ما هي النانوتكنولوجيا؟
وما هي تطبيقاتها؟

النانوتكنولوجيا علم التصنيع الجزيئي للأشياء بمقاسات ضئيلة وصغيرة جداً.

حسناً، الفكرة تحتاج إلى بعض الشرح، ولا بد أولاً من فهم المعنى الحرفي للمصطلح قبل الاستئناف.

النانو كلمة يونانية تعني القزم، وتستخدم في الرياضيات كواحدة طول تعادل جزءاً من ألف مليون جزء من المتر، وبذلك يمكن تأويل كلمة النانوتكنولوجيا على أنها تقنية التصنيع المتناهي في الصغر.

تخيل لو أن بالإمكان شفاء مرض السرطان بإضافة دوائه إلى كوب من العصير المفضل، تخيل تصنيع كمبيوتر فائق، حجمه لا يتجاوز خلية بشرية، تخيل مركبة فضاء تتسع لأربعة أشخاص لا يتجاوز حجمها ولا كلفتها حجم وكلفة سيارة عائلية.

صورة بالمجهر الدري لعبارة تم تشكيلها في شركة IBM بطريقة الأكسدة الموضعية لأنصاف النواقل باستخدام ثاني أوكسيد السيليكون على رقاقة سيليكونية وبابعاد نانوية تقارب 20 نانو متر عرض.

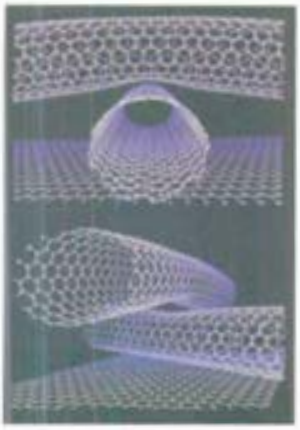
obeikandl.com

كل هذا مجرد بعض التطبيقات المنتظرة من العلم الجديد النانوتكنولوجيا.

خلال فترة زمنية لن تكون بعيدة، ربما تختفي طرق الصناعة التقليدية ومفهوم العمل المعاصر، البضائع الاستهلاكية ستكون غزيرة، غير مكلفة، ذكية ومتينة، سيخطو الطب بعيداً قدماً، سيغدو السفر عبر الفضاء آمناً وغير مكلف، لن تقطع الغابات بعد الثورة النانوتكنولوجية للحصول على الورق، ولن تجثم كتل الدخان الناتجة عن الصناعة فوق صدور المدن، إنّ طرق الصناعة ومفهومها سيتغير، لهذه الأمور كلها وغيرها الكثير، سيتغير نمط الحياة بشكل جذري، وستواجه البشرية ثورة اجتماعية شديدة متسارعة نتيجة لتقنية النانو هذه، وسيتكيف السلوك الإنساني باتجاهات أخرى غير التي نعرفها الآن.

تستخدم النانوتكنولوجيا الخصائص الفيزيائية المعروفة للذرات والجزيئات لبناء أدوات وتجهيزات فريدة بخصائص متفوقة، وتسعى النانوتكنولوجيا أولاً لبناء رجل آلي Robot بحجم نانوي nano-sized، وستكون مهمة هذا الرجل الآلي بناء التجهيزات والآلات والمنتجات الجديدة (كرة سلة مثلاً) وفقاً لتقنية النانو، ذرة فذرة، ولكن لما كان أي منتج مؤلف من ترليونات trillions (مليون مليون) من

أنابيب الكربون النانوية، ستستخدم في بناء الأجهزة الالكترونية الحديثة وفقا لتقنية النانو. وهي عبارة عن أنابيب جوفاء من ذرات الكربون أرفع بعشرة آلاف مرة من شعرة الإنسان. لها ناقلية النحاس الكهربائية وناقلية الألماس الحرارية. وأقوى بمائة مرة من الفولاذ. اكتشفها العالم الياباني سوميو ليجميا sumio Liji في العام 1991 في مختبرات شركة NEC Crop.



obeikandi.com

الذرات والجزيئات، فستبدو عملية البناء هذه بطيئة نسبياً، لذلك سيكون الهدف التالي بعد تكوين هذا الرجل الآلي هو تمكينه وبرمجته من استنساخ نفسه بنفسه، ثم تقوم النسخ باستنساخ نفسها أيضاً، وسرعان ما ينتج لدينا ملايين النسخ المدارة من كمبيوترات نانوية فائقة تقوم كلها بوظيفة الإنتاج على التوازي للإسراع بالعملية الإنتاجية.

وفي سبيل الوصول إلى هذا الهدف، يعمل العديد من العلماء في حقول علمية مختلفة، من كيمياء وبيولوجيا وفيزياء وألكترونيات، في محاولة للسيطرة المطلقة على المادة في مستواها الذري والجزيئي.

إذاً، فالنانوتكنولوجيا هي السيطرة المطلقة على ذرات المادة، وتصنيع أي منتج نريده انطلاقاً من بناء ذراته واحدة فواحدة.

والسؤال الذي يلي، **ماذا يمكن أن ننتج بتقنية النانو هذه؟**

ذكرت فيما مر كرة السلة كنموذج لمنتجات تقنية النانو، وبالطبع ستركز مثل هذه التقنية المتقدمة على منتجات فائقة التقدم والصغر وأكثر أهمية من كرة السلة، كمبيوترات فائقة مثلاً، أسرع ببلايين المرات من الموجودة حالياً، تتحكم بآلات نانوية أيضاً تتجول في أجسامنا كأنظمة مناعية صناعية، تتولى إصلاح خلايا الجسد وترميم أنسجته وتوقف أو ربما تعكس تقادمه عبر السيطرة على الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين DNA.

رسم كمبيوتري لشكل جديلة DNA أو الحمض الريبي النووي منقوص الأوكسجين، وهو بنية كيميائية تشكل الصبغيات الوراثية التي تتألف بدورها من المورثات Genes.

openkandil.com

ما رأيكم أيضاً بإنتاج بضائع استهلاكية ذاتية التجميع في كراج منزلكم بوساطة ضخ ذرات من الجو المحيط. هذا مثال آخر لما تفكر به تقنية النانو، أو إعادة رصف الطرقات بخلايا شمسية ذات فعالية كبيرة ذاتية التجميع أو إنهاء المجاعة والتضور باستخدام مستنبتات زجاجية Green houses آلية ذاتية التجميع.

ولكن متى سيحدث هذا؟

إن هدف النانوتكنولوجيا هو تصنيع جهاز يدعى «**المجمع الكوني**» universal assembler، الذي سيكون بمقدوره بناء أي منتج يمكن صياغة طريقة إنتاجه على شكل برنامج حاسوبي software، وربما سيكون مشابهاً لفرن المايكرويف microwave oven، مواده الأولية ذرات أحد العناصر الطبيعية يستقيها من ملقم ذرات وهو الذي بدوره يستقيها من الجو المحيط أو من التربة، ربما سيكون بإمكانه التقاط ذرات العناصر الموجودة في الهواء أو التراب، ويعيد تشكيلها وفقاً لطلبنا ويقدمها لنا منتجاً جاهزاً، وجبةً أو دراجةً أو حاسباً ...

ذكرت فيما سبق بأن تقنية النانو تبشر بوقف قطع الغابات، وذلك لأنها تقطع للحصول على مكونات عجينة الورق، ثم تعالج في مصانع تحولها بطرق كيميائية إلى منتجات الورق المختلفة، وللحصول أيضاً على أدوات المطبخ المعدنية، تحرث الجبال وتستخرج المواد المعدنية الخام، ثم تنقى وتعالج في أفران خاصة، وبعدها تصب وتشكل ضمن قوالب في درجات حرارة عالية للحصول أخيراً

على أداة منزلية، طنجرة أو مقلاة أو شوكة مثلاً، أما تقنية النانو فتبشر بإلغاء مراحل الإنتاج هذه، وتقفز بالعملية الإنتاجية من مادتها الذرية إلى المنتج النهائي مباشرة، عبر تجميع ذرات المنتج المطلوب ذرة ذرة. فلو رتبنا ذرات الكربون، مثلاً، بطريقة معينة لحصلنا على الألماس، ولو أعدنا ترتيبها بطريقة أخرى لحصلنا على المطاط، ربما لن يبقى حينها حاجة لعمال مناجم يعفر وجوههم سخام الفحم والمستخرجات الأخرى، أو لعمال يقفون أمام أفران صهر المعادن تلفح وجوههم حرارة المعادن الملتهبة.

ولكن، كم ستكون قيمة النقود في ذلك العصر النانوي؟ كيف سيتغير سلوك الأفراد والدول عندما تنعدم قيمة المصادر الطبيعية فلا يعود هناك مبرر للتصارع عليها؟

إن لكم أن تسرحوا بخيالكم بعيداً فيما يمكن أن يحدث للاقتصاد إذا تركز الطلب على جهاز «المجمع الكوني» هذا فقط.

ربما يحتاج هذا الأمر إلى وقت يقدره بعض الخبراء المتحمسون بأقل من 15 عاماً، ولن ننسى بالطبع التطور الكبير المتسارع في العلوم الأخرى، كمشروع الجينوم البشري Genome، الذي سيدعم أبحاث تقنية النانو و يساعد على تقليص هذه الفترة.

إن ما قدح زناد هذه التكنولوجيا محاضرة لعالم الفيزياء الشهير «ريتشارد فاينمان» في عام 1959 عنوانها «هناك وفرة و متسع في الأسفل» There is plenty of room at the bottom قال فيها: «إن مباديء الفيزياء، بقدر ما أرى، لا تحول دون إمكانية التحكم بالأشياء ذرة فذرة».

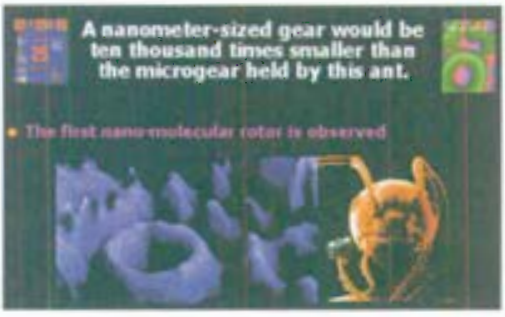
وظلت هذه الرؤية بعد ذلك بين صد ورد، قبول ورفض، جذبت إليها فلاسفة أدب الخيال العلمي أكثر مما جذبت علماء فعليين (ولكن تاريخ العلم يعلمنا أن أدب الخيال العلمي كان دائماً متقدماً على تطبيقات العلم) إلى أن وضع اريك دركسلر Eric Drexler في عام 1986 في كتابه «محركات البناء» Engines of creation بشكل واضح وسلس أسس هذه التقنية الجديدة، ودخلت تسميته «النانوتكنولوجيا» قاموس اللغة، وتلقفها العلماء ليشرعوا بأبحاثهم النانوية، وتتالت بعد هذا المقالات في المجلات العلمية الرصينة، وامتلأت مراكز البحث الجامعي الغربي بالعلماء المتحمسين لهذه التقنية الجديدة.

اريك دركسلر

ريتشارد فاينمان

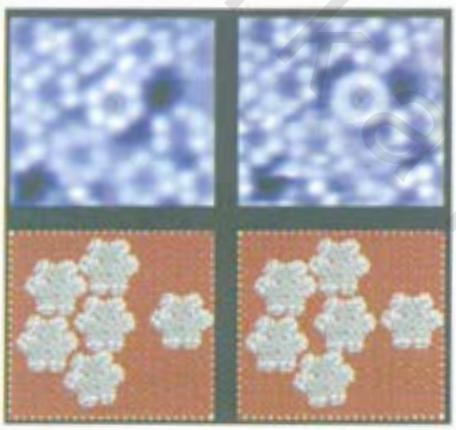
أعداد كبيرة متزايدة من الشركات العالمية، مثل Lucent Tech-.IMB Mitsubishi.Hitachi.nology، وSamsung، شرعت بأبحاث النانوتكنولوجيا بشكل علني، وأغلبها يحاول إبقاء مكتشفاته في هذا المجال طي الكتمان، وتمول العديد من حكومات بعض الدول المتقدمة، مثل اليابان، الصين، ألمانيا، بريطانيا، وروسيا، أبحاثاً في هذه التكنولوجيا، لأهميتها القومية مستقبلاً، وكان الرئيس الأمريكي السابق بيل كلينتون قد خصص، قبيل مغادرته

وفقا لتقنية النانو، فانه سيكون بالمقدور صناعة مسنن gear أصغر بعشرة الاف مرة من هذا الذي تحمله النملة في الصورة.



البيت الأبيض، مبلغ 495 مليون دولار لأبحاث هذه التكنولوجيا خلال العام 2001.

كما أن شركة Nanophase Technologies Corp. الأمريكية بدأت بطرح أسهمها للعموم في سوق أسهم التكنولوجيا المتقدمة «الناسداك» Nasdaq، مما يدل على أن هذه الشركة بدأت بتحقيق أرباح في مجالها، وكسبت ثقة بعض المستثمرين.



أعلى يسار: عجلة جزيئية ساكنة.
أعلى يمين: عجلة جزيئية دائرة.
اسفل الصورة: التمثيل الجزيئي للعجلتين.

يذكر عالم الكيمياء باول أليفيساتوس Paul Alivisatos من جامعة بركلي في كاليفورنيا أنه كان الوحيد في الجامعة الذي يبحث في هذه التقنية قبل عشر سنوات، والآن ما يقارب من 30٪ من علماء قسم الأبحاث يعملون بالبحث في هذه التقنية، **النانوتكنولوجيا**.