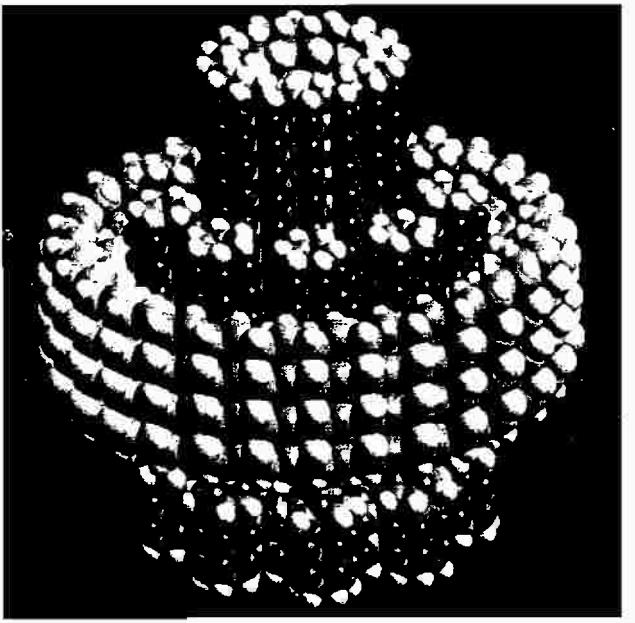
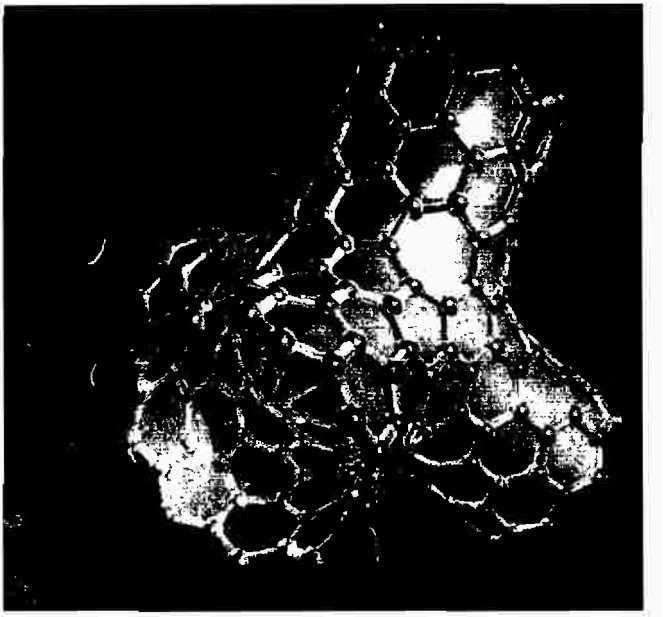
يعكف الباحثون على اختبار وحدات بالغة الضآلة، يمكن أن تشكّل الأساس لمنظومة تخزين بيانات الحاسوب (الكمبيوتر)، قابلة للإنتاج العملى بحيث تخزن مائة مرة أكثر من وسائل التخزين الحالية. ولو وضعنا مجموعة تلك الوحدات «المنمنمة» بجوار بعضها البعض، فى مصفوفة (ترتيب منظم) لكانت كلها فى حجم نقطة واحدة بهذه الصفحة التى أمامك! وتدور تلك الأبحاث فى إطار «التكنولوجيا النانوية» Nanotechnology التى تمثل أشد مجالات البحث العلمى نشاطًا فى الوقت الحاضر، كما أنها فى بؤرة العلوم المستقبلية، حيث يتم فيها إنتاج مواد متناهية فى الصغر. وتتعلق بالتصنيع من الأسفل نحو الأعلى Bottom-up أى البناء من الأصغر للوصول إلى الأكبر. ولهذه التكنولوجيا تطبيقات مذهلة فى كافة المجالات العلمية.

تلك الوحدات التخزينية «المنمنمة» عبارة عن «مغنطيسات نانوية» Nanomagnets ، أى قطبان مغنطيسية فائقة الصغر يبلغ طولها حوالى ٢٥ نانو متر Nanometers.



والنانومتر هو واحد من بليون من المتر، أى أصغر بنحو ٨٠,٠٠٠ مرة من شعرة الإنسان! ويرى الكثير من الباحثين فى هذا المجال، أن هذه المغنطيسات النانوية، مرشحة بدرجة كبيرة لاستخدامها فى عمليات تخزين مغنطيسية فى حواسيب المستقبل. غير أنه لكى يتمكن الخبراء من ابتكار منظومة مكونة من مغنطيسات نانوية، فعليهم أن يتعلموا ضربًا جديدًا من الفيزياء.

تتسم المغنطيسات التى يقل عرضها عن ١٠٠ نانومتر، بخاصية فريدة من نوعها، فعند مغنطتها يشكّل كل واحد منها «نطاقا» Domain - منطقة تتجمع فيها المجالات المغنطيسية لكل الذرات – حيث تصطف تمامًا المجالات المغنطيسية لكل الذرات فى المغنطيس، فى اتجاه واحد. أما فى المغنطيسات الأكبر حجمًا من ذلك، فإن لها نطاقات كثيرة أصغر حجمًا، تصطف فى اتجاهات متباينة. ويتوقف «سلوك» المغنطيس على كيفية اصطفاف معظم النطاقات الموجودة بداخله.

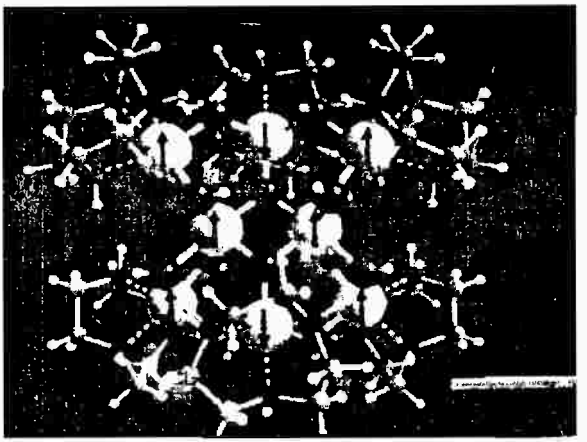


وتتكون مواد معينة يطلق عليه «عالية الانفاذية المغنطيسية» Ferromagnetie، بسبب قدرتها الزائدة على التمغنط، – كالحديد والنيكل والكوبالت – من نطاقات منفصلة متناهية فى الصغر، تتجه فيها المجالات المغنطيسية

لكل الذرات الموجودة بها، إلى نفس الاتجاه. ويختلف هذا الاتجاه من نطاق إلى آخر، لكن الشيء الذى يجعل المغنطيسات عالية الانفاذية مفيدة، هو حقيقة أن كل النطاقات تصطف فى اتجاه موحد بتأثير مجال مغنطيسى خارجى، حتى بعد قطع هذا المجال.

وعلى سبيل المثال فإن القرص المغنطيسى للحاسوب (لوح معدنى أو بلاستيكى يمكن قراءة أو كتابة البيانات عليه) يحتوى على طبقة رقيقة من مواد عالية الإنفاذية المغنطيسية، يتم تخزين المعلومات عليها فى شكل بيتات Bits (أرقام ثنائية)، يقل حجمها عن ميكرون واحد (جزء من ألف من المليمتر)، وتتكون من مئات النطاقات فائقة الصغر، من المواد عالية الإنفاذية المغنطيسية – ويمكن استخدام المغنطيسات وحيدة النطاق Single Domain فى تخزين البيانات، ويمثل كل المغنطيس (١) أو (صفر) وهما الرقمان الثنائيان اللذان تستخدمهما الحواسيب لتمثيل المعلومات، تبعًا لطريقة اتجاه قطبيه الشمالى والجنوبى. ويمكن تغيير القطبية polarity عن طريق التأثير بمجال مغنطيسى خارجى. ولا يفكر العلماء فى الوقت الحاضر، فى آليات كتابة Write (قيام الحاسوب بتسجيل المعلومات) أو قراءة (جمع معلومات بواسطة الحاسوب) تلك المغنطيسات النانوية، بل إنهم يعكفون على محاولة فهم أفضل لفيزياء المغنطيسات

«المنمنمة».. وخاصة الرقاقات المغنطيسية النانوية
.Nanomagnetic chips



رقاقات إلكترونية.. ومغنطيسات نانوية

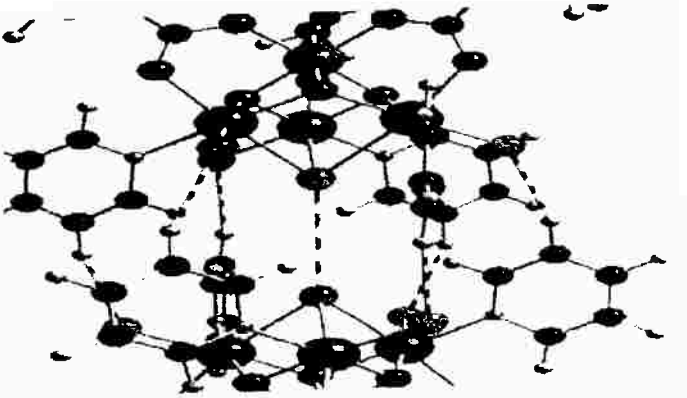
إن الرقاقات المغنطيسية النانوية تعمل بدون ترانزستورات – على خلاف الرقاقات الإلكترونية المعتادة Microchips – ويمكنها حشد طاقة تخزينية أكبر للحاسوب، ويمكن أن تتطور هذه المغنطيسات يومًا ما، ليصبح عرضها عدة نانو مترات فقط!

وربما تتساءل: مم تصنع هذه المغنطيسات النانوية؟ تسألني فأجيبك. يدخل فى تصنعيها الحديد (مادة عالية الإنفاذية المغنطيسية) والكربون والهيدروجين والنيتروجين والأكسوجين، أما الرقاقات الإلكترونية فمن السيليكون غالبًا. والرقاقات الإلكترونية المألوفة، تعتمد على الترانزستورات، كمفاتيح تتقلب ما بين (١)، (صفر) ويحاول مصمو الحواسيب حشد قدرة حسابية أكبر فى الرقاقات الإلكترونية، بتكديس الترانزستورات قريبة جدًا من بعضها البعض. إلا أن جزءًا من القدرة اللازمة لكل ترانزستور تتبدد

كحرارة بسبب هذا التكدس، ومن ثم تتعطل وظيفته. كما أن جهود العلماء لتكديس الترانزستورات متلاصقة، كاد أن يصل إلى حدوده القصوى.

وبالإضافة إلى ذلك، فنظرًا لأن الترانزستورات تعتمد فى أداة وظيفتها على الشحنات الكهربائية، فإنها تفقد بياناتها عندما يُفصل التيار الكهربائى عنها. وعلى ذلك فإن المنطق LOGIC (سلسلة العمليات التى تقوم بها أجهزة الحاسوب

أو برامجه) المغنطيسى، يخزّن المعلومات بتغيير قطبية المغنطيسات النانوية، بشكل مماثل لتدوير الاتجاه الذى تشير إليه إبرة البوصلة. وثبت أن تلك الرقاقات المغنطيسية يمكنها الاحتفاظ ببياناتها حتى بعد فصل التيار الكهربائى عنها. كما نجح الباحثون فى تطوير مغنطيس متناهى الصغر يكافىء الترانزستور. وهذه هى البوابة المنطقية العامة، التى تصنع من «جُزُرْ» مغنطيسية بالغة الضآلة من النيكل والحديد، لا يزيد عرضها عن ٧٠ نانومتر. وهكذا من الممكن أن تتصف أجهزة الذاكرة المغنطيسية بالقدرة المنطقية Logic Capability. وبذلك يتم الجمع بين الذاكرة والمنطق فى كيان واحد، مما يضاعف من الإمكانيات التشغيلية للحاسوب. كما يرى الخبراء أن كل الرقاقات المغنطيسية النانوية – التى ليس بها ترانزستورات – يمكنها حشد طاقة أكبر للحاسوب. بالإضافة إلى أنها تعمل تلقائيًا، دون الحاجة إلى انتظار إعادة بدء التشغيل للحاسوب Reboot (إعادة تحميل نظام التشغيل فيه) أو تغير وظيفتها بعد تركيبها.



كما طوّر هؤلاء الباحثون – باستخدام المغنطيسات النانوية – بوابة منطقية عامة، يمكن للمرء أن ينشىء منها أى دائرة إلكترونية يريدها، ولا شك أن ذلك يعنى أنها تتسم بقدرة هائلة، حتى تتمكن من تحقيق هذا الأمر. وعلى سبيل المثال يمكن لوسيلة التخزين النانوية هذه، تغيير وظيفة الحاسوب خلال عدة نانوات من الثانية Nanoseconds

(النانو ثانية = جزء من بليون من الثانية)، فى أى وقت بعد تشغيل الأجهزة Hardware بالفعل. ويسمح ذلك باستخدام رقاقة واحدة من المغنطيسات النانوية، فى عدة تطبيقات متباينة، مما يقلل من التكلفة ووقت الإنتاج. وكذلك يجعل الوحدة المنطقية المغنطيسية، تجهز نفسها بأفضل شكل ممكن لإجراء عمليات التشغيل المطلوبة، فى أية لحظة وبسرعة خارقة وبكفاءة عالية.

بوابات منطقية.. مغنطيسية

تشير إحدى الدراسات الحديثة إلى أن المغنطيسات النانوية، يمكن تطويعها بحيث تؤدى نفس الحسابات الرقمية، التى تؤديها البوابات المنطقية التى تعتمد على الترانزستورات، فى الرقاقات الإلكترونية. وتوحى هذه الدراسة بأن الترانزستورات الحالية – التى سوف تصل إلى أقصى حد لها من التصغير فى وقت ما خلال العقدين القادمين – يمكن فى نهاية الأمر استبدالها بتكنولوجيا أخرى من المغنطيسات النانوية، التى بالإمكان تصغيرها بشكل أكبر،

ومن ثم يمكن الاستمرار فى صنع معالجات Processors للحواسيب أسرع وأكبر قدرة.. إنها ذاكرة المستقبل.

وأكثر من ذلك، فإنه يمكن تغيير وظيفة البوابات المنطقية المغنطيسية، بعد تشغيل أجهزة الحاسوب. بمعنى أنه يمكن «إعادة برمجة» هذه الأجهزة ومن ثم جعل الحواسيب متعددة الاستعمالات. ومن المعروف أن البوابات المنطقية مكونات أساسية فى الدوائر الإلكترونية، وهى تستخدم فى معالجة المعلومات التى تحوّل مدخلات متعددة إلى مخرج واحد تبعًا لتوافيق Combinations المدخلات. والتوافيق هى المجموعات المختلفة التى يحتوى كل منها على نفس العدد من الأشياء. وحتى الآن، فإن المكان الوحيد الذى حلّت فيه الوحدات المغنطيسية النانوية محل المكونات الإلكترونية، هو فى النوعية الحديثة من الرقاقات المغنطيسية، التى توجد فى ذاكرة التداول الانتقائى (الذاكرة الرئيسية فى الحاسوب) Random access memory (Ram) . وتحافظ هذه الرقاقات المغنطيسية على البيانات أو البرامج كثيرة

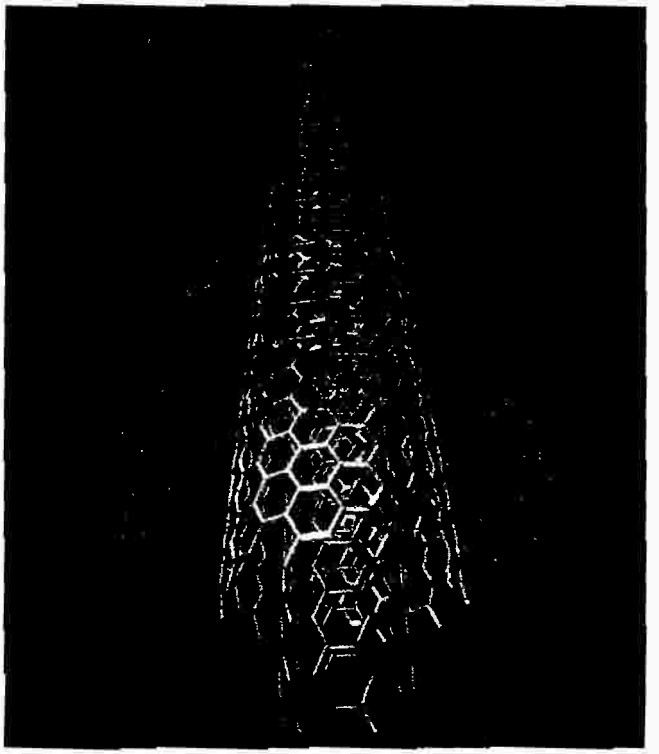
الاستخدام، مخزّنة بشكل دائم فى خلايا مغنطيسية Magnetic Cells (خلايا تخزين ممغنطة)، ومن ثم لا تكون هناك حاجة لتحميل البيانات والبرامج من أى قرص. وبالتأكيد فإن ذلك يسرّع من عملية تحميل برامج وأنظمة تشغيل الحواسيب المستقبلية بشكل مذهل.

أنابيب الكربون النانوية

أنابيب الكربون النانوية فائقة الصغر، أرفع من شعرة الإنسان ولكنها فى قوة الماس! ويمكن أن تستخدم فى عدد كبير من الاستخدامات الجديدة المفيدة، وربما يحدث فى المستقبل القريب أن تنظر إلى أعلى وترى كابلاً ممتدًا حتى السماء. إذ تفكر وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) جديًا فى عمل مصعد من الأرض إلى مدار له حولها، وهو كابل يمتد فى الفضاء بحيث يمكن للمركبات ذات القوة الكهربائية أن تسافر عليه، كما يمكن أن يستخدم هذا الكابل الفضائى فى ربط أو تقييد القمر الصناعى!

مصاعد فضائية.. وشاشات مسطحة.. وأنوف صناعية

وتوجد مادة واحدة فقط من ضمن المواد الكثيرة جدًا المتاحة حاليًا لمهندسى وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) التى تستطيع أن تقوم بهذه المهمة بكفاءة، وهذه المادة هى أنابيب الكربون النانوية Carbon Nanotubes التى تصنّع أرفع من شعرة الإنسان بخمسين ألف مرة.



وتتضمن الأجزاء الرفيعة جدًا لأنبوب الكربون النانوى، قوة مذهلة، وعلى الرغم من أنها صعبة التصنيع، إلا أن إمكانياتها ممتازة وجبارة، وليس فقط لكونها مواد بالغة القوة.

وقد انتجت إحدى شركات الإلكترونيات نسخة من التصميم الأولى لشاشة عرض مسطحة حيث تندفع الإلكترونات تجاه الشاشة من أطراف أنابيب الكربون النانوية، مما يبشر بإنتاج شاشات مسطحة بالغة الرقة وذات صور رائعة، كما صمم الباحثون فى الولايات المتحدة قلم حبر من أنابيب الكربون النانوية، يقوم بدفق الذرات بدلاً من الحبر. أما الخصائص الكهربائية لأنابيب الكربون النانوية، فيمكن أن يصنع منها «أنوف صناعية» Artificial Noses ، ذات حساسية عالية جدًا، لطرد المواد الكيماوية الضارة.

أشباه موصلات.. وموصلات فائقة

ويمكن أيضًا تصنيع أنابيب الكربون النانوية على شكل أسلاك وأشباه موصلات Semiconductors وحتى موصّلات فائقة Superconductors، والتى تجعلها مصدر

جذب وإغراء للكثير من الشركات التى تعمل فى مجال التكنولوجيا. وتتمتع أنابيب الكربون النانوية بالعديد من المميزات المرغوبة، إذ أنها قوية بشكل استثنائى لم يُعرف من قبل، كما أنها من موصّلات الحرارة الممتازة، وهى خاملة كيميائيًا، والأهم من ذلك أن أنابيب الكربون النانوية تعتمد على تفاصيل ترتيب الذرات بها Atomic Arrangement وتسلك سلوك المعادن أو أشباه الموصّلات.

القلم.. الذرى

وأنابيب الكربون النانوية عبارة عن ألواح رقيقة جدًا ملفوفة على شكل أسطوانات، من الجرافيت Graphite وهى نفس المادة التى تستخدم فى صنع أقلام الرصاص.

ويتكوّن لوح الجرافيت من ذرات الكربون المرتبة فى قالب مسطح سداسى الشكل Hexagonal مثل شبكة الأسلاك المتقاطعة، ويمكن أن يؤدى التسخين المفرط للكربون، إلى تكوين جزء صغير يأخذ شكل أنبوب Rolled up من هذه الشبكة ومكتمل بغطاء كربونى على كل طرف.

هذه هى أنابيب الكربون النانوية، التى توصف بأنها أداة هندسية قوية، ولها استعمالات كثيرة جدًا، ويمكن أن تتداخل هذه الأنابيب مع بعضها البعض، وكذلك تصنع بجدران مضاعفة Multiple Walls للحصول على قوة أكبر، كما يمكن إزالة أغطيتها الكربونية، بحيث تصبح جاهزة لكى تُملأ بجزيئات أخرى.

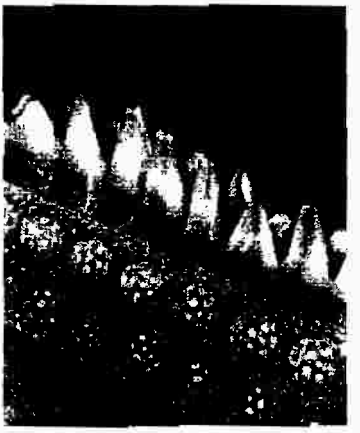
وقد استفاد الباحثون من هذه الإمكانية لملء أنابيب الكربون النانوية، وقاموا بتصميم قلم حبر متناهى الصغر، يكتب بالذرات، وتصنع «خرطوشة الحبر»، من أنابيب الكربون النانوية، ويمكن أن تُملأ بأى ذرات مطلوبة، ويتحكم شعاعان من الليزر فى تدفق الحبر الذرى Atomic ink ويقوم مشغّل القلم الذرى بالتحكم فى أشعة الليزر، ومن ثم يستطيع تحديد سرعة واتجاه تدفق الذرات، وبحيث يتم إطلاق كل ذرة خارج رأس الأنبوب، عندما تصل إلى الوضع الصحيح.

ويقدر الباحثون أن هذا القلم الذرى، الذى يمكن أن يتم شحنة مسبقًا بالذرات، من المحتمل أن يرسّب هذه الذرات على أى سطح، بمعدل خمس عشرة مليون ذرة فى الثانية الواحدة!

ويمكن أن يستخدم القلم الذرى فى طباعة الحَجَر Lithography (عملية طباعة يتم فيها رسم ما يراد طبعه على سطح عريض) من صفائح الزنك أو الألمونيوم المعدة كيماويًا، وهذه الطباعة تستعمل فى تصنيع لوحات الدوائر الإلكترونية Circuit Boards . ويمكن للقلم الذرى أن يقوم بالعمل بطريقة أكثر كفاءة من الوسائل المستخدمة حاليًا.

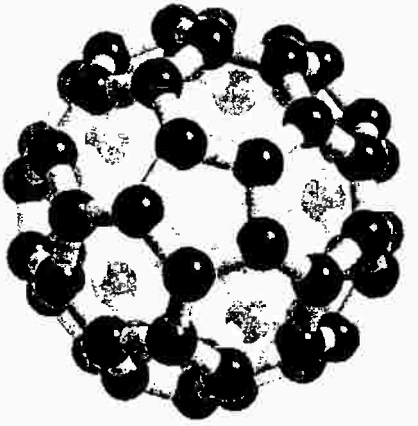
كما يمكن للقلم الذرى أن يسبر أعماق الجزيئات البيولوجية، وتحقيق بناء الآلات البالغة الضآلة (الميكروووية) Micro Machines عن طريق استخدام الذرة تلو الأخرى. وهذا يعد هدفًا للمجال الذى يعرف بالتكنولوجيا النانوية الجزيئية Molecular Nanotechnology والذى نشأ بهدف تقليد ما اكتشف حديثًا فى علم البيولوجيا (الهندسة الوراثية

والجينوم البشرى)، وكذلك فى مجال تصميم «المحرك الجزيئى» Molecular Engine الذى يعد أساسًا جيدًا لعدة آلات متناهية الصغر، ومنها تصنيع أجهزة طبية بالغة الدقة، يمكن أن تعمل جراحيًا داخل الجسم البشرى، وتؤدى مهامًا مثل تنظيف الأوردة الدموية المسدودة، التى قد تسبب السكتة القلبية والدماغية. أن أفضل مادة يمكن أن تصّنع منها هذه الأجهزة المتناهية الصغر، هى أنابيب الكربون النانوية.. مادة المستقبل.



جزيئات الكربون.. السحرية

إن فهم الطبيعة على المستوى الذرى – وربما دون الذرى أيضًا – قد أتاح للعلماء القدرة على ابتكار مواد جديدة، لم يكن يراها أحد من قبل. فالكربون – على سبيل المثال – عنصر هام جدًا فى الكيمياء، وهناك فرع كامل من الكيماء هو الكيمياء العضوية Organic Chemistry مخصص لفهم كيفية تصرف سلاسل الكربون Chains of Carbon فى الحالات المختلفة.



ولقد عرف العلماء منذ وقت طويل، أن ما يعطى الماس -- أقوى مادة معروفة على الإطلاق -- قوته، هو الطريقة التى تترتب بها ذرات الكربون معًا، وفى عام ١٩٨٥، تم اكتشاف تركيب جديد للكربون فتح فرعا جديدًا تمامًا فى الكيمياء، فذرات الكربون يمكن أن تترتب فى جزيئات تشبه كرات قدم مجوفة، تسمى «كرات باكى» Buckyballs أو «الفولرينات» Fullerenes على اسم «باكمنستر فولر» وهو المهندس الذى ابتكر هذا الشكل فى المبانى.

ويمكن عمل «كرات باكى» بحيث تضم ٦٠ ذرة فقط، أو قد تكون كبيرة نسبيًا وتحتوى على مئات الذرات، وهذه الكرات قوية بشكل لا يصدق، ويمكن مدها فى شكل أنابيب لإنتاج ألياف أو أى أشكال معقدة أخرى، ومن الممكن ملء تلك الأشكال بذرات من عناصر مختلفة، لتغيير خصائصها الفيزيائية، فعلى سبيل المثال، وجد أنه عند ملء ألياف باكى

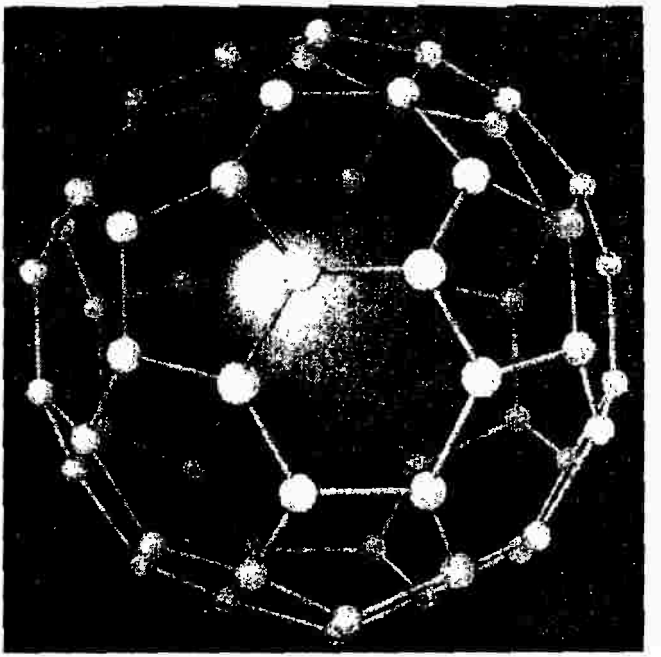
بذرات «الروبيديوم» Rubidium «عنصر فلزى فضى اللون يشتعل بعفوية بالهواء ويتفاعل بشدة فى الماء ويستعمل فى الخلية الضوئية»، تصبح موصّلات فائقة Superconductors عند درجات حرارة منخفضة بشكل معقول، مما يفتح طريقًا محتملاً لاستخدامها كأسلاك نانوية Nanowires فائقة التوصيل للكهرباء، أى يمر بها التيار الكهربائى دون أى مقاومة أو فقد للطاقة.

وإذا أضفنا ذرات أخرى، يمكن جعل ألياف باكى موصّلات أو أشباه موصّلات أو عوازل Insulators.

وجميع ذرات الكربون فى كرات باكى، متكافئة من حيث التماثل وتشكل سطحًا مغلقًا، مكّونا من مجموعة من الأضلاع الخماسية والسداسية المنتظمة. وتصنع كرات باكى عندما تصطدم ذرات كربون ساخنة جدًا، وشظايا الجرافيت بعضها بالبعض.

وكل ذرة كربون فى هذه الهياكل الكروية العجيبة، ترتبط كيميائيًا بثلاث ذرات كربون أخرى، بحيث تكون كل رابطة

حافة فى سداسيين، كما تشكل كل رابطتين حافتى خماسى وسداسى، ويطلق على كل كرة باكى اختصارًا (ك-٦٠) أى جزىء الكربون الذى يتكون من ستين ذرة.



واتضح للعلماء أخيرًا التركيب الدقيق لجزىء الكربون العملاق الجديد، الذى نتج من التحام ستين ذرة كربون (ك-٦٠) مع بعضها البعض، لتكوين هيكل كروى الشكل ذى ١٢ مضلعا خماسيًا و٢٠ وجها سداسيا على سطحه.

والطريقة الجديدة لاستخلاص كرات باكى، تتلخص فى استخدام قوس كهربائى لتسخين قضيب كربونى رقيق، إلى درجة حرارة عالية فى جو من الهليوم تحت ضغط منخفض، مما يؤدى إلى تكوين مسحوق ناعم يطلق عليه «سناج» Soot، من الكربون النقى يمكن منه استخراج جزيئات ك-٦٠.

ومن أهم مزايا كرات باكى، أنها مستقرة تمامًا ومقاومة للنشاط الإشعاعى والتآكل الكيميائى وتتقبل الإلكترونات بشراهة ولكنها لا تمانع فى إطلاقها، كما أن لها صفات كهربائية ومغنطيسية فريدة، ومن ثم أطلق عليها «الجزيئات السحرية!».

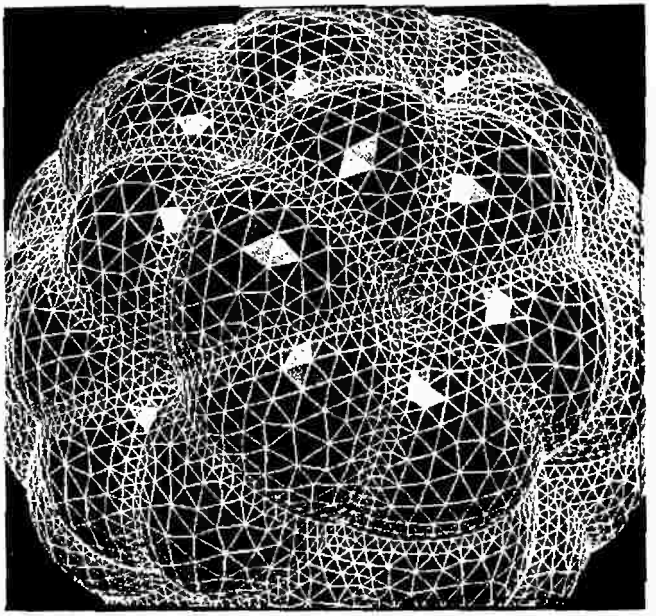
تطبيقات مذهلة

وبعد دراسة هذه الخصائص الفريدة لكرات باكى، أخذ العلماء يطلقون لأفكارهم وتصوراتهم العنان لبعض التطبيقات ومنها:

- نقل النظائر المشعة إلى داخل الجسم البشرى بهدف تشخيص الحالات المرضية أو نقل الهرمونات أو أى عقاقير لعلاج بعض الأمراض مثل السرطان.

- تصميم بطاريات فائقة القوة وخفيفة الوزن، وذلك بتغليف ذرات عنصر الليثيوم والفلور، داخل قفص جزىء ك-٦٠.

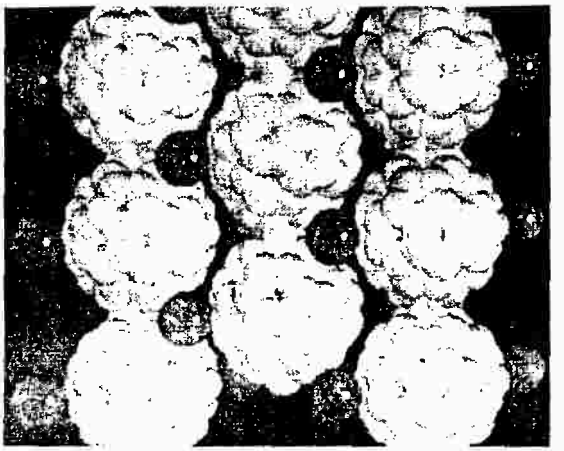
- إمكـــان استخدامها وقودا للصواريخ ومركبات الفضاء، إذ إنها مرنة أكثر من أى جـــزيئات أخرى معروفة حتى الوقت الحاضر، ومن ثم فإنها يمكن أن تحمل ضغوطًا هائلة.



● وجد العلماء حديثًا طريقة لاستخدام جزيئات ك-٦٠ كأقفاص لاقتناص ذرات بعض العناصر – كالهليوم – ومن ثم تستخدم كمتتبعات كيميائية رائعة، لمراقبة انتشار المواد الملوثة من نقطة تفريغها فى أحد الأنهار.

● إن أى كتلة من كرات باكى يمكن ضغطها إلى ٧٠٪ من حجمها الأصلى، عند ضغط يبلغ ثلاثة آلاف ضغط جوى، وعندما يُرفع عنها هذا الضغط، فإنها ترتد إلى شكلها العادى، لكنها إذا ضغطت بقوة تجاه بعضها البعض، فإن ذرات الكربون فى الكرات المتجاورة تبدأ فى التنافر بشدة فيما بينها، وتصبح المادة شديدة الصلادة كالماس. وإذا ازداد الضغط بسرعة وبقوة هائلة، فإن كرات باكى تتحول بالفعل إلى الماس، وهذا التحول يمكن أن يكون مهما فى الأغراض الصناعية.

اتضح أنه لو وضعت بعض ذرات من عناصر أخرى بين كرات باكى ثم خُفِّضَتْ درجة الحرارة جدًا، فإن شيئًا غريبًا سوف يحدث، إذ وجد العلماء أن تبريد خليط من كرات باكى والبوتاسيوم إلى ٢٥٥ درجة مئوية تحت الصفر، يجعله موصلا فائقا، ويمكن تشبيه هذا الخليط من ك-٦٠ والبوتاسيوم «أو أى مواد أخرى»، بأن بائع الفاكهة قد «حَشَرَ» بعض حبّات المشمش فى الفراغات التى بين كوم البرتقال لديه.

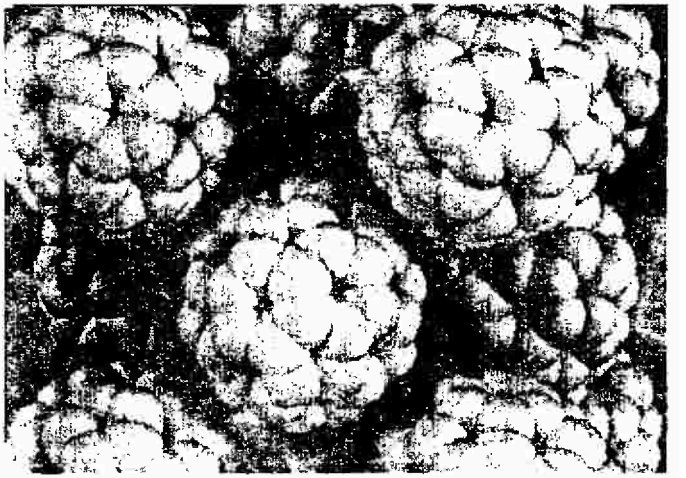


إذ وجد العلماء أن المواد الصلبة المكوّنة من كرات باكى، تتميز بخواص مدهشة، فعندما تتبلور هذه الجزيئات الكربونية العملاقة، فإنها تندمج مع بعضها البعض، وتصبح مثل كومة من البرتقال لدى بائع الفاكهة.

لا شك أن المستقبل يحمل بين طياته الكثير من الاحتمالات الجديدة المثيرة، سواء من حيث المعرفة العلمية الأساسية أو من حيث الاستخدامات التكنولوجية للجزىء العملاق ك-٦٠.

فإذا أضيف ك-٦٠ إلى البوليمرات Polymers «سلاسل طويلة من الجزيئات المتكررة» المناسبة، يمكن تكوين مادة ذات «موصلّية ضوئية» أى أنها توصّل الكهرباء فقط عندما تتعرض إلى ضوء، ومن ثم تستخدم فى أجهزة إنتاج الصور الإلكترونية.

كما يمكن استخدام جزيئات ك-٦٠ كأوعية لحفظ المواد التى تتفاعل بشدة مع بخار الماء والأكسجين وتنحل فى الهواء، وكذلك تستعمل للاتحاد مع العناصر الخاملة جدًا – التى لا تتفاعل مع أى عناصر أخرى – وأيضًا فى تجميعها وحمايتها، إذ يجد الكيميائيون صعوبة فى الإمساك بهذه العناصر الخاملة.



ونظرًا للتقـدم المستـمر فى أبحاث الجزىء العجيب ك-٦٠، فإن هذا المجال ينبئ عن توقعات مدهشة، والأمر الوحيد الذى يتفق عليه جميع الخبراء هو أن معظم ما هو معروف فى الوقت الحاضر من استخدامات فريدة لهذا الجزىء السحرى، سوف يصبح متقادما بعد عدة أشهر، وهذا هو النوع الفعلى من المواقف التى تجعل العلم مفيدًا، وفى نفس الوقت سببا للمتعة والبهجة، إذ إنه يبشر بالأمل فى المستقبل.

«البلوتوث».. وحرية الحركة

«البلوتوث» Bluetooth، تقنية جديدة للاتصالات اللاسلكية لنقل الصوت والبيانات.. وتفيد هذه التقنية فى الاستغناء عن الأسلاك التى تستخدم للربط بين الأجهزة الرقمية.ولأن تقنية البلوتوث، تعتمد على وصلة لاسلكية رخيصة الثمن وقصيرة المدى، فإنها يمكن أن تربط أنواعًا كثيرة من الأجهزة الرقمية بدون استخدام أى كابل Cable، مما يوفر لك المزيد من حرية الحركة. وعمومًا فإن ذلك هو الهدف الرئيسى.. حرية الحركة.

الاتصالات المستقبلية

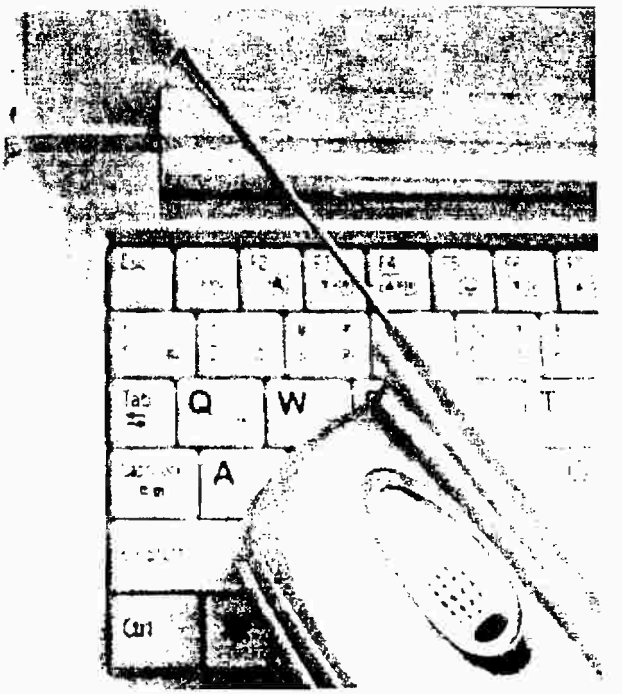
ولإجراء وصلة الاتصالات بهذه الطريقة، يجب تقريب الجهازين اللذين يعملان بتقنية البلوتوث اللاسلكية من بعضهما البعض إلى مسافة أقل من عشرة أمتار. ونظرًا لأن تقنية البلوتوث تستخدم وصلة لاسلكية، فإنها لا تحتاج

لأسلاك لتحقيق التوصيل بين الأجهزة. فكمبيوترك المحمول Laptop يمكن أن يرسل أوامر بطبع معلومات إلى طابعة موجودة فى الحجرة المجاورة، أو تستطيع استخدام هاتفك المحمول للتحكم فى جهاز الإنذار الموجود بمنزلك.

لقد أصبحت تقنية البلوتوث اللاسلكية بالفعل مستخدمة عالميًا للاتصالات اللاسلكية. وفى المستقبل القريب، سوف تكون تقنية البلوتوث مألوفة فى عشرات الملايين من الهواتف المحمولة والكمبيوترات الشخصية والمحمولة، وعدد كبير جدًا من الأجهزة الإلكترونية الرقمية Digital الأخرى، ونتيجة لذلك فإن السوق سوف يحتاج إلى المزيد من التطبيقات المبتكرة لهذه التقنية الحديثة.

ومن الناحية العملية فإن الإمكانات التى وفرتها لنا تقنية البلوتوث للتوصيل اللاسلكى متعددة، ولا يمكن حصرها. وعلاوة على ذلك، فلأن التردد اللاسلكى المستخدم متاح عالميًا، فإن بمقدور تقنية البلوتوث الدخول المأمون على

الاتصالات اللاسلكية فى كافة أرجاء العالم. ومن هذا المنطلق فإن تقنية البلوتوث أن تلبث أن تصبح واحدة من أسرع التقنيات تطبيقًا فى التاريخ.



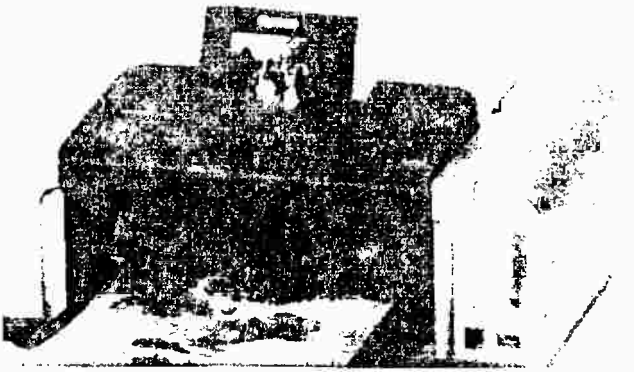
توجد طرق كثيرة لتوصيل الأجهزة الإلكترونية الرقمية.. ببعضها البعض، منها على سبيل المثال:

- كثير من الكمبيوترات المكتبية لها وحدة معالجة مركزية متصلة بفأرة ولوحة مفاتيح وطابعة... إلخ.
- جهاز المساعدة الرقمية الشخصى Personal Digital Assistant (PDA) يتصل عادة بالكمبيوتر بواسطة كابل.
- جهاز التليفزيون يتصل عادة بمسجل شرائط الفيديو VCR وأداة تحكم عن بعد لتشغيل المكوّنات.
- الهاتف اللاسلكى يتصل بقاعدته بوحدة موجات لاسلكية، وربما يزوّد بسماعة رأس تتصل بالهاتف بسلك.
- فى منظومات الصوت المجسم، تتصل وحدة تشغيل الأقراص المدمجة CD Player وغيرها من الأجهزة الصوتية بجهاز الاستقبال، الذى يتصل بدوره بالسماعات وعندما

تستخدم الكمبيوترات أو أجهزة التسلية والمتعة والمرح أو الهواتف، فإن مختلف تلك الأجهزة وأجزائها تشكّل حلقة من الأجهزة الإلكترونية. وتتصل تلك الأجهزة ببعضها البعض بواسطة عدد متنوع من الأسلاك والكابلات والإشارات اللاسلكية والأشعة تحت الحمراء، وكذلك بعدد أكبر من أطراف التوصيل «الوصلات» والقوابس plugs .

لقد أصبح فن توصيل الأشياء ببعضها البعض أكثر

تعقيدًا عن ذى قبل، ونحن نشعر أحيانًا بأننا نحتاج إلى درجة الدكتوراه فى الهندسة الكهربائية، لمجرد تركيب وتشغيل الأجهزة الإلكترونية الرقمية بالمنزل!



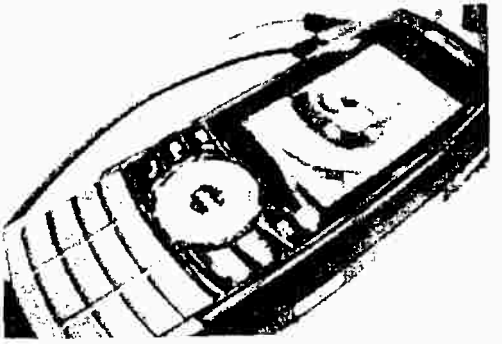
ولذلك يتم استخدام طريقة مختلفة تمامًا لعمل توصيلات الأجهزة هى «تقنية البلوتوث». وهذه التقنية لاسلكية وآلية وتتميز بعدد من الخصائص المفيدة، التى يمكن أن تبسّط وتسهّل حياتنا اليومية.

عندما يريد جهازان التحدث مع بعضهما البعض، يجب أن «يتفقا» على عدد من النقاط، قبل أن تبدأ عملية المحادثة. نقطة الاتفاق الأولى: مادية. فهل سوف يتم التحدث عبر أسلاك أو عن طريق نوع ما من الإشارات اللاسلكية؟ إذا كان سيتم استخدام أسلاك، فما هو العدد المطلوب منها؟ وبمجرد تحديد تلك الخصائص المادية. لابد من الإجابة على كثير من الأسئلة الأخرى:

● يمكن إرسال المعلومات بمعدل «١ بت» Bit1 (رقم ثنائى: أى من الرقمين صفر أو واحد فى نظام الأرقام الثنائية «كمبيوتر») فى نظام يسمى «الاتصالات المتتابعة» Serial communications أو فى مجموعات من الأرقام الثنائية «عادة ٨ أو ١٦ فى كل مرة» فى نظام يسمى «الاتصالات المتوازية» Parallel Communications . ويستخدم الكمبيوتر المكتبى كلتا طريقتى الاتصالات المتتابعة والمتوازية فى «الحديث» إلى الأجهزة الأخرى فالمودم Modem «جهاز يسمح بنقل البيانات كالإرسال والاستقبال بين الكمبيوتر وأطراف أخرى» والفأرة ولوحة المفاتيح. تتحدث عادة من خلال وصلات متتابعة أما الطابعة فتتحدث عادة من خلال وصلة متوازية.

● يحتاج كل أطراف الحديث الإلكترونى، معرفة معنى الأرقام الثنائية، وهل الرسالة التى تلقونها هى نفس الرسالة التى أُرسلت. ويعنى ذلك فى معظم الحالات تطوير لغة الأوامر والاستجابات التى تعرف باسم «بروتوكول»

protocol، أى الإجراء المعيارى لتنظيم نقل المعلومات بين أجهزة الكمبيوتر. وبعض أنواع المنتجات لها بروتوكول معيارى تستخدمه تقريبًا كل الشركات، لذلك فإن الأوامر الصادرة إلى أحد تلك المنتجات، سوف يكون لها عادة نفس التأثير على بقية المنتجات، وتندرج المودمات تحت هذه المجموعة.



أما بقية أنواع المنتجات، فإنها تتحدث بلغتها الخاصة، بمعنى أن الأوامر الموجهة إلى إحداها بالذات، سوف تبدو غريبة أو غير مفهومة عند استقبال غيرها لها. وتندرج الطابعات ضمن تلك الفئة.

ولقد أدركت الشركات الصانعة للكمبيوترات وأجهزة اللهو والتسلية، وغيرها من الأجهزة الإلكترونية الرقمية، ذلك العدد الكبير جدًا من الكابلات وأطراف التوصيل المستخدمة لمنتجاتها، والذى يجعل من الصعب حتى على الفنيين المتخصصين التركيب والضبط التام للجهاز من أول محاولة.

والحقيقة أن تركيب وتشغيل الكمبيوترات وأجهزة التسلية المنزلية، صار فائق التعقيد، بحيث أصبح مشترى الجهاز مطالبًا بفهم وتذكر عدد كبير من التفاصيل اللازمة لتوصيل الأجزاء ببعضها البعض. ولكى تصبح أجهزة المنزل الإلكترونية الرقمية، ممتعة ومفيدة فعلينا أن نجد طريقة أفضل

لجعل كل الأجهزة الإلكترونية الرقمية فى حياتنا المعاصرة «تتحدث» إلى بعضها البعض. ويبين لنا ذلك مدى أهمية التوصل إلى تقنية البلوتوث.

ولكن لماذا سميت تقنية البلوتوث بهذا الاسم؟ تسألنى فأجيبك: كان «هيرالد بلوتوث» ملكًا للدانمارك فى أوائل القرن العاشر، وتمكن من توحيد الدانمارك وجزء من النرويج فى مملكة واحدة. وقد ترك وراءه أثرًا تذكاريًا ضخمًا، هو حجر عليه كتابة ورسومات تخليدًا لذكرى والديه. واختيار اسمه لهذه التقنية الحديثة، يدل على مدى أهمية شركات منطقة البلطيق «التى تضم الدانمارك والسويد والنرويج وفنلندا» فى تصنيع معدات الاتصالات السلكية واللاسلكية، على الرغم من أن الاسم «بلوتوث» لا يعبر إلا عن القليل جدًا من طريقة استخدام تلك التقنية الحديثة.

الخلايا الشمسية.. المستقبلية

أوشكت الطاقة الشمسية أن تصبح مصدرًا يعتمد عليه للطاقة. فقد ابتكر مهندسون كهربائيون أمريكيون، طريقة لصنع خلايا شمسية لو وضعت جنبًا إلى جنب مع الأجهزة الأخرى الحديثة، لأصبحت مصدرًا اقتصاديًا جدًا للطاقة المستقبلية.

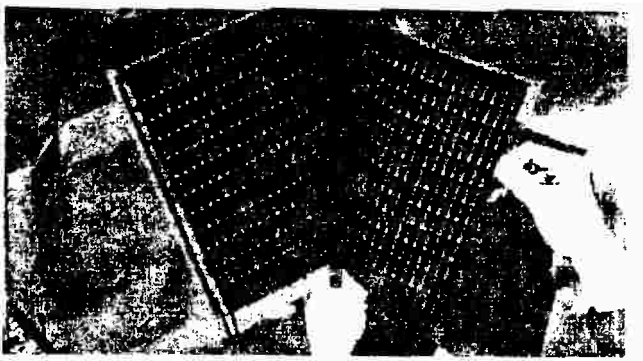
ويدفع ذلك العلماء إلى صنع نوعية جديدة من الخلايا الشمسية التى ليست فى نفس كفاءة المصادر التقليدية، ولكن أرخص منها بكثير وأكثر فائدة واستخداما. والمعروف أن الخلايا الشمسية solar cells (أو الخلايا الفوتوفلطية photovoltaic cells) تحول الضوء إلى كهرباء ويمكنها تشغيل الكثير من الأجهزة، من الحواسيب «الكمبيوترات» إلى الأقمار الصناعية. والخلية الشمسية عبارة عن خلية إلكترونية تتولد فيها قوة دافعة كهربائية بتعرضها للأشعة الضوئية.

الخلايا الشمسية.. العضوية

فى كل دقيقة تطلق الشمس على كوكب الأرض قدرًا هائلاً من الطاقة، تكفى لاستهلاك كل سكان الأرض فى عام كامل! ولسوء الحظ فإن تحويل كل تلك الطاقة الشمسية المروّعة إلى كهرباء أمر مكلف للغاية وأكثر الخلايا الشمسية مصنوعة من مادة السليكون silicon، وهو عنصر لا فلزى ويوجد بوفرة فى القشرة الأرضية على هيئة ثانى أكسيد

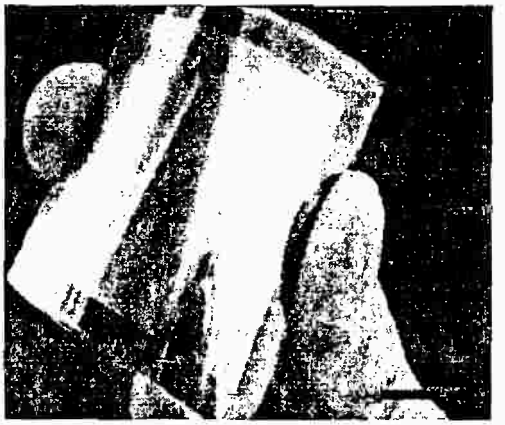
السليكون (الرمل)، وهذا يحتاج مثله مثل رقاقات الحاسوب microchips إلى عمليات تصنيع صعبة، تتضمن استخدام غرفة نظيفة وحجيرات مفرغة من الهواء، ونتيجة لذلك فإن تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية تبلغ نحو أربع مرات قدر تكلفة توليدها بالوسائل التقليدية. والأخبار الجيدة هنا أن ثمة تطورات تُجرى فى الوقت الحاضر على قدم وساق فى مجال اللدائن plastics والتكنولوجيا النانوية nanotechnology من أجل صنع خلايا رخيصة ومرنة يمكن «رشها» على الجدران أو حتى طبعها على الورق أو الأقمشة!

وأحد العيوب فى الخلايا الشمسية التقليدية المعتمدة على السليكون، هو أنها صلبة. وعلى الرغم من أنه من الممكن زرع هذه الخلايا الشمسية فى الأقمشة إلا أن ذلك ليس هو الوضع الأمثل إذ أن الخلايا نفسها تظل صلبة حتى لو كان القماش نفسه مرنًا.

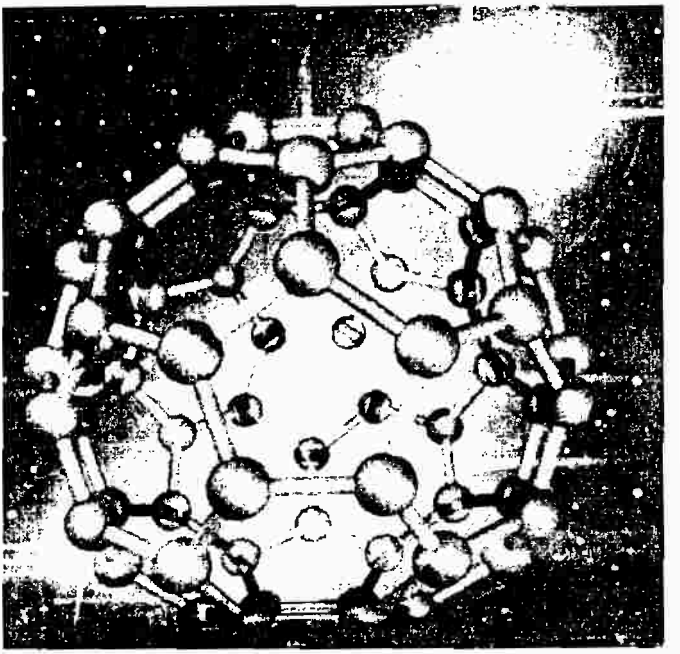


وتزيد الإلكترونيات المعززة لخلايا السليكون من تعقيد استخدامها فى المبانى والأجهزة المختلفة - كمكوّن إضافى add-on - تقوم بمهام محددة لكن ما الذى سيحدث لو كانت الخلايا الشمسية مصنوعة من مادة أخرى غير السليكون؟ تسألنى فأجيبك: إن الخلايا الشمسية الجديدة التى توصل لها العلماء مصنوعة من مواد عضوية Organic، وتتميز بأنها مرنة

وخفيفة الوزن وأرخص بكثير من الخلايا الشمسية التقليدية. وهى «عضوية» لأنها تتكون أساسًا من الكربون بيد أن العقبة الرئيسية أمام الخلايا الشمسية العضوية أن كفاءتها فى تحويل الضوء إلى كهرباء، أقل بكثير جدًا مقارنة بالخلايا السليكونية. ولكن المستقبل يحمل الكثير من الأمل لتطويرها.



تتكون الخلية الشمسية التقليدية من طبقة رقيقة شبه موصلة Semiconductive Film «مادة بلورية مقاومتها متوسطة بين الموصلات الفلزية والمواد العازلة»، محشورة بين قطبين كهربائيين Electrodes . وعندما يسقط الضوء على شبه الموصل تثار الإلكترونات القريبة بما يكفى، لأن «تخلع» نفسها من القيود الممسكة بها، تاركة وراءها «فجوات» Holes ويعمل مجال كهربائى مجهّز بين القطبين على حث الإلكترونات - التى تحمل شحنة سالبة، والفجوات التى تحمل شحنة موجبة - على التحرك إلى الطرفين المقابلين من الخلية الشمسية. وهذه عملية سهلة نسبيا فى أشباه الموصلات غير العضوية مثل السليكون، لكن فى حالة المواد العضوية فإننا نجد أن القوة التى تربط الإلكترون بالفجوة أكبر بنحو مائة مرة. وعلاوة على ذلك فإن المواد العضوية غالبًا ما تشكل «فخاخا» Traps - مثل متاريس الطرق السريعة - تعوق حركة الإلكترونات.



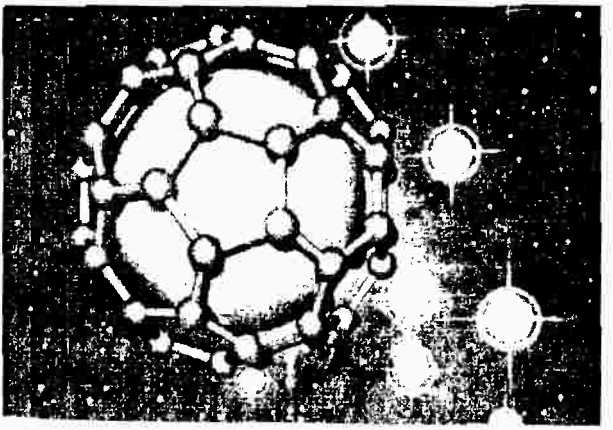
وعلى الرغم من تواضع كفاءة الخلايا الشمسية العضوية، إلا أن خصائصها الأخرى مثل المرونة وخفة الوزن والمتانة وقلة التكلفة، تجعلها جذابة إلى حد كبير هذا بالإضافة إلى

إمكان دمجها فى مواد أخرى بسبب طبيعتها المرنة.. بدءًا من الأقمشة إلى اللدائن «البلاستيك» إلى المواد التى تستخدم فى بناء السقوف Roofing. وثمة عقبة أخرى، هى أن المواد العضوية مثل البلاستيك تمتص ضوءًا أقل من الشمس، لكن هناك تطويرًا حدث مؤخرًا نجح فى تقليل الفارق فى الأداء بين الخلايا الشمسية السليكونية والعضوية. إذ بإضافة مادة كيميائية تسمى «بنتاسين» Pentacene «مادة عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين» إلى الكربون أو بتعبير أدق إلى «كرات باكى» Buckyballs «كرات مجوفة تتكون من ٦٠ ذرة كربون» المستخدمة فى صنع الخلايا الشمسية العضوية. تمكن الباحثون من رفع كفاءة هذه الخلايا العضوية التى تعدّ مثالية لبعض الأجهزة مثل أجهزة الإحساس عن بُعْد. ولو تصورنا أنك سوف تقود بعد عشر سنوات من الآن سيارة مزوّدة بخلايا شمسية على سقفها لإعادة شحن البطارية التى تُشغّلها، فإن هذه الخلايا سوف تكون عضوية. وهناك فريق من العلماء يفكر فى الجمع بين الخلايا الشمسية العضوية وغير

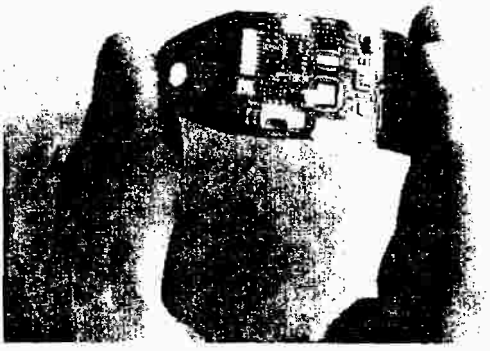
العضوية، حيث تمكّن هذا الفريق مؤخرًا من صنع خلايا شمسية، مكّونة من قضبان نانوية Nanorods يبلغ قطرها ٧ نانومتر «النانومتر واحد على بليون من المتر» وطولها ٦٠ نانومتر، مدمجة فى طبقة رقيقة من البوليمرات. «البوليمر» Polymer مركب كيميائى له وزن جزيئى كبير ينشأ نتيجة ترابط عدد من المركّبات ذات وزن جزيئى صغير. والفكرة هى الجمع بين مرونة اللدائن والكفاءة المؤكدة لأشباه الموصلات غير العضوية، ونظرًا لأن تلك القضبان النانونة «كل قضيب أرفع من قطر شعرة الإنسان بعدة آلاف من المرات»، يستفيد من الظواهر السائدة عند مستوى الكم Quantum Level حيث يزداد امتصاص ألوان معينة من الضوء بمعدل الضعف. ويمكن صنع الخلايا الشمسية العضوية بألوان مختلفة بحيث تصبح عناصر معمارية جذابة، فضلاً عن إمكانية جعلها شفافة. ومن ثم يمكن فردها على النوافذ وفوق أسطح المنازل ويمكن التحكم فى درجات

ألوانها بحيث تنفذ نصف ضوء الشمس الساقط عليها وتستخدم النصف الآخر فى توليد الكهرباء.

وقد انتجت أول خلية شمسية عام ١٩٨٦ وكانت كفاءتها ١٪، أى أنها حولت ١٪ فقط من الطاقة الضوئية الساقطة عليها إلى طاقة كهربائية. وبعد أن استخدم العلماء مركبات عضوية جديدة فى التسعينيات من القرن الماضى، زادت الكفاءة إلى حوالى ٥٪ ويأمل العلماء فى رفع الكفاءة إلى ١٠٪ فى غضون سنوات قليلة، مما يؤدى إلى أن تصبح تلك التكنولوجيا الحديثة جذابة للاستثمار التجارى.



وبينما تعتمد الخلايا الشمسية التقليدية على عناصر غير عضوية، مثل سبيكة نحاس أو «جاليوم» gallium «فلز ذو لون أبيض مائل إلى الزرقة» وسليكون. وهى مواد قد لا تكون متوفرة دائمًا، أما الخلايا الشمسية العضوية فإنها تتكون أساسًا من جزيئات. الكربون والهيدروجين والأكسوجين وهى متوفرة فى الطبيعة.



ويرى الباحثون أن الخلايا الشمسية العضوية يمكن أن تشغّل ألعاب الأطفال أو شاشات صغيرة مرنة بالإمكان فردها أو تقوم بإعادة شحن بطاريات الأجهزة المحمولة مثل الهاتف وغير ذلك. وبلا شك فإن تحويل طاقة الشمس إلى كهرباء - بواسطة مواد لا تسبب أى تلوث للبيئة - هو أمر رائع. ويأمل الباحثون فى أن تصبح الطاقة الشمسية عما قريب مصدرًا رئيسيًا للطاقة، يحل محل الوقود الأحفورى «النفط والغاز الطبيعى» فضلاً على أنه بمجرد تركيب الخلايا الشمسية فإن المستخدم سوف يحصل على الطاقة بعد ذلك على الدوام ومجانًا.

ويبقى بعد ذلك أن يأمل المرء فى الانتهاء من تطوير التقنيات الحالية، أو ظهور تقنيات علمية جديدة تمامًا بحيث يمكن زيادة كفاءة الخلايا الشمسية العضوية فى توليد الكهرباء مما يؤدى إلى استخدامها فى مختلف المجالات بما فى ذلك تشغيل الأقمار الصناعية.