الأحواض العميقة تحت المحيطات. وقد تمكن العلماء من توضيح دقيق للكيفية التي تصل فيها هذه الحمم إلى أرضيات البحار.



كوسمولوجيا (علم الكون)

COSMOLOGY

تتبُّع الكون المرتد

Follow the Bouncing Universe

<*M.* بوجوالد>

ربما لم يبدأ كوننا بانفجار أعظم، بل بارتداد أعظم، أي بانبجار (انفجار نحو الداخل)، أطلق انفجارًا؛ وقد ساقت ذلك كله تأثيرات كمومية ـ تثاقلية غريبة.

INFOTECH

Data in the Fast of Racetrack Memory

تقانة المعلومات

بيانات في المسالك السريعة لذاكرة مضمار سباق

<S.S. P. باركين>

إن التجهيزات التي تزلق البتات المغنطيسية على «مضامير السباق» السلكية النانوية، يمكنها أن تخزن معلومات في شبيهات ميكروية ثلاثية الأبعاد، وفي نهاية المطاف يمكن لهذه التجهيزات أن تحل تقريبا محل جميع وسائط خزن البيانات المعهودة.

APPLICATIONS

Evolution in the Everyday World

تطبيقات

التطور البيولوجي في الحياة اليومية

<D. P. مندل>

يشجع الآنَ فهمُ التطور البيولوجي على تعزيز تقانات فعالة في مجالات العناية الصحية، وتنفيذ القانون، والبيئة، ومشكلات تحقيق الاستفادة القصوى والتصميم.

MATERIALS SCIENCE

The Dawn of Miniature Green Lasers

علم المواد

بزوغ فجر الليزرات الخضراء المُنَمْنَمَة

<Sh. نَكَميورا> ـ <M. ريوردَنْ>

تستطيع أشباه المُوصِلات توليد ضوء ليزَريّ بجميع الألوان عدا واحدٍ منها. ولكنَّ تِقْنيّاتٍ جديدة لتصنيع ديودات ليزريّة قد تَؤدي قريبا إلى تصنيع شاشات عرض مُتألّقة بجميع ألوان الطَّيف.

MEDICINE

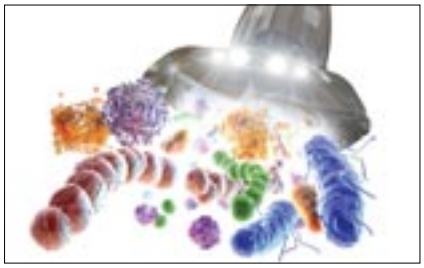
Why Migraines Strike

طب

لماذا تضرب الشقيقة

<W. D. دودِيك> ـ <J. د. گاركوس>

أخيرا بدأ البيولوجيون بكشف الغموض الطبي عن الشقيقة من الأورة aura إلى الألم.



Biology

How Cells Clean House

بيولوجيا

كيف تنظف الخلايا نفسها

<V. ديريتك> ـ <D. J. كليونسكي>

تقوم مكانس شفط متناهية الصغر داخل الخلية بإزالة البروتينات البالية والتالفة والعضيات المعطوبة والكائنات الدقيقة الغازية، وذلك حفاظا على سلامة هذه الخلية وصحتها. وإذا أمكن الإبقاء على هذه العملية، التي تُسمى «البلعمة الذاتية» autophagy، وهي تعمل جيدا، فقد يؤدي ذلك إلى تأخير الشيخوخة نفسها.

يشرف على إصدار المجلة **هيئة استشارية** مؤلفة من :

أ.د. **علي عبدالله الشملان** ، رئيس الهيئة

أ.د. **عبدالله سليمان الفهيد** ، نائب رئيس الهيئة

أ.د. **عدنان الحموي** ، عضو الهيئة ـ رئيس التحرير

مراسلات التحرير توجه إلى : **رئيس تحرير مجلة العلوم**

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

ص.ب : 20856، الصفاة، الكويت 13069

هاتف : 22428186 (965+)، فاكس : 22403895 (965+)

العنوان الإلكتروني: oloom@kfas.org.kw

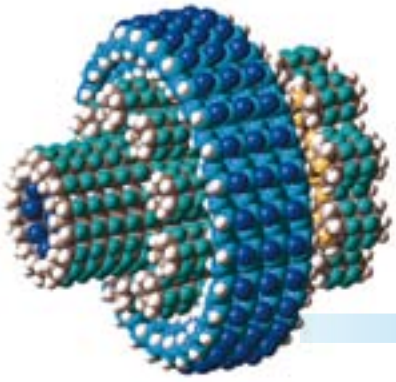
الاشتراكات

	بالدينار الكويتي	أو بالدولار الأمريكي
* للطلبة والعاملين في سلك التدريس و/ أو البحث العلمي	12	45
* للأفراد	16	56
* للمؤسسات	32	112

وتحول قيمة الاشتراك بشيك مسحوب على أحد البنوك في **دولة الكويت**.

التقانة النانوية.. تخترق كل المجالات العلمية

د. طارق البكري



أصبحت كلمة النانو كلمة شائعة في وسائل الإعلام، وبات العلماء يعتبرون التقانة النانوية من أهم الفتوح العلمية التي توصل إليها الإنسان في العصر الحديث، لأنها في حال توسعها وانتشارها ستساعد البشرية على الحياة بشكل أفضل. ومن الواضح أنّ هذه التقانة دخلت كل المجالات تقريباً، وهي تسير في خطوات متسارعة نحو آفاق واعدة.

تقانة واسعة

التقانة النانوية هي أحد مجالات علوم المواد واتصال هذه العلوم بالفيزياء والهندسة الميكانيكية والحيوية والكيميائية. وتشكل تفرعات واختصاصات فرعية متعددة ضمن هذه العلوم.

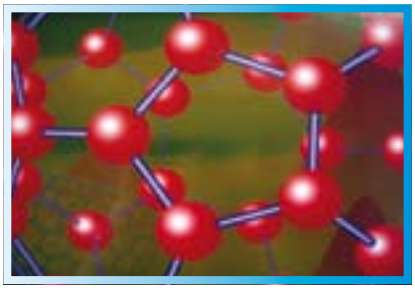
تعريفات

■ **النانو:** هو ببساطة جزء من المليار؛ فالنانومتر هو واحد من المليار من المتر.

● **مقياس النانو:** يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومتراً واحداً وحتى 100 نانومتر.

● **علم النانو:** هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها 100 نانومتر.

● **التقانة النانوية:** هي تطبيق لعدد كبير من العلوم وهندستها لإنتاج اختراعات متناهية الصغر ومفيدة مالياً وعملياً.



إمكانات هائلة

لدى التقانة النانوية إمكانية لزيادة كفاءة استهلاك الطاقة، والحفاظ على البيئة، ومعالجة مشكلات الصحة الرئيسية، وزيادة الإنتاج التصنيعي بشكل هائل وبتكاليف منخفضة جداً.

أرقام

يحدد النانومتر بجزء من مليار من المتر. كم هو صغر ذلك؟ هذه بعض الطرق للتفكير في ذلك:

- صفحة من الورق يبلغ سمكها 100 ألف نانومتر.
- الشعرة الشقراء يراوح قطرها على الأرجح بين 15 و50 ألف نانومتر، لكن الشعرة السوداء من المرجح أن يراوح قطرها بين 50 و180 ألف نانومتر.
- يوجد 25.400 ألف نانومتر في الإنش الواحد.
- النانومتر الواحد يعادل 1من مليون من المليمتر.

توقع صحي

يتوقع علماء الصحة أن تصبح التقانة النانوية في المستقبل القريب جزءاً أصيلا من الممارسة الطبية اليومية ولاسيما في مجال توصيل الدواء إلى الأجزاء المصابة. وقد طور علماء أمريكيون قنابل مجهرية ذكية تخترق الخلايا السرطانية، وتفجرها من الداخل. واستخدموا التقانة النانوية في إنتاج القنابل المنمنمة، ومن ثَم في قتل الخلايا السرطانية في فئران المختبر. وعمل العلماء على تحرير ذرات مشعة من مادة (أكتينيوم 225) ترتبط بنوع من الأجسام المضادة من (قفص جزيئي)، ونجحت هذه الذرات في اختراق الخلايا السرطانية ومن ثم في قتلها.

ما السلوك النانوي؟

في المقياس النانوي، تتصرف الأجسام بشكل مختلف تماماً عن تصرفها في المقاييس الأكبر، فالذهب في المقياس الكبير على سبيل المثال موصل ممتاز للحرارة والكهرباء، ولكن ليس للضوء. لكن جسيمات الذهب النانوية المبنية بشكل مناسب، تبدأ بامتصاص الضوء، وبإمكانها تحويل ذلك الضوء إلى حرارة كافية. وهذا يجعلها تعمل كمشرط حراري مصغر يمكن من خلاله قتل الخلايا غير المرغوبة في الجسم، مثل الخلايا السرطانية.

وبعض المواد الأخرى يمكن أن تصبح أقوى بشكل ملاحظ عندما تبنى على مقياس نانوي. وعلى سبيل المثال، فأنابيب الكربون النانوية التي يبلغ قطرها 0.00001 من قطر شعر الإنسان، قوية بشكل لا يصدق. وهي تستخدم في صناعة الدراجات الهوائية ومضارب لعبة البيسبول، وبعض أجزاء السيارات. وثمة علماء يفكرون بإمكانية جمع أنابيب الكربون النانوية مع البلاستيك لصناعة مركب أخف بكثير من الفولاذ، وفي الوقت نفسه أكثر قوة منه.

أبحاث الفضاء

يعتقد العلماء أن التقانة النانوية ستحل مجموعة من التحديات التي تواجه البشرية كالأمراض وتوفير المياه النظيفة فضلاً عن رحلات فضائية رخيصة لا تؤثر فيها الإشعاعات الكونية. وهذه التقانة التي يجري تطويرها حالياً للاستخدام في عدد من الصناعات يمكن أن تكون ذات فائدة كبيرة للتطبيقات الفضائية ومهمات الاستكشاف. وتهدف أبحاث هذه التقانة إلى صنع مواد قابلة للاستخدام، ومعدات وشبكات من كتل تستخدم في البناء يصل عرضها إلى واحد من مئة نانومتر.

ويتوقع العلماء استغلال عدد من الظواهر الغريبة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والميكانيكية والكهربائية عن طريق العمل بأشياء على هذا المستوى المتناهي في الصغر.

يذكر أن وكالة الفضاء الأمريكية ناسا تنفق أكثر من 40 مليون دولار سنوياً على أبحاث التقانة النانوية.

متى نركب سفينة النانو الساحرة؟

يؤرِّخُ بعضُ الباحثين انطلاقة التقانة النانوية بعام 1959، حين ألقى الفيزيائي ريتشارد فينمان محاضرة في اجتماع الجمعية الفيزيائية الأمريكية تحدث فيها عن إمكانية تحضير المواد بحجم يصل إلى مستوى الذرات، على حين يعتقد آخرون أنّ علم النانو أقدم من ذلك التاريخ بكثير، فقد تعامل العلماء وبحثوا منذ ما يزيد على 150 عاماً في موضوعات تتعلق بالنانو، لكن ذلك المصطلح لم يكن شائعاً حينذاك، ويرى هؤلاء أنّ علم النانو بدأ حينما قام الكيميائي والفيزيائي البريطاني مايكل فاراداي عام 1856 بتحضير أوّل محلول غرواني من حبيبات الذهب المتناهية الصغر، ويشيرون إلى أنّ علم النانو بدأ كفرع من علم الغروانيات، ثمّ تطوّر ليشمل مجالات عدة.

ومنذ ذلك الحين تمّ اكتشاف عدد كبير من الأجهزة التي أسهمت في تطور هذا العلم، وكان أولها المجهر النفقي الماسح، الذي حصل مكتشفوه على جائزة نوبل عام 1986. وحالياً تطورت الأجهزة المعدة خصيصاً لدراسة المواد النانوية لتصل إلى مستوى الذرَّة، ومنها المجهر الإلكتروني النافذ العالي الدقة، ومجهر الليزر الذي يستطيع قياس القوة بين الذرات.

والسؤال الذي يطرح نفسه هنا: لماذا تصبح للمواد عند تحضيرها بحجم صغير صفات مميزة وتطبيقات مهمة. والإجابة المبسطة هي أنّه عندما تصبح المواد بحجم النانو، فإنّ الحجم يصبح مقارباً لحجم الذرة أوالجزيئة (حجم الذرة يساوي تقريباً عُشر الواحد من المليار من المتر). بمعنى آخر، إنّ كل عشر ذرات تقريباً من المادة تساوي حجم 1 نانو. وعندما تصبح المواد صغيرة إلى هذا الحد تتغير صفاتها بشكل غير متوقع، فلا تستطيع حينها – مثلا - كسر الموجات الضوئية المرئية إذا تم نشرها وتوزيعها في وسط مائي أو هوائي، وذلك يرجع إلى أنّ طول موجة الضوء المرئي (من 400 إلى 800 نانومتر) أكبر بكثير من حجم النانومتر، ومن ثمّ فإنّها تخترق هذا الوسط دون أي انكسار يذكر.

بعبارة أخرى، إنّ أعيننا البشرية وحتى المجهر الضوئي العادي لن يستطيع رؤية هذه الحبيبات النانوية لأنّها أصغر بكثير من موجات الضوء المرئي، ومن ثمّ فإنّ الموجة ستتجاوز الحبيبة المتناهية الصغر دون انكسار. هذه بالتأكيد ميزة للمواد المتناهية الصغر، إذ إنّ لهذه الصفة تطبيقات كثيرة، لكنّها قد تشكل خطراً؛ لأنّ مثل هذه الحبيبات تصبح غير مرئية عندما تنتشر في وسط مائي أو في الهواء. فحُبيبة الغبار أكبر بكثير من حجم النانو لذا نراها ويمكننا تحاشي استنشاقها باستخدام منق هوائي، ولكنْ كيف نتقي خطراً لانراه؟ وهل يمكن أن تعلق هذه الحبيبات النانوية في منقي هواء عادي؟ كلا بالطبع، وعليه يجب أن يتخذ المتعاملون مع هذه المواد الكثير من الحيطة لتجنب استنشاقها أو امتصاص الجلد لها.

وعندما تصبح المواد بحجم النانو قد تتحول من موصلة جيدة للكهرباء إلى شبه موصلة، ومن خاملة إلى شديدة التفاعل، ومن غير محفزة إلى مواد حفازة بامتياز، وقد تتغير صفاتها الفيزيائية مثل درجة الانصهار والصفات المغنطيسية والحرارة النوعية بصورة ملحوظة.

وباختصار؛ فقد أصبح للتقانة النانوية تطبيقات واسعة في الطب والهندسة ومختلف العلوم الطبيعية وفي مجالا آخرى.

وسيأتي زمان يتم فيه حفر آبار البترول وقطع الصخور بمعدن أشد صلابة من الألماس. وقريباً سيكون بإمكاننا مباشرة وزن ذرة واحدة من المادة بدلاً من وزن مول من الذرات، كما سيأتي وقت لا يجد أحدنا فيه أي جهاز من حوله لم تغيره التقانة النانوية، لكن السؤال الذي يجدر بنا طرحه هنا هو: متى سنركب نحن سفينة النانو الساحرة؟

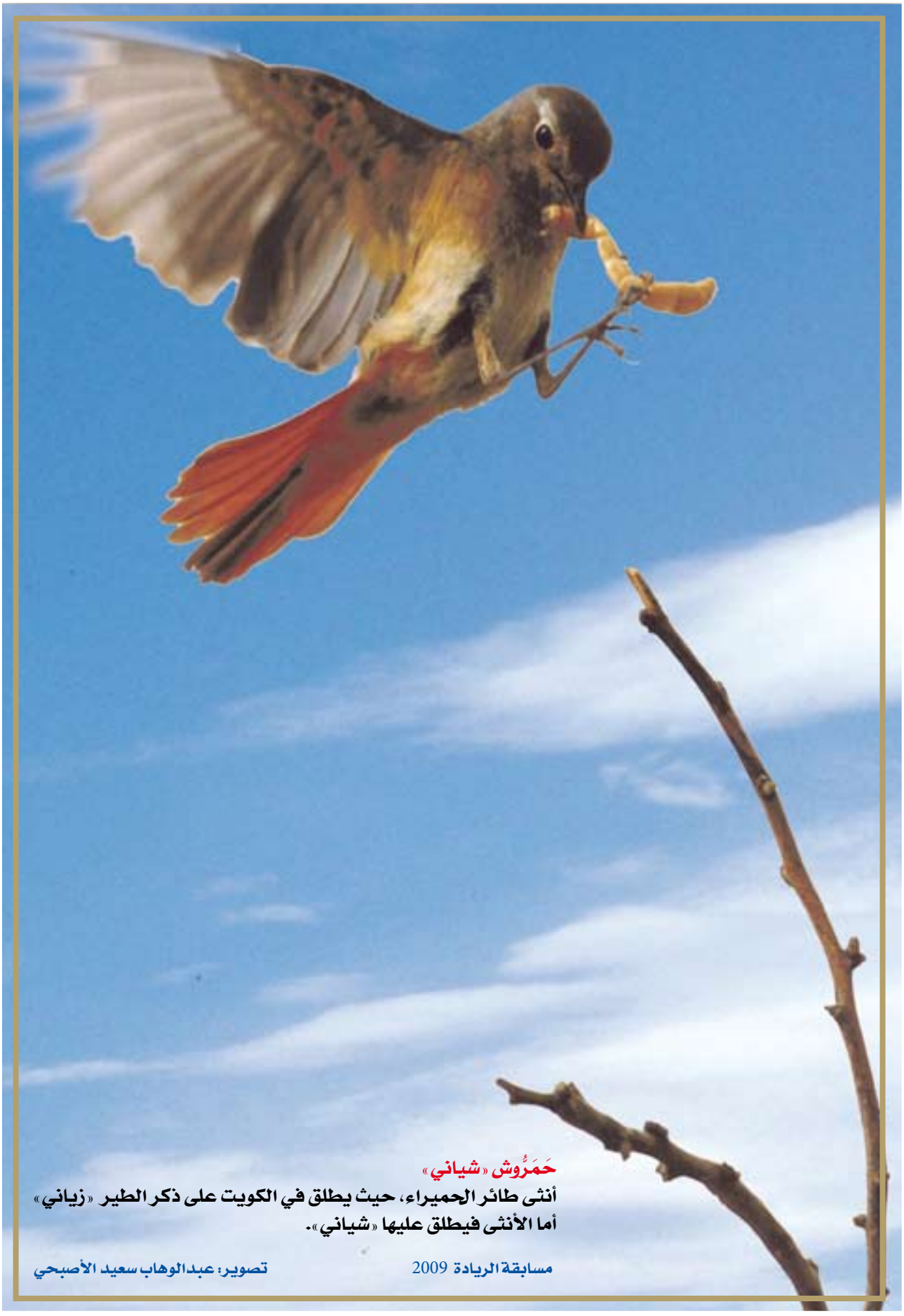
د. علي بومجداد
كلية العلوم - جامعة الكويت

المركز العلمي
THE SCIENTIFIC CENTER
KUWAIT الكويت

معلومات للزائرين
1848 888
www.tsck.org.kw

ابتداءً من عيد الفطر السعيد

IMAX®



حَمَرُّوش «شياني»

أنثى طائر الحميراء، حيث يطلق في الكويت على ذكر الطير «زياني» أما الأنثى فيطلق عليها «شياني».

مسابقة الريادة 2009

تصوير: عبدالوهاب سعيد الأصبحي