الفصل الأول

تقنية النانو في العلم المعاصر
Nano-Technology in Contemporary Science

(١,١) المفهوم العلمي لتقنية النانو
Nano Technology Scientific Term

هناك مجموعة متنوعة من المفاهيم المتداولة لسياق المفهوم العلمي لتقنية النانو ورغم أن هناك بعض الاختلافات حول هذه التعاريف، إلا أنها في حد ذاتها ذات طبيعة وصبغة أكاديمية فقط. وأن الطريقة التي سيحدد بها تعريف تقنية النانو في سياق تنظيمي يمكن أن يحدث فارقا هاماً بخصوص ما يتم تنظيمه وسياقه وما يحمله في طياته، وكذلك مدى نجاح هذه الثورة العلمية القادمة. أن تقنية النانو Nano-Technology هي تقنية المواد المتناهية في الصغر، وهي تقنيات تصنع على مقياس النانو متر (أصغر وحدة قياس مترية تبلغ واحد من ألف من مليون من المتر) وهو المقياس الذي يستخدمه العلماء عند قياس الذرة والالكترونات التي تدور حول نواة الذرة.

(١,٢) المواد النانوية
Nano-Materials

وتعرف المواد المتناهية في الصغر على أنها مواد لها بعد واحد على الأقل في السلم النانومترى بحيث تقل عن ١٠٠ نانومتر. وتتميز المواد المركبة من الجزيئات

المتناهية في الصغر ببعض الصفات والتي من خلالها تعطى مدلولات علمية عن طبيعة إستخدامها. فتتحلى تلك المواد المتناهية الصغر بالصلابة الشديدة والمرونة العالية مقارنة بالمواد العادية. فكلما قلص حجم الجزيئات ارتفعت صلابة المادة، ويفترض أن تقليص حجم الجزيئات يؤدى إلى تغيير الأواصر والروابط الذرية، المبنية على تشارك وتساهم الإلكترونات.

أما مرونة مواد النانو فتأتى من صغر الحجم جزيئات التي يسمح لها بالانزلاق على بعضها البعض عند بداية الكسر، وهكذا وبناءا على تلك الحقيقة العلمية تم صنع الحزف القوى الصلابة والشديد المقاومة للصدمات في نفس الوقت. ومن الخواص الهامة للمواد المتناهية في الصغر أيضاً أن نسبة سطح هذه المواد إلى حجمها يعد أكبر من نسبته مقارنة بالمواد العادية. ولهذه الخاصية تطبيقات ذات أهمية كبيرة مثل الحوافز في التفاعلات الكيميائية Catalysts الأكثر امتصاصا للمادة. فالحوافز المركبة من مواد متناهية في الصغر لها تطبيقات متعددة مثل تجزيء البترول.

ومن جهة أخرى إن المواد المسامية المتناهية في الصغر تستعمل لامتصاص المواد الكيميائية الملونة أو لتخزن الهيدروجين بأمان. كما تستعمل الجزيئات المتناهية في الصغر في مواد التجميل والمراهم لحماية البشرة من أشعة الشمس. أما القنوات المتناهية في الصغر العضوية وغير العضوية فلها خواص ميكانيكية هامة جداً.

(١,٣) تصنيف المواد النانوية
Classification of Nano-Materials

يمكن الحصول على أجسام متناهية في الصغر في أشكال مختلفة مثل الجزيئات، الألياف، القنوات، الطبقات الرقيقة أو المركبات البنيوية. وللقنوات الكربونية المتناهية في الصغر أهمية خاصة نظراً لتطبيقاتها المتعددة والناتجة من خواصها الميكانيكية، الإلكترونية والكهربائية المميزة.

وتستعمل الأجسام المتناهية في الصغر إما مباشرة في التصنيع أو لصنع مواد أخرى ويمكن تصنيفها إلى ٣ عائلات:

١- المواد المقواة أو المشحونة بمواد متناهية في الصغر.

٢- المواد المتناهية في الصغر المهيكلة في السطح.

٣- المواد المتناهية في الصغر المهيكلة في الحجم.

١- المواد المقواة أو المشحونة بمواد متناهية في الصغر: وهذه المواد تتواجد على صورة مواد مشحونة متناهية الصغر، مثل الصلصال، والميكا. وعادة ما تدمج الأجسام النانوية أو المتناهية في الصغر في مادة ما لإعطاء وظيفة جديدة لهذه المادة أو لتغيير خواصها الميكانيكية، الضوئية، أو الحرارية (مثل منتجات التجميل، في الصباغة، في الأسمنت المقوى، في حبر الطباعة). وجدير بالذكر أن المركبات المحملة بالقنوات الكربونية المتناهية الصغر هي أحسن مثال على هذا الصنف وهناك أمثلة أخرى على ذلك:

- إدماج دخان الحديد في الأسمنت المقوى لتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية، وكذلك سيولته وخواصه الميكانيكية.
- إدماج جزيئات متناهية الصغر من الفحم في الحبر والعجلات لتحسين الخواص الوظيفية له.

٢- المواد المتناهية في الصغر المهيكلة في السطح: وتلعب هذه المواد دوراً هاما ومميزاً في إكساب السطح خواص معينة بطبقة أو عدة طبقات متناهية في الصغر ومن هذه الخواص على سبيل المثال لا الحصر (مقاومة التعرية، مقاومة التآكل، أو تكسبه صفات كيميائية مثل كره المياه Hydrophopicity) أو وظائف أخرى في المظهر، الصلابة أو الإلتحام. وهناك طرق كثيرة لتطبيق وتصنيع تلك المواد مثل (الاقتلاع بالليزر، القذف بحزم إلكترونيات، تثبيت الجزيئات على السطح انطلاقا من البخار بطرق

فيزيائية أو كيميائية). وقد تطورت صناعة تلك المواد بشكل ملحوظ في الآونة الأخيرة وكأمثلة على ذلك:

- إعطاء وظيفة منظف ذاتي على السطح.
- تقوية السطح.

٣- المواد المتناهية في الصغر المهيكلة في الحجم: وهى مواد ذات خواص فيزيائية متميزة فمثلاً يمكن من خلالها تصنع خزف أكثر ليونة بخواص ضوئية، عوازل كهربية أكثر جودة. ويمكن حصر أهم العراقيل التى تحول دون تطوير تلك المواد في الآتي:

- عدم استقرار البنيان المتناهي الصغر في درجات الحرارة المرتفعة.
- عدم توفر الطرق الصناعية لتحضيرها.

ومن المواد التى تنتمي إلى هذا النوع من المواد الحيوية (المرجان، الصدف فيما يخص الخواص الميكانيكية).

(١,٤) خواص المواد في الحيز النانوي
Properties of Materials in Nano Space

أن خواص المواد تتغير بشكل ملحوظ جدًا حسب مكوناتها النانوية، فالمركبات المكونة من حبيبات في حجم النانو تكون أقوى كثيرًا من مثيلاتها في الحجم الأكبر، فعلى سبيل المثال لا الحصر نجد أن مكون نانوى يقدر بحوالي ١٠ نانومتر تكون أكثر صلابة ٧ مرات من المعدن الأصلي ، وهذا التغيير الكبير بخواص المواد في الحيز النانوي يرجع إلى الأسباب الآتية :

- **الزيادة النسبية للمساحة السطحية Relative Increase of Surface Area**

المواد النانوية لها مساحة سطح أكبر عندما تقارن بنفس الكتلة من المادة المنتجة في الحيز الأكبر، وهذا يجعل المواد أكثر نشاطًا كيماويًا وتؤثر في قوتها أو خواصها

الكهربائية، وفي بعض الأحيان قد تكون المواد الخاملة في الحيز الكبير نشطة عندما تنتج في الحيز النانوي. أي أنه عندما تصغر الجسيمات المكونة للمادة فإن نسبة كبيرة جدًا من الذرات تتواجد على السطح مقارنة بتلك التي في الداخل. فالجسيمات التي لها حجم ٣٠ نانومتر تتواجد نسبة ٥٪ منها فقط على السطح، بينما الأخرى ذات الحجم ١٠ نانومتر تتواجد ٢٠٪ منها على السطح، وحجم ٣ نانومتر تتواجد منها ٥٠٪ على السطح. وبما أن التفاعلات الكيماوية تحدث عند السطح فإن المواد النانوية أكثر نشاطًا من مثيلاتها الأكبر.

- **التأثير الكمي Quantum Effect**

تبدأ التأثيرات الكمية في التحكم في تصرفات المادة في حيز النانو وخاصة في النهاية الصغرى فتؤثر في خواص المواد الكهربائية، المغناطيسية والبصرية.

(١,٥) المواد النانوية في الطبيعة
Nano-Materials in Nature

إن كثير من التركيبات والأجهزة والأنظمة التي خلقها الله في الطبيعة تعمل في الحيز النانوي، وقد استفاد العلماء من تقليدها واستخدامها. فأوراق اللوتس المركبة نانويًا والتي تخلق أسطح طاردة للمياه قد تم الاستفادة منها في إنتاج الملابس المضادة للأوساخ، وآخرون يحاولون تقليد قوة ومرونة خيوط العنكبوت المقواه ببللورات نانوية، وكذلك فإن أجسامنا وأجسام الحيوانات تستخدم مواد بروتينية مُحركة Motor Proteins وأجهزة وأنظمة نانوية طبيعية مثل البروتين والأغشية، ومحركات البروتينات والتي تخلق من الجزيئات الفردية عن طريق القنوات الأيونية وأجهزة إنتاج الطاقة أو الميتوكوندريا Mitochondria Ion channels. وفي الحقيقة فإن كثير من الوظائف المهمة والأجهزة والمكونات الحية تخلق عن طريق التجميع الذاتي Self Assembly تعمل في الحيز النانوي فمثلا بروتين الهيموجلوبين الذي يحمل الأكسجين خلال الجسم يبلغ

قطره ٢ نانومتر ونجد أن الحمض النووى منقوص الأكسجين Deoxyribonucleic acid (DNA) قطره ٥ نانومتر. وفي الحقيقة إن المواد النانوية حولنا في الطبيعة كثيرة، فنواتج الأنشطة الفوتوكيميائية والبركانية ودخان الحريق والسيارات والمنتجات الناتجة عن الاحتراق كلها تركيبات نانوية.

(١,٦) أنواع المواد النانوية
Nano-Matreials Types

(١,٦,١) المواد النانوية ذات البعد الأحادي Single Dimensional Nano-Materials

هي تلك المواد التي لها بعد واحد في حيز النانو وممتدة في الأبعاد الأخرى، مثل الأغشية التي قد تم تطويرها وهندستها على السطوح Engineered Surfaces والسطوح ذات الخواص المحسنة، والتي لها استخدامات كثيرة في قطاعات الكيمياء والطاقة، وهي تعمل على تصغير حجم مصانع الكيماويات والأدوية وتوزيعها قرب أماكن الاستهلاك.

(١,٦,٢) المواد النانوية ثنائية الأبعاد Bilateral Dimensional Nano-Materials

المواد النانوية ذات البعد الثنائي مثل الأنابيب والأسلاك قد أثارت اهتمامات كبيرة في المجتمع العلمي لخواصها الميكانيكية الفائقة، وخير مثال على ذلك هو الأنابيب النانوية الكربونية Carbon Nanotubes وهي أنابيب تصنع من صفائح الجرافيت وتم اكتشافها سنة ١٩٩١م ومنها الأنابيب النانوية العضوية وغير العضوية Organic and Inorganic Nanotube، الأسلاك النانوية Nano wires، البوليمرات الحيوية Bio-Polymers والتي تعطي فرص كثيرة للتنظيم الذاتي لأسلاك DNA البوليمرات الحيوية مثل جزيئات الحمض النووي منقوص الأكسجين بالمعدن، ويقدم فرصة لربط جزيئات DNA المركبة نانونيًا إلى أشكال أكثر تعقيد كإيصال أجهزة الإحساس التي تعمل في البيئة الحيوية بالمحركات الصغيرة النانوية.

(١,٦,٣) المواد النانوية ثلاثية الأبعاد Tertiary Dimensional Nano-Materials

والمواد النانوية ثلاثة الأبعاد لها تطبيقات عديدة في كافة المجالات التطبيقية والعلمية ونذكر منه على سبيل المثال لا الحصر الجسيمات النانوية Nanopartiles وهذه الجسيمات لها خواص جديدة ومحسنة تعتمد على حجمها بالمقارنة بالجسيمات الأكبر من نفس المادة. والجسيمات النانوية مهمة بخواصها الفريدة والسلوك الضوئي لها الذي تتمتع به مثل التفاعلية الكيميائية Chemical Reactivity فمثلاً يصبح أكسيد التيتانيوم Titanium dioxide (TiO_2) والذي يتم استخدامه في الكثير من الأغراض الصناعية بدئاً من الدهان، وواق من الشمس إلى استخدامه في تلوين الطعام.

ونجد أيضاً أن أكسيد الزنك شفاف في حيز النانو وهذه الميزة تعطيهما خواصاً فريدة في صناعة النظارات والشاشات الشمسية. وهذه الجسيمات النانوية لها تطبيقات كثيرة في المدى القصير مثل أدوات التجميل، الملابس، والطلاء وفي المدى البعيد في طرق توصيل الدواء إلى مكان محدد في الجسم وكذلك يمكن تنظيم هذه الجسيمات في طبقات على الأسطح لتعطي مساحة سطح كبيرة تحسن النشاط والتفاعلية.

وتوجد حالياً العديد من التعاريف المختلفة لتقنية النانوية، ومن المهم أن ندرك أنه لم يتم الاتفاق على أي تعريف بعينه. وهذه التعاريف قد تأخذ في بعض الأحيان الأبعاد السياسية والأخلاقية حيث يمكنها أن تحدد ما الذي يثير اهتمام الناس، أو ما الذي يقلقهم، وما الذي يتجاهلونه أو يتحرونه.

ويعتبر وجود العديد من التعاريف مؤشراً جيداً على أن التقنية النانوية (شأنها شأن العلوم الناشئة الأخرى مثل التقنية الحيوية) والتي قد تسبب الخلط بين فئات البحوث النظرية والتطبيقية، والبحوث التي يمولها القطاع العام والقطاع الخاص. وهناك شتى الخلفيات التخصصية والمؤسسات العلمية التي تطرح هواجس وأفكاراً مختلفة للتأثير على ما ستكون عليه التقنية النانوية.

ويعرف علم تقنية النانوي ببساطة بأنه دراسة ظواهر المواد ذات الأحجام الذرية والجزيئية. وتعرف التقنية النانوية بأنها تصميم البني والنظم، وتوصيفها، وإنتاجها، وتطبيقها بالتحكم في الشكل والحجم النانومترين. ومن جانب آخر هي تداول أو ضبط أو موضعه أو قياس أو صوغ أو تصنيع مواد حجمها أقل من ١٠٠ نانومتر.

وتعرّف التقنية النانوية أيضاً بأنها التعامل مع الأجهزة الفعالة القائمة على استخدام وحدات فرعية ذات خصائص محددة تعتمد على الحجم وتميّز بها الوحدات الفرعية أو الإفرادية جملة منها. وهنا يمكن الإشارة أن المواد النانوية هي تلك التي تتألف من مكوّن واحد أو أكثر له بُعدٌ واحد على الأقل يبلغ ما يتراوح بين ١ و١٠٠ نانومتر وتحتوي على جسيمات نانوية، وألياف نانوية وأنابيب نانوية، ومواد مركبة وسطوح بنى نانوية.

وتشمل هذه المواد الجسيمات النانوية كمجموعة فرعية من المواد النانوية التي تعرّف حالياً بتوافق الآراء على أنها جسيمات أحادية يبلغ قطرها <١٠٠ نانومتر. ويمكن أن تكون كتل الجسيمات النانوية أكبر من ١٠٠ نانومتر من حيث قطرها لكنها ستكون جزءاً من النقاش الدائر لأنها قد تتفكك على قوى ميكانيكية ضعيفة أو في المذيبات. وتشكل الألياف النانوية صنفاً فرعيا من الجسيمات النانوية (بما فيها الأنابيب النانوية) التي يبلغ قطرها <١٠٠ نانومتر لكن بعدها (المحوري) الثالث يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير.

ومن جانب آخر يمكن القول أن الأدوات النانوية تمثل الأدوات والتقنيات المستعملة في تخليق المواد النانوية، وتداول الذرات و قياس وتوصيف المواد ذات الحجم النانوي. وبصفة عامة لعل ما تشهده الساحة العالمية من تطورات جوهرية، من الواضح أنها ستؤثر على حياة البشر بشكل أعمق ربما من تأثير تلك المتغيرات العلمية الهائلة التي فاقت كل التصورات والتي تهيمن على عقول العلماء في مختلف أنحاء

العالم. وعلى النقيض من ذلك فإن تلك المنجزات والتطورات لا تزال خارج نطاق " جدول الأعمال " بالنسبة للدول النامية، الدول العربية، ودول العالم الثالث. والأهم أن ما يبدو للوهلة الأولى أن معظم دول العالم غير قادرة على أن تكون جزءا منها، ليس فقط بفعل حاجتها لتمويل ضخم، أو ما تتطلبه من وعى بأهمية هذه التقنية التي فرضت نفسها على الساحة العلمية، ولكن لأن البيئة العامة كلها تبدو وكأنها تدفع في اتجاه معاكس لحركة العولمة Globalization Mobility لتلك الدول أو عدم القدرة على المضي قدما في الاتجاهات الصحيحة.

ولعل عام ٢٠٠١م كان ميلاداً لإحدى وأهم منجزات العصر أو ميلاداً لسيمفونية علمية تعزف على أوتار القرن الواحد والعشرين التي تفرض نفسها وبقوة على الساحة العلمية، والتي جعلت إحدى أهم المجلات العلمية الأمريكية Sciences تختارها كحدث العام إنها تقنية النانو أو Nano-Technology.

فإذا ألقينا نظرة عابرة إلى الوراء فنجد أن التطور التقني الهائل كان هو السمة الفريدة في القرن العشرين (القرن الماضي)، وقد أجمع الخبراء على أن أهم تطور تقنى في النصف الأخير من القرن الحالي هو اختراع الكترونيات السيليكون.

فقد أدى تطوير هذه التقنية إلى ظهور ما يسمى بالشرائح المتناهية الصغر أو Micro Chips والتي أدت إلى ثورة تقنية علمية في جميع المجالات كالاتصالات والحاسبات الآلية والطب والهندسة وغيرها من العلوم المرتبطة الأخرى. بل لم يكن يوجد حتى عام ١٩٥٠م غير التلفاز الأبيض والأسود، وكانت هناك فقط عشرة حواسيب آلية في العالم أجمع، ولم تكن هناك هواتف نقالة أو ساعات رقمية أو الانترنت.

في الواقع يعود الفضل فيها لكل هذه الاختراعات إلى الشرائح المتناهية الصغر السابقة الذكر والتي أدى ازدياد الطلب عليها إلى انخفاض أسعارها بشكل سهل دخولها في تصنيع جميع الالكترونيات الاستهلاكية التي تحيط بنا اليوم وخلال

السنوات القليلة الماضية. وعلى هذا النهج برز إلى الأضواء والساحة العلمية مارد علمي جديد ألقى بثقله وبظلاله على العالم أجمع من نافذة عملاقه وأصبح محط الاهتمام للعالم برمته بشكل كبير وملفت للأنظار، أنه علم تقنية النانو (التقنيات المتناهية في الصغر).

فهذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم، والهندسة والعلوم المرتبطة، ويرى أقل المتفائلون حماساً أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادي. فهي وبكل بساطة ستمكننا من صنع أي شيء يمكن تخيله في أي وقت وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل يفوق الخيال العلمي نفسه وبأقل تكاليف ممكنه، فلنتخيل حواسيب آلية خارقة الأداء يمكن وضعها على رؤوس الأقلام والدبابيس. ولنتخيل أسطولا من الآليات (روبوتات) النانوية الطبية والتي يمكن لنا حقنها في الدم أو ابتلاعها لتعالج الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية.

وتقنية النانو هي مجال العلوم التطبيقية والتقنية التي تغطي مجموعة واسعة من الموضوعات التي تنسجم سويا في قالب رئيسي واحد وهو السيطرة على أي أمر من حجم اصغر من واحد ميكرومتر.

(١,٧) أشكال مواد النانو
Nano Shapes Materials

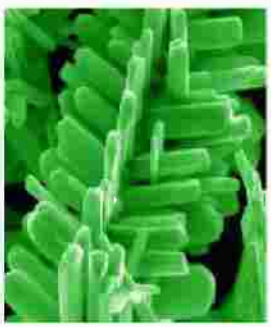
قد ينتاب كل منا التفكير في ملامح وأشكال تلك التقنية الجديدة، وهل هناك ما يميزها عن غيرها من التقنيات، وللإجابة على هذا الاستفسار فيما يلي بعضاً من الأشكال المختلفة لمواد النانو (الشكل رقم ٢) التي تتواجد عليها المواد النانوية فيما يلي:

١- أنابيب النانو Nano Tubes وهي عبارة عن أنابيب مجوفة يبلغ قطر كل منها أقل من ١٠٠ نانومتر، هذا وسوف يتم إلقاء الضوء عليها في الفصول القادمة.

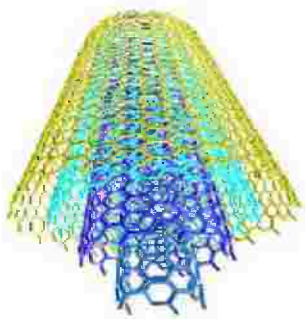
٢- حبيبات النانو Nano Particles وهى حبيبات متعددة الأشكال فمنها المكعبى أو بيضاوي أو كروي الشكل وأبعادها أقل من ١٠٠ نانومتر.

٣- مركب من مواد النانو Nano Composite وهو ناتج توزيع جزيئات النانو داخل مواد عادية، مثل توزيع أنابيب الكربون داخل بعض المواد البلاستيكية للحصول على مركبات ذو خصائص فائقة.

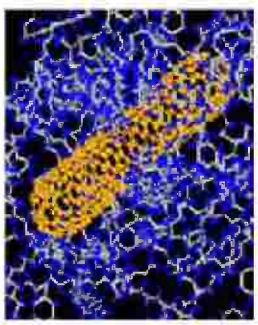
٤- أعمدة النانو Nano Rodes وهذه الأعمدة تشبة أنابيب النانو إلا أنها مصمته من الداخل، مثل أعمدة الذهب واكاسيد الخارصين.



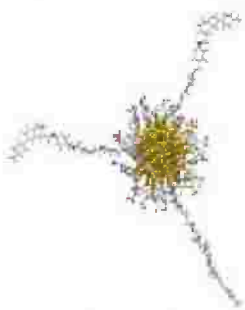
أعمدة النانو Nano Rodes



أنابيب النانو Nano Tubes



مواد النانو Nano Composites



حبيبات النانو Nano Particles

الشكل رقم (٢). الأشكال المختلفة لمواد النانو.

المصدر: Hafner et al., (2001)

(١,٨) علوم النانو
Nano-Sciences

هي دراسة ظاهرة ومعالجة المواد عند الحيز الذري، الجزئي، والجزئي الكلي حيث تختلف الخواص بشكل كبير عن مثيلتها في الحيز الأكبر. وعلم تقنية النانو Nano-Technology هو العلم الذي يعني التحكم التام والدقيق في إنتاج المواد وذلك من خلال التحكم في تفاعل الجزيئات الداخلة في التفاعل وتوجيه هذه الجزيئات من خلال إنتاج مادة معينة، وهذا النوع من التفاعل يعرف بالتصنيع الجزيئي، ووضع الذرات أثناء التفاعل في مكانها الصحيح أو المناسب. فمثلا لو تم توجيه وضع ذرات الكربون في الفحم عند إجراء التفاعل فإنه يمكن أنتاج الماس. وكذلك لو تم توجيه وضع ذرات الرمل عند إجراء التفاعل يمكن إنتاج المواد المستخدمة في إنتاج شرائح الحاسب الآلي.

ويمكن تبسيط هذا العلم العملاق بأنه علم تقنية الأجسام المتناهية الصغر في العلوم الطبيعية وهو نظير الخلايا الجذعية Stem Cells في علوم الأحياء. حيث أنهما يمثلان وحدة البناء الأساسية للمادة. التي يتم تشكيلها وتفصيلها حسب الطلب. وفي الواقع أن كل منهما سيحدث ثورة هائلة في مستقبل العلوم التطبيقية وعلاج الأمراض المستعصية. فمن خلال الخلايا الجذعية Stem Cells يمكن تكوين أعضاء بشرية جديدة بالجسم مثل الكبد، والكلية، والعظام، والمعدة، الرئة، والقلب. وهكذا باستخدام تقنية النانو . يمكن بها إعادة هيكلة ذرات وجزيئات المادة الداخلة في التفاعل الإحيائي . ومن ثم تكوين مواد وأعضاء جديدة لها مواصفات خارقة.

واستنادا للطريقة التقليدية في تصنيع المواد الكيماوية المختلفة والتي تتم بخلط مكونات التفاعل معا بدون الأخذ في الاعتبار اتجاه الذرات الداخلة في التفاعل وبالتالي فإن المادة الكيماوية الناتجة تكون خليطا من عدة مواد. أما باستخدام تقنية النانو فمن الممكن توجيه وضع الذرات الداخلة في التفاعل بتوجيه محدد وبالتالي فان المواد الناتجة سوف تكون أكثر دقة وأكثر نقاوة من التصنيع بالطرق التقليدية. وعلى أساس ذلك

يمكن توحيد نوعية المنتج، وكذلك تقليل تكلفة الإنتاج، وخفض الطاقة المستهلكة. وتبشر هذه التقنية الواعدة بأن سيكون هناك أجهزة نانوية Nano-Devices ستكون قادرة على توجيه الذرات ووضعها في مكانها الصحيح أثناء عملية التفاعل.

(١,٩) أسباب الاهتمام بتقنية النانو
Causes of Nano-Technology Attention

هناك أسباب رئيسية لسر الاهتمام العالمي الكبير بتقنية النانو. فنجد أن البحوث في علوم وتقنية النانو تساعد على ملئ الفراغ في معرفتنا الأساسية للمادة في النهاية الصغرى للحيز النانوي متمثلاً في الذرات الفردية والجزيئات. فضلاً أن ظاهرة الحيز النانوي واعدة بكثير من التطبيقات والاستخدامات التي ستغير من المفاهيم التقليدية للتصنيع، الصحة، والعلاج، الطاقة والمياه، والبيئة. وكذلك لم خلق أكثر من ٧ مليون فرصة عمل، ومن الأمثلة على ذلك التصنيع الكيماوي باستخدام التجميع الجزيئي المصمم، والكشف ومعالجة الأمراض المزمنة والسرطان بواسطة التدخل في مكونات الخلية، إعادة توليد الأنسجة وتعميق التعلم للأعصاب وعمليات الإدراك، الكشف عن الكيماويات والأجسام الحيوية باستخدام جزيئات قليلة، تنظيف تلوث البيئة كالتربة، الهواء، والماء (وغيرها من التطبيقات والاستخدامات الأخرى في الطاقة والمعلومات والفضاء، الغذاء...إلخ. إن الحكومات في الدول المتقدمة تضغط بشكل مستمر وبأسرع ما يمكن لتطوير علوم وتقنية النانو وقد بدأت البرامج البحثية في هذه الدول تأخذ طريقها بقوة وسرعة شديدتين.

(١,١٠) الجيل الخامس من الثورة الإلكترونية
Electronic Revolution of the 5th Generation

في الواقع إن تقنية النانو Nano-Technology هي الجيل الخامس 5th Generation الذي ظهر في عالم الإلكترونيات وقد سبقه الجيل الأول ويتمثل في استخدام المصباح

الإلكتروني Lamp بما فيه التلفاز Television. ثم تلاه الجيل الثاني ويتمثل في اكتشاف الترانزيستور Transistor (وهو جهاز يستخدم لتضخيم وتحويل الإشارة الضعيفة التابعة للزمن إلى إشارة قوية.

وهناك وظائف مهمة أخرى يستطيع الترانزيستور أن يقوم بها في الدوائر الإلكترونية لكن مقدرته على التضخيم تعد الوظيفة الرئيسية بالنسبة لاستخداماته الأخرى)، وانتشار تطبيقاته الواسعة. ثم الجيل الثالث ويتمثل في استخدام الدوائر التكاملية Integrate Circuit (IC) وهي عبارة عن قطعة صغيرة جداً شكلت قفزة هامة في تطور وتقليل حجم الدوائر الالكترونية.

وظهر بعد ذلك الجيل الرابع ويتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة Microprocessors والذي أحدث ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية Personal Computers ورقائق الحاسبات الآلية السيليكونية التي أحدثت تقدماً في العديد من المجالات العلمية والصناعية. أما الجيل الخامس ويتمثل فيما صار يعرف باسم تقنية لنانو Nano-Technology وهذا المصطلح العلمي كثيرا ما نسمع عنه في الفترة الأخيرة من خلال وسائل الإعلام. وزاد اشتياق الكثيرون في التقرب لهذا المارد القادم في عصر الثورات العلمية وعصر العولمة.

(١,١١) بداية تقنية النانو
Beginning of Nano-Technology

لقد حاول الفيلسوف اليوناني ديموقريطس Democritus قبل نحو ٢٥٠٠ عام (ولد ديموقريطس في أبديرا بشمالي اليونان. وكتب في علم الأخلاق والفيزياء والرِّياضيَّات والأدب واللُّغة. ولكن لم تبق سوى قلة من مؤلفاته.

أمَّا معرفتنا عن نظريَّته في المذهب الذَري، فتأتي مما ذكره المؤلفون القدامى الآخرون) أن يبرهن أنَّ العالم مكوَّن من عدد غير محدود من الذَرات، يتحرك في فراغ

لا حدود له. ولهذه الذرات Atoms جُسَيمات من المادَّة غير مرئية، وغير قابلة للانقسام، وغير مولّدة أو قابلة للفناء. وتختلف عن بعضها في الحجم والشّكل والوضع. وكل شيء في هذا العالم مكوّن من مجموعة مختلفة عن غيرها من هذه الذرات. وقد جاء عالمنا من تركيب عَرَضي لهذه الذّرات.

وبسبب وجود عدد غير محدود من الذّرات، فقد وجدت عوالم أُخرى أيضًا. كما اعتقد ديموقريطَس Democritus أنَّ الإحساس بجميع أنواعه نوع من اللّمسات ناتج عن ذرَّات تصطدم بأعضاء الحِسِّ. ولكنَّ الحواس لا تقدِّم معرفة صحيحة بالحقيقة. ومن مأثوراته أيضاً، إنَّ الحواسَّ تكشف عن عالم من الألوان، والرَّوائح، والمذاقات، بينما لا يوجد في الواقع إلا الذّرات والفراغ. وطبقًا لما يقوله ديموقريطس، فإنَّ المعرفة الحقيقيَّة هى معرفة الذّرات والفراغ تأتي من العقل لا من الحواس. وبهذا كانت نظريته هي الأكثر أهمية حول ما تم قوله بشأن الطبيعة.

وعلى نهج هذا الفيلسوف اليونانى الكبير، قد عرّف النانو عند الصينيون قبل حوالي قرن من الزمان (١٠٠٠عام) وعرفوا استخدام تقنية الناتو بدون مسماها الحالي بأنها ستكون الثورة العلمية والمارد التقني في القرن الحادي والعشرون. لقد قرأ الصينيون مستقبل التاريخ العلمي قبل مولده بعدة قرون من الزمان. فلقد استخدموا الذهب كأداة للتلوين. لتلوين الفّخاريات باللون الأحمر. كما عرفه الرومان في القرن التاسع عشر في استخدام تلوين الزجاج.

ومن جانب آخر هل يصدق المرء أن المسلمون استخدموا تقنية النانو منذ قرون؟ فالسيف الإسلامي المحدب الشهير الذي استخدم ضد الفرسان الصليبين في الحروب الصليبية ربما كان مميتا إلى هذا الحد الكبير الذي كان عليه لأن صانعي الشفرات المسلمين خلال العصور الوسطى استخدموا شكلا من أشكال تقنية النانو بحسب ما ذكره خبراء ألمان German Experts.

فقد اشتهرت الشفرات الدمشقية التي كان يستخدمها المقاتلون المسلمون بقوة غير عادية وبحافتها الحادة وشكلها المقوس الأخاذ. ومن المعتقد أنها صنعت من قطع صغيرة من الصلب المعروفة باسم Wootz وهو من نوع من الفولاذ كما يطلق عليه ويصنع في الهند بطريقة خاصة. وتحمل أنصالها سمات من نمط محدد مترابط، ينتج عن عملية تسخين الفولاذ، وتحويله إلى فولاذ صلب، وطرقه.

وقد اختفت أسرار صنع هذا التصميم الفريد في القرن الثامن عشر. وعجز حدادو أوروبا عن القيام بهذه العملية مرة أخرى. وظلت الكيفية التي تمكن بها حدادو العصور الوسطى من التغلب على ضعف المادة الصلبة لإخراج هذا المنتج النهائي القوى سرا من الأسرار حتى يومنا هذا. بيد أن العلماء بدأوا الآن في إزاحة الستار عن أسرار السيف الدمشقي وكانت النتائج مدهشة.

فقد كشف تحليل لواحد من الشفرات دقيقة التكوين صنعت خلال القرن السابع عشر عن وجود أثار لأنابيب متناهية الصغر من الكربون عبارة عن اسطوانات دقيقة من الكربون ذات مواصفات خاصة. واليوم صارت تلك الأنابيب متناهية الصغر المصنوعة من الكربون قمة تقنية النانو أو علم المواد متناهية الصغر التي تعد بتغيير نمط حياتنا. كما وجدت بقايا " لأسلاك متناهية في الصغر" من الكربيد. هذه الأسلاك المصنوعة من مادة شديدة الصلابة ربما احتوت داخلها على أنابيب متناهية الصغر من الكربون وأنها هي التي أعطت للسلاح قوته غير الطبيعية وشكله الأخاذ.

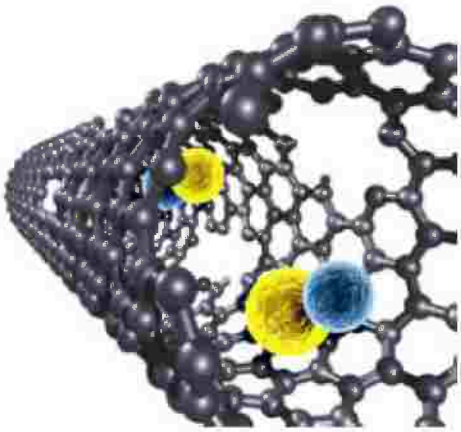
ويقوم أحد فريق بحثي من الجامعة التقنية بمدينة Dresden الألمانية بالإجابة على التساؤلات حول كيفية استطاع الحدادون من خلال تطوير معالجة الشفرة لأقصى حد ممكن من عمل أنابيب متناهية في الصغر قبل أكثر من ٤٠٠ سنة. وهم يعتقدون أنه بمزيد من الدراسة لتركيبة السيف ربما صار من الممكن إعادة إنتاج هذه الوصفة التي طال نسيانها للصلب الدمشقي.

ودرس باحث ألماني صورا للسيوف الدمشقية التقطها المجهر الالكتروني، وعثر فريقه على تراكيب لأنابيب بأحجام نانوية داخل هذا الفولاذ، تشابه الأنابيب الكربونية النانوية التي يوظفها المصممون في التقنيات الحديثة لصنع منتجات متينة تتصف بخفة وزنها. واكتشف الفريق البحثي الإلماني هذه الأنابيب النانوية (الشكل رقم ٣)، بعد وضع قطعة من سيف دمشقي في حوض يحتوي على حامض الهيدروكلوريك، وذلك بهدف إزالة تراكيب نانوية أخرى وهي خيوط نانوية من خام إسمنتي طبيعي وجدت في السيوف.

وتصور العلماء أن الأنابيب النانوية قد تساعد في حل أسرارها، كما أُعتقد أن الشوائب في الخام الهندي تحولت إلى أشكال بللورية عند التسخين في درجات حرارة عالية، الأمر الذي ساعد على تشكيل الأنابيب النانوية من الكربون الناتج عن احتراق قطع الخشب وأوراق الشجر التي تستخدم كوقود لصنع هذا الفولاذ.

وقد واجهت هذه الفرضية الألمانية اعتراضات العلماء، إذ صرح أحد الخبراء في صناعة الفولاذ أن المادة الإسمنتية يمكن أن تظهر على شكل قضبان ولهذا فان الأنابيب النانوية ربما ليست موجودة اطلاقا. وأن الأنابيب النانوية يمكن أن تكون قد تسربت من الأجهزة والمواد التي درست بواسطة السيوف الدمشقية، ولكن رغم هذه الافتراضات كانت متأرجحة بين مؤيد ومعارض إلا أن العلماء إتفقوا في أن الشيء المهم هو أن الأنابيب النانوية تقدم خدمات جليلة للتقنية سواء كانت قديمة أم حديثة.

وفي واقع الأمر إذا كان العصر الحالي يتميز بالتطورات التقنية المتلاحقة والتي تثير النزعة العلمية والمعرفية لدى الكثيرين من العلماء والباحثين في شتى مجالات العلم والحياة، فإن تقنية النانو هي حدث الساعة الآن بل إنها تتطور بسرعة غير مذهلة وغير عادية. ولم يتم تحديد هوية هذا المجال حتى عام ١٩٥٩م، فأول من قام بالتفكير في موضوع النانو هو عالم الفيزياء الأمريكي Richard Feynman والذي حصل على جائزة نوبل في عام ١٩٦٥م.



الشكل رقم (٣). الأنابيب النانوية المؤلفة من شبكة من الذرات الكربونية.

المصدر : http://www.nanotechnology.com

لقد دعا هذا العالم العملاق والملقب بالأب الروحي لعلم تقنية النانو إلى استغلال الآليات الصغيرة في إحداث ثورة تقنية. ورغم تعرّض هذا العالم والمفكر إلى الاضطهاد العنصريّ والديني ومواجهته لمصاعب جمّة للالتحاق بإحدى الجامعات الأمريكيّة في السنوات الثلاثين من القرن الماضي، إلا أنه تمكن بفضل عزيمته القوية ومثابرته من الحصول على جائزة مشروع مانهاتن Manhattan Project الذي خطّط لصنع القنبلة الذريّة (مشروع سري في الولايات المتحدة الأمريكية لصنع القنبلة النووية) .

وبفضل مجهوداته العبقرية أيضاً تمكن من الحصول أيضاً على جائزة نوبل في الفيزياء سنة ١٩٦٥م وذلك لدوره الرّائد في البحوث الكهرومغناطيسيّة الكوانتيّة. ولقد كان لخطابه الشهير الذي ألقاه سنة ١٩٥٩م تحت عنوان: "هناك أماكن لا حصر لها في القاع" صدى واسعا في أوساط العلماء وكان يقصد من ذلك أنّ الجسيمات الصغيرة جدّا كالذرّات تسمح بإمكانيات تقنية لا حصر لها. فظلّ يدعو أيضاً إلى الاستثمار في التقنية النانوية ويحلم بصنع حواسيب كوانتية وآليات (روبوتات) صغيرة ورقائق قادرة

على التقاط المعلومات وبثها إلى الخارج وأخيرا تطويع الكائن البشري من القيام بوظيفة التحكم والمراقبة خلال غرس Implants رقائق مرورا إلى الآلة. إنّه مشروع الإنسان الآلي ومشروع المفكّرة التي ستعوّض الإنسان. أنّ مشروع فاينمان Feynman كان يهدف إلى إعداد إنسان آلي جديد بمواصفات تقنية جديدة تمنح فرصة الاندماج بين العضوي واللاعضوى.

ريتشارد فينمان
Richard Feynman

كان Feynman فيلسوفاً مرتكزاً على قاعدة علمية قوية وكذلك كان قارئاً جيداً للتاريخ، واعتقد أنّه لا يوجد أي قانون فيزيائي يمنع من تكوين موسوعة كونية متعدّدة الاختصاصات والمجالات. فكما أنّ خلايانا وأنويتها تحمل معلومات لا حصر لها عن خصائصنا وأجسامنا وعقولنا وتصرّفاتنا فماذا يمنع أن نقلّد هذه الخلايا في العلم الحديث. وكان هذا العالم الجليل دائماً يتساءل لماذا لا نتّخذ من نموذج النّظام الإحيائي مثالا نقتدي به. ويتصور دائما كائنا صغيرا يقوم بما يعجز الإنسان عن القيام به.

لقد كان في مخيلة Feynman أنه لما لا نجعل الحاسبات الآلية أقلّ حجما وأكثر كفاءة ؟ بل كان من وجهة نظره أنه لابدّ للآلة الجديدة أن تكون صغيرة الحجم ذات كفاءة فائقة وتكاليف أقل.

أمّا الإمكانية الأخرى التي خطرت ببال هذا العبقري فهي أن يتوصّل العلم في يوم ما إلى اختراع آلات صغيرة جدًا تقوم مقام المحرّكات الضخمة والصناعيين والجرّاحين. لقد استلهم Feynman لرؤاه من الظواهر الحيوية، ويمكن اعتباره أوّل من وضع تقنية النانو Technology Nano- التي يمكن تلخيصها في صناعة ذريّة نستثني منها النشاط الإشعاعي. لقد تم إدخال مصطلح التقنية النانوية Nano-Technology لأول مرة عام ١٩٧٤م وذلك من قبل الباحث الياباني Norio Taniguchi عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل وطرق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية بدقة ميكروية عالية.

أما البوابة إلى عالم الذرات فقد تم فتحها عام ١٩٨٢م عن طريق الباحثين السويسريين Gerd Binnig & Heinrich Rohrer، حيث قاما بتطوير الميكروسكوب الأكثر دقة من أجل مراقبة الذرات وإمكانية التأثير بها وإزاحتها وبعد إنجازهما المشترك بأربع سنوات ١٩٨٦م حصلا على جائزة نوبل. وفي عام ١٩٩١م اكتشف أحد اليابانيين الأنابيب النانوية المؤلفة فقط من شبكة من الذرات الكربونية وبالقياس تم الحصول على مقاومة شد أعلى من مقاومة شد الفولاذ بعشرة مرات وأكثر قسوة واستقراراً من الماس بمرتين على الأقل.

هينريتش روهرر
Heinrich Rohrer

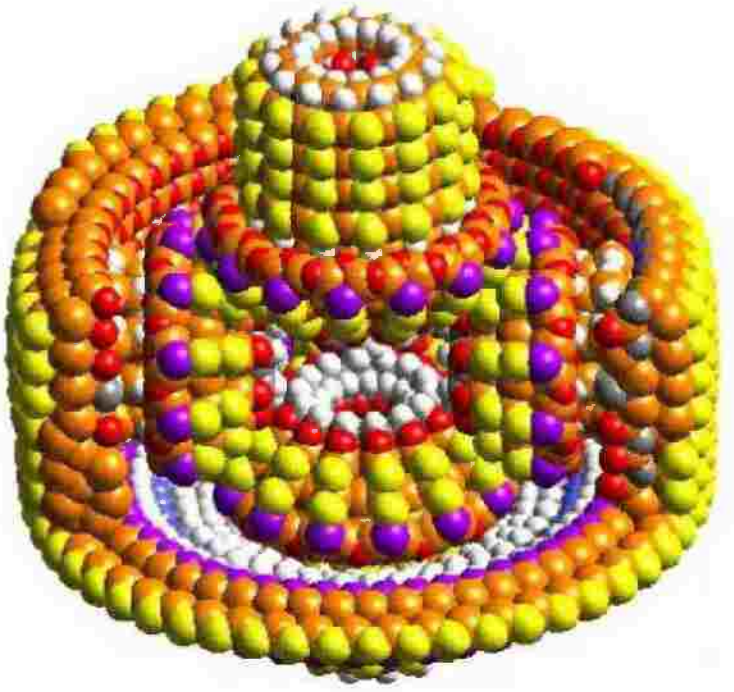
جيرد بينج
Gerd Binnig

ولكن ظل هذا الحدث خامدا إلى عام ١٩٨٦م، والذي أعلن عن ظهور تقنية حديثة في مهدها الأول في ذلك الوقت سميت تقنية النانو. وأعتقد البعض أن تاريخ انطلاق تقنية النانو تمّ فعلياً بعد اختراع الميكروسكوب الذرى Atomic Force Microscope عام ١٩٨٦م، وقد أتاح ذلك للعلماء فرصة رؤية الذرات Atoms والجزيئات Molecules وعندها أدرك هؤلاء أنه سيكون ممكناً التحكم بذرات أو جزيئات المادة لصناعة أشياء فائقة الصغر. إلا أن هذه التقنية عاودت الظهور بكثافة عالية مؤخراً منذ عام ١٩٩٠م وهى البداية الحقيقية العملية لعصر تقنية النانو.

إريك دريكسل
Eric Drexler

واعتبر عالم الرياضيات الأمريكي اريك دريكسلر Eric Drexler وهو أحد المؤسسين الفعليين لعلم تقنية النانو حيث قام بصياغة مفهوم جديد لتقنية النانو. وبالرغم من التأخر في هذه التقنية مقارنة بالتقدم الهائل في علوم الحاسب الآلي وغيرها من تقنية الاتصالات. حيث قام إريك دريكسلر Eric Drexler في عام ١٩٨٦م بتأليف كتابا أحدث ثورة في تاريخ تقنية النانو وأسماه محركات التكوين Engines of Creation، بمعهده Forsight الشهير ولقد بسَّط فيه الأفكار الأساسية لعلم تقنية النانو Nano-Technology في هذا الكتاب، والذي يعتبر مرجعاً هاماً في هذا العلم الواعد. وتتمثل الفكرة الأساسية في الكتاب بأن الكون كله مكون من ذرات وجزيئات، وأنه لا بد من نشوء تقنية للسيطرة على هذه المكونات الاساسية. وإذا عرفنا تركيب المواد، يمكن صناعة أي مادة، أو أي شيء، بواسطة رصف وترصيص مكوناتها الذرية ورصها الواحدة تلو الاخرى.

ووضع Eric Drexler تخيلا أنه يمكن تغيير ترتيب الذرات داخل المادة، ووضع فكرة حول شيء يسمى المُجمع Assembler. وقد تخيله بصورة آلة صغيرة جدا بحجم الفيروس وله يدان يستطيع بهما الإمساك بالجزيئات والذرات وإعادة ترتيبها طبقا للبرنامج المحمل عليه، وهو قابل لإعادة البرمجة طبقا لنوع المهمة المطلوبة منة. وقد تصور هذا العالم القدير تركيباً جزيئياً له يشبه هذا وأنه من المحتمل أن يكون شكله العام شبيها بالحشرة ويتم التحكم بهذا الإنسان الآلي من خلال حاسب آلى متصل بنظام هذه المُجمعات. ويمكن لهذا المُجمع Assembler أن يحصل على الطاقة من البيئة المحيطة به وحتى الآن لم يحدث هذا الأمر فلا زال هناك الكثير حتى يحدث. فقبل ظهور تقنية النانو Nano-Technology كان الإنسان يعيش في غياهب الجهل على حسب هذه النظريّة التى أشار إليها Eric Drexler إذ أن البشريّة قد اكتفت بالقدرات الطبيعيّة ولم تعمل على تطوير ذاتها.



الشكل رقم (٤). المجمع التكويني كما وصفه Eric Drexle.

المصدر: Drexler, (1992).

وتستند هذه التقنية على إيديولوجيا معاصرة مفادها أنّ هويّة الإنسان تتلخّص في ذاكرته المخزّنة في رأسه وبالتالي فهو مجرّد آلة أوتوماتيكيّة ذكيّة. إذن بالإمكان صنع آلة ذكية تقوم مقام الإنسان. ومن ثم تجاهلت هذه الرؤية Vision حقيقة أن الإنسان كائن حيّ معقّد وأنّه مهما بلغت الآلات الصناعية من ذكاء فهي لا تعدو إلا أن تكون آلة من صنع الإنسان. كما تنكّرت لحقيقة أنّ الإنسان ليس ذلك الفرد المنعزل بل ذلك الفرد الاجتماعي التاريخي وأنّه لولا ظهور المجتمعات البشريّة لما أمكن للإنسان أن يحافظ على بقائه ضمن مجموع الكائنات الحيّة الأخرى بتدبير من الله سبحانه وتعالى.

وها قد برزت فكرة تجميع الذرّات للحصول على هياكل ومواد صلبة وخفيفة في الوقت المعاصر بحيث تضاهي ما تخيله Drexler ، كما بدأ التفكير في صنع آلات جراحة نانوية وخلايا تقوم بعمليات إصلاح قائمة الاضطرابات التي قد تطال جسم الإنسان. وتنبأ هذا العالم أيضاً وكأنه يقرأ التاريخ بأن هذه التقنية ستمكّن الإنسان من الإصلاحات الخلويّة للحفاظ على جسمه في صحّة جيّدة ولمدّة غير محدودة من الزمن.

كما ستمكّن تقنية النانو Nano-Technology من القضاء على تلوّث المياه بفضل صناعة بكتيريا تلتهم الملوّثات. وستسمح تقنية النانو Nano-Technology من إنتاج اللّحوم، والفواكه، الخضراوات والغلال من خلال تجميع مكوّناتها الأساسيّة وبالتّالي "إنتاج الغذاء في المنزل" دون اللّجوء إلى الزّراعة والتربة.

ومن جانب آخر وبمساعدة هذه التقنيات أن تُصنع أشكال للتواصل والاتصال بفضل ربط الخلايا العصبيّة بآلة قادرة على ترجمة وظائف هذه الخلايا وفهمها وذلك باللّجوء إلى الأطياف الكهرومغناطيسيّة. وتخيل Eric Drexler أيضاً أن تقنية النانو Nano-Technology ستمكّن الإنسان من أن يتحوّل إلى نصف إله، يقرّر حاضره ومستقبله وشكله المعاصر Eugenisme ووكذلك مظهره. إنّها أشكال من الإنسان المحوّر وراثياً (جينيًا) إلى الإنسان الآلة.

وكذلك ستمكّنه من إحداث طفرات وتغييرات على مظهر الإنسان الخارجي تماما كما تغيّر الدودة من شكلها وتصبح فراشة.

في الحقيقة إنّنا أمام مشهد سينمائي وسيناريو جيد من الخيال العلمي. يا لها من تقنية نانوية صغيرة رائعة وقديرة على صنع أشياء كبيرة لم تكن أن تخطر على قلوب البشر دوما. ستتمكّن بفضل المحرّكات حيوية خاصّة من زرع هذه الكائنات المعجزة في جسم الإنسان كما يزرع الفلاح البذور، وذلك بفضل تجميع هذه الكائنات بطريقة نانوية. إنّها الوفرة المادية والحياة حسب الرّغبة وحسب الطلب.

(١,١٢) التداخل بين تقنية النانو وديمقراطية وثقافة الشعوب
Nano-Technology and Nation Democracy and Culture Interaction

لقد لاقت وعود هذه التقنية الجديدة صدى لدى فئات واسعة من المواطنين الذين صدّقوا أوهام رجال العلم الذين أصابتهم حمّى الإنجازات العلمية الغير مسبوقه. فلقد أثبت استطلاع للرّأي شمل سكّان العالم قاطبة أنّ ما بين ٢٥٪ إلى ٨٠ ٪ من الآباء يرغبون في تغيير القدرات الذهنيّة والجسميّة لأبنائهم بشرط أن يتحققوا من سلامة التقنيات. وبذلك ستتحوّل كلّ الشعوب إلى شعوب متميزة بالصفات الجديدة التي سوف يتمتعون بها في ظل تقنية النانو.

إضافة إلى التحوير الوراثى (الجيني) للجنس البشري للحصول على أحسن سلعة بشريّة وفرز الأجنّة وإعدادهم في المختبرات، والأنابيب. وسيعمل ومهندسوا تقنية النانو Nano-Technology على وضع أو غرس Implant نانوية آلية في أجسام من يريد لتحسين قدراتهم وستسمى بالكائنات الموجّهه. إنّها تقنية توجيه حركات وتصرّفات الإنسان كما تهدف هذه التجارب إلى ربط الأشخاص بحاسوب ذكي يرسل إشارة إلى الرأس (المخ) ويتمكّن من توجيه نشاطه. وأنّ ذلك سيسمح باستعادة الحركة العضوية للمصابين بالشّلل. أليست هذه الديمقراطيّة التقنية بعينها؟

وهناك تحديان هامان لطالما رفعتها التقنية بوجه عام في وجه الديموقراطية Democracy فيسود حالة من الاتزان العلمي المقبول لدى ثقافة وكينونة المجتمع. ويتمثل التحدي الأول في خاصية الاستقلالية التي يتمتع بها الجانب العلمي في العملية التقنية. والمقصود هنا أساساً هو التوجه المتزايد من جانب القائمين على البحث العلمي والإبداع التقنى لتجريد العملية ذاتها من نبذ المجتمع أو الثقافة أو الأخلاق أو غيرها. وبالتالي، فالعلم وما يترتب عنه من إبداع تقنى وتطور صناعي ليس مطالبا بأن يفكر بالضرورة فيما يفرضه المجتمع أو تقبله الثقافة والأخلاق، بقدر ما يتطلع إلى الاشتغال خارج محيطها أو العمل بتجرد عن منظومتها.

وليس المقصود هنا القول بتمرد مستوى العلم والتقنية على مستوى المجتمع والثقافة والأخلاق (بغرض التميز أو التفرد) ولكن بالأساس عمل الأول على التخلص من قبضة الثاني، أي من تحكمه في مساره والتصرف في مآله و تسطير الخطوط الحمراء لتوجهاته. وعلى هذا الأساس، فاعتراض المجتمع متمثلاً في الثقافة والأخلاق على ما يستنبته العلم وتطور التقنية إنما يدخل في هذا الإطار، إطار من يحدد لتوجه الآخر ومن يرسم الحدود ومن يسطر الخطوط الحمراء.

ولا يبدو المستوى الديمقراطي في هذا السياق هنا عاجزاً عن التموقع بقدر ما يبدو موزعا بين توجهين. فهو لا يستطيع فقط إيقاف مد البحث العلمي والتطور التقني في حالة تعارضهما للقيم السائدة، بل ولا يستطيع أيضا مسايرة واقع سواء ثقافي أو أخلاقي بطيء وفي أحيان عديدة متحجر، فتراه نهاية المطاف مستسلماً راضخاً لمنطق البحث العلمي ولما يستتبع اكتشافاته من تطبيقات.

ويتمثل التحدي الثاني والذي يضع الديمقراطية في محك البحث العلمي والإبداع التقني، ويكمن أساسا في قيام أصحاب المال والأعمال بالهيمنة على مختبرات البحث العلمي ومصانع التطوير التقني ومصادرة نتائجها وتطبيقاتها بغرض المتاجرة والربح. ولا يتعلق الأمر هنا فقط بما تنتجه هذه الشركات من مواد وسلع (قد تكون مضرة بالإنسان وبالطبيعة) بل وأيضا بتحويلات جينية غير سليمة العواقب فضلا عن كونها قد تصدم الثقافة أو الأخلاق أو غيرهما.

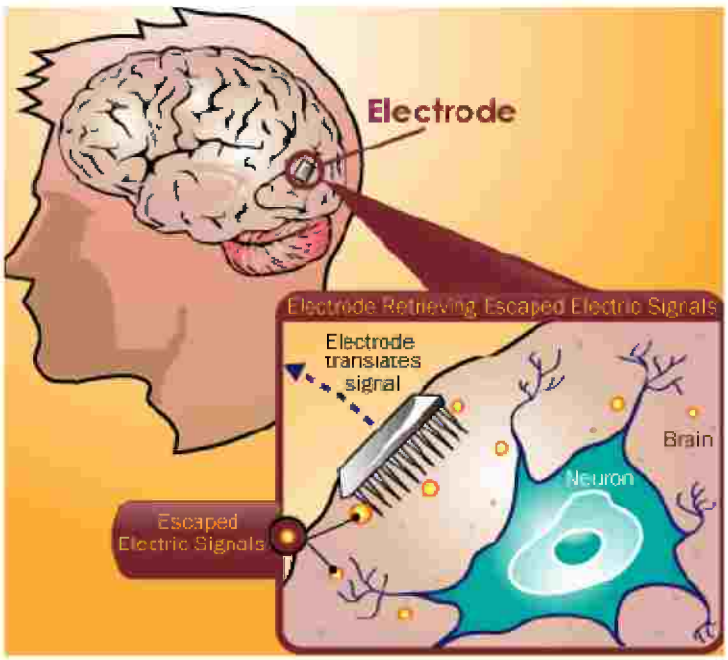
ولما كانت مختبرات البحث العلمي الكبرى بين يدي شركات ضخمة يتجاوز رقم معاملاتها النواتج الخام للعديد من الدول، فإن الآلة الديمقراطية نادرا ما تطالها، وإن طالتها فمن باب تأجيل التطبيقات العملية أو لمجرد التعتيم الإعلامي أو على خلفية من حسابات سياسية سرعان ما تتأكد خلفيتها مع مرور الزمن. والمقصود هنا إنما القول بوجود "عصابات أو مافيا تقنية" كبرى (داخل مراكز القرار وخارجها) تضغط بجهة

تخصيص اعتمادات من المال العام بغرض دعم مشاريع عامية أو بجهة غض الطرف عن تطبيقات مصانعها. بالتالي، فنحن بهذه الحالة وبغيرها بإزاء مجموعات كبرى ذات مصالح فئوية متفرعة، تحتكم على مصادر في الثروة واسعة، أعضاؤها غير منتخبين وغير خاضعين للمحاسبة أو المساءلة. ومع ذلك فهم الذين يقررون في حال وطبيعة البحث العلمي والتطور التقني بدولهم كما بالعالم.

وعلى هذا الأساس، فإذا كان جانب الحقوق والحريات (وهو مكمن الديمقراطية وهدفها نهاية المطاف) غير مؤتمن عليه، وجانب الحق في الخصوصية غير مصان، فإن التطورات التقنوعلمية المتسارعة وما يتبعها من تطبيقات "مشبوهة Suspicious" إنما ينبؤ بأن التقنية أصبحت هي صاحبة القرار النهائي لا تأبه في ذلك بالمواطن أو بالغرف المنتخبة أو بما قد يكون قوى ضغط مضادة أو بسواها. ألم يقل " جاك إيلول عالم الاجتماع الفرنسي " يوما "أننا نعيش في مجتمعات صنعتها التقنية من أجل التقنية؟". والمعنى أن التقنية (وإن اشتغلت في معزل عن المجتمع والثقافة والأخلاق)، فهي تخترقها لحد التجاوز وتخضعها لاعتبارات التراكم التقنى وهوس الربح والاغتناء. وبناء على اعتقاده الراسخ بضعف السياسة أمام السطوة التقنوعلمية، فإنه يعتقد من هنا بأن الإنسان لم ينجح في تسخير التقنية بل هذه الأخيرة هي التي نجحت في تسخيره، محولة الوسيلة إلى غاية والضرورة إلى ميزة.

فإذا عاودنا الحديث مرة أخرى فسنجد أن العلماء ومهندسي تقنية النانو يحلمون بربط مخ الإنسان ومجمل أعضائه مباشرة بحاسوب يمكّنه من الحصول على كلّ المعلومات التي يبتغيها (الشكل رقم ٥). وبالتالي يمكن توجيه حركات البشر عن بعد من خلال غرس رقائق في أجسامهم وربطها بحواسيب ذكيّة. إنّه أيضا الحلم بالتوصّل إلى تحريك المادّة من خلال الفكر وقد بدأ ذلك بالنسبة للمصابين بالحركة العضويّة. وسيساهم علم الأعصاب النانوى الجديد في تحقيق هذه الأحلام وذلك بالاعتماد على

تقنية النانو Nano-Technology كما أشار Brown أستاذ علوم الأعصاب بالولايات المتحدة الأمريكيّة. ويعدّ الآن لنظام خاصّ وسيط بين المخّ والحاسب الآلى أطلق عليه Brain Computer Interface وهو يقوم بتسجيل وترجمة نشاط الأعصاب المختصّة في الإرادة والنوايا والقرار وربط ذلك بروبوت.



الشكل رقم (٥). كيفية التداخل بين المخ البشرى وتقنية النانو فى المستقبل القريب.

المصدر: Lu et al., (2005)

وبمجرّد أن يقرّر شخص ما القيام بنشاط ما وبدون أن يحرّك عضوا سيتمكّن الرّوبوت من التقاط هذه الرّغبة ويجسّدها في حركة. كلّ ذلك بفضل غرس رقائق في المخّ. لكن هذه التقنية ستمكّن بالخصوص من التعرّف على ما يدور في خلد الإنسان

وما هو عازم على القيام به، إنها تقنية "تقرأ الأفكار". فإذا كان الروبوت قادرا على إنجاز أعمال بمجرّد توجيه طيف مغناطيسي Magnetic Resonance يترجم إرادة الذهن فإنّه بالمقابل قـادر أيضا على التحكّم في الجسم عن بعد من خلال الرقائق المغروسة في الرأس.

ويمكن أيضا غرس ذاكرة اصطناعيّة Artificial Memory في الرأس وبالتحديد المخ وتمرير أحاسيس وأفكار من شخص لآخر وعن بعد وتحريك آليات (روبوتات). وسوف نتعرض لهذه التقنيات بشيء من التفاصيل في الفصول القادمة. أجل يمكن لهذه الآلات أن توحي بشعور ما أو كائن حبّا أم كراهيّة، هكذا سيتحوّل الإنسان إلى كائن حي – إلكتروني الذي لطالما حدّثتنا عنه قصص الخيال العلمي. أجل الخيال يصبح حقيقة بفضل تقنية النانو Nano-Technology.

وكهنة العلم الحديث ورسله يعدوننا بمستقبل زاهر: حبّ حسب الطّلب، علم بلا حدود، قوّة خارقة، تسيير عن بعد. يبقى لنا تحفظاً أنّ هذه التقنية العالية يمكن أن تنتقل إلى أيادي إرهابيّة وفرق سياسيّة معروفة بكراهيتها للعلماء والخبراء ومجتمع المعلومات. يكمن الحل في إحاطتها بالسريّة المطلقة وفرض عسكرتها.

إنّها سخريّة التاريخ كلّما تقدّم العلم إلاّ وتعمقت سرّيته وانفصل عن المجتمع. إنّها تقنيات تفوق في خطورتها الأسلحة النوويّة. فيمكن لهذه التقنيات أن تساهم في حرب جرثوميّة عن بعد وأن تُخضع مجموعات بشريّة كاملة وتهدّئ من روع البعض وربّما تسخير جزء هامّ من البشر لأغراض دنيئة.

فكلّ المختصّين لا ينكرون مخاطر هذه التقنيات ولا يستثنون إمكانيّة حدوث كارثة ولكنّهم لا يهتمّون بهذا الجانب. فالعلم محايد ولا يهتمّ بنتائج بحوثه. هذا وسوف نلقي المزيداً من الضوء على هذه المخاوف في الفصول القادمة.

(١,١٣) تقنية النانو بين الخيال العلمي والواقع
Nano-Technology between Scientific Fiction and Reality

لا عجب أن ما كنا تعتبره خيال علمي Scientific Fiction قد يصبح حقيقة ملموسة فكلنا نعلم أي شيء في الكون يتكون من جزيئات، وهذه الجزيئات تتراصف وتتشكل لتكون إشكال، كل شيء في الكون هو مجموعة متراصفة من الجزئيات. وإن استطعنا أن نعيد تشكيل جزيئات الأشياء كما نرغب وحسب مواصفات فيزيائية معروفة علمياً يمكننا أن نجعل الأشياء اخف وأقوى وأحسن وأطول عمرا بكثير. والفن هنا كيف يمكن للعلماء القدرة أن يعيدوا تراصف أو تركيب الجزيئات لأي مادة ؟ والإجابة تتلخص في الحاجة إلى تواجد روبوتات نانوية يمكنها أن تحلل جزيئات أي مادة وتعيد تشكليها كما نرغب فيزيائياً.

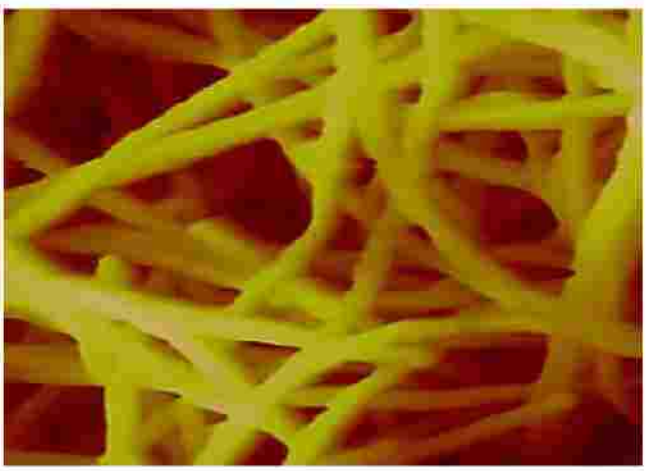
في الواقع لإعادة تنظيم أو تشكيل أي جزيئات مادة نحن بحاجة إلى مليارات الروبوتات النانوية. ومن البديهي القول أن بين نهاية هذه الجملة والنقطة بعد آخر حرف من هذه الجملة يمكنك أن تضع مليارات الروبوتات النانوية. ودعونا هنا نتحدث قليلا عن إعادة ترتيب الجزيئات، فعلى سبيل المثال نحن نعرف مما تتألف البطاطا وكذلك ذرات وجزيئات الغبار، الماء والهواء وكيف تتراصف أو تتراكب جزيئاتهم. فما علينا إلا أن نعيد تشكيل جزيئات هذه المواد الثلاث لنحصل على البطاطا دون الحاجة إلى أي مزرعة أوحقل. أليس هذا من وحى الخيال الذي يأبى ان يصدقه أحد. أيضاً نحن نعرف أن البورسلين مادة خفيفة وقوية ونعرف تكوين جزيئات البورسلين وعيبه، فما علينا إلا أن نرسل الروبوتات النانوية لنعيد تشكيل الجزيئات فيزيائياً وهندسياً وننزع العيوب لنحصل على مادة خفيفة وأقوى من البورسلين بعشرات الآلاف من المرات ونستعمل هذه المادة الجديدة لإنتاج السيارات، لتصبح سيارتنا أقوى واخف كثيرا وبحاجة إلى طاقة قليلة لتحرك هذه الآلة الخفيفة. وقد يمكن لشعاع شمس للحظات

يكفي تسير السيارة إلى ألف سنة. وهناك أيضاً ما يثير الدهشة أنه سوف يكون هناك آليات (روبوتات) نانوية تدخل الجسم البشرى لتحارب الخلايا السرطانية وأي عاهة صنعية. وهذه الروبوتات النانوية Nano-Robot تحمل برامج من صنع المارد المسمى بعينه بتقنية النانو لتدمر الأمراض وتعيد تشكيل الخلايا، خلايانا، فنستعيد الشباب.

بالإضافة إلى أن الروبوتات النانوية ستعيد تشكيل إطارات السيارات وتنزع الجزئيات الفاسدة لمكوناتها فنحصل على اطارات لا تفنى ولا تهتري. وإذا تطرقنا إلى الأخطار الناجمة من طبقة الأوزون عبر نفاذ الأشعة الفوق بنفسجية Ultraviolet Radiation، فنجد أن إرسال الروبوتات النانوية سوف تعيد تشكيل الطبقات الأوزونية، لننعم بطقس جميل رائع مدة ٣٦٥ يوماً، ٢٤ ساعة، في كل العالم، فنحن نعرف ما هي جزيئات المطر والرياح والشمس، وقد نرسل هذه الروبوتات النانوية إلى كوكب آخر وهنالك تهتم بإعادة تراص وتنسيق وتنظيم تلك الجزئيات في كوكب ما ليكون ملائماً لمعيشة الأنسان. ولذلك فتقنية النانو سوف تقلب حياة الإنسان رأسا على عقب بإعجازاتها العلمية والمذهلة والتي سوف تقود إلى رفاهية ورخاء الإنسان Human Welfare and Prosperity.

ويمكننا أن نجد ملايين الأمثلة التي ستغير وجهة النظر إلى الحياة والكون العقود في القليلة القادمة. ومما يثير الدهشة أيضاً أنه سيكون هناك منتجات نانوية في الأسواق مثل الثياب التي لا يلتصق بها أي شيء، خفيفة، أو التي لا تحتاج إلى غسيل ابدًا. وفي المستقبل القريب جدًا سيكون هنالك مساحيق نانوية مضادة للشمس وكذلك نظارات نانوية للعيون. ويقدر العلماء أنه ما بين ٧ إلى ١٥ سنة، سنجد الكثير والكثير من هذه البضاعة النانوية، وأيضا قبل نهاية القرن الحادي والعشرين يجزم العلماء بان الروبوتات النانوية ستغير وجه العالم. وهنا يتبادر لأذهاننا بلا اندهاش أو استغراب أن الخيال أصبح قاب قوسين أو ادني من الحقيقة والواقع. فهناك أنتاج لسيارات ورقية

الذي يُطلقه بعض محبي السيارات القديمة التي تتميز بصلابتها وقوتها مقارنة بمعظم السيارات الحديثة خاصة الخفيفة منها. وسيصبح قريباً واقعاً حقيقياً، بعد أن توصل العلماء إلى نوع من الورق، سيشكل ثورة صناعية تشمل العديد من المنتجات، بدءاً من الطائرات حتى الشاشات التلفزيونية. هذا النوع الجديد من الورق، يُطلق عليه اسم Buckypaper، ويشبه إلى حد كبير ورق "الكربون"، إلا أن اسمه ومظهره الضعيف لا يعكسان حقيقة قوة الصلابة التي يتميز بها، حيث أن ورقة واحدة منه تُعد أخف بنحو عشر مرات من لوح بنفس الحجم من الصلب، إلا أن قوة تحملها تفوق مثيلتها بنحو ٥٠٠ مرة في حالة ضم عدة أوراق منه إلى بعضها البعض (الشكل رقم ٦). كما أن هذا النوع من الورق يتميز بأنه موصل جيد للكهرباء، مثل النحاس والسليكون وكثير من المعادن الأخرى، كما أنه مقاوم للحرارة كالحديد والسبائك النحاسية ووفقاً لنتائج دراسات مشتركة بين عدد من الجامعات في ولاية فلوريدا الأمريكية.



الشكل رقم (٦). شكل جزيئي للأنابيب الكربونية في أوراق البكي Bucky.

المصدر : http://thefutureofthings.com

وتبشر هذه الفكرة بأن مستقبلاً كبيراً في انتظار الصناعات التي ستقوم على Buckypaper ومشتقاته، التي يمكن أن تستخدم في صنع اسطوانات دقيقة جداً، المعروفة كاسطوانات الكربون، على مدى السنوات المقبلة. وفي هذا الإطار، فقد أعلن الباحثون بجامعة "ولاية فلوريدا" أنهم أحرزوا تقدماً كبيراً نحو جعل هذه الأفكار "غير التقليدية" واقعاً جديداً بين عامة الناس. وهذه السيارة تعمل بالهواء المضغوط ويتم تصنيع ورق Buckypaper من جزيئات دقيقة جداً من الكربون، تتميز بشكلها الدائري، ويقل سمكها عن شعرة الإنسان بحوالي ٥٠ ألف مرة.

ونظراً للخواص المميزة لتلك المادة، التي ما زالت تحت الدراسة، من حيث خفة وزنها، وقدرتها على توصيل الكهرباء، فإنه من المتوقع أن تكون مناسبة لكثير من الصناعات، من بينها الطائرات والسيارات، بالإضافة إلى أجهزة حواسب فائقة القوة والدقة، وشاشات تلفزيونية بمواصفات أكثر تطويراً، والعديد من المنتجات الأخرى. وعلق أحد الباحثين قائلاً أنه إذا صارت هذه الأمور على ما يرام نحو الإنتاج، فهذا سوف يُحدث ثورة تقنية كبيرة جداً، خاصة بالنسبة للمنتجات الخاصة بأعمال الفضاء.

ولكن ينبغي القول أن تكلفة إنتاج هذا النوع من الورق ما زالت مرتفعة جداً مقارنة بالبدائل الأخرى المتاحة حالياً، إلا أن الباحثين يعملون على تطوير تقنيات لتقليل كلفة إنتاج هذا الورق بكميات صناعية. وجاءت فكرة صناعة هذا الورق من الفضاء الخارجي عندما كان العالم البريطاني Hary Krouter يقوم بتجربة مشتركة مع جامعه "رايس"، للتعرف على كيفية إنتاج "الشكل النجمي" لمادة الكربون.

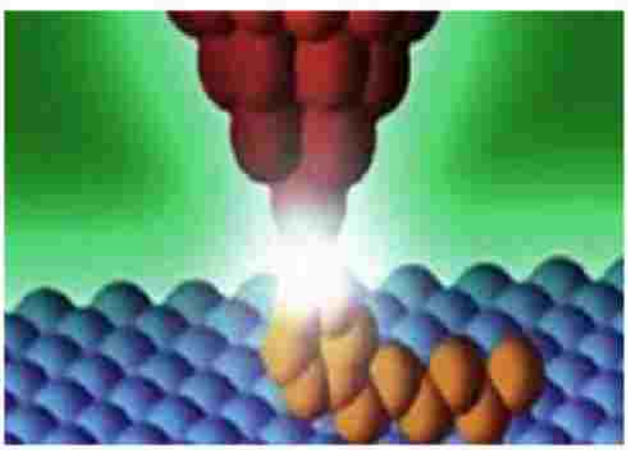
فقد صارت التجربة كما كان متوقعاً لها، إلا أنه تم عن طريق المصادفة اكتشاف جزيء لديه ٦٠ ذرة كربون، يشبه كرة القدم، ونموذج "القبة الجيوديسيجية"، التي كان يروج له العالم الأمريكي المعروف Bucky Fueller، حيث تم إطلاق اسمه (باكي) على الجزيء الجديد. وكان العلماء Richard Smalley، Harold Kroto، قد حصلوا على

جائزة "نوبل" في الكيمياء مناصفة في عام ١٩٩٦م، تقديراً لاكتشافهم مادة Buckminster Fluorine، التي تُعد من عائلة "الكربونات المركبة"، وأدت إلى إحداث ثورة في علم الفيزياء الطبيعية.

(١,١٤) إبداع تقنية النانو وتقنية البناء باستخدام الذرات والجزيئات

Nano-Technology Innovation and Constructing Technology by Atoms and Molecules

سبق وأن ذكرنا أن التقنية النانوية تعتمد على التشبيك والتنسيق بين العلوم الإحيائية، والفيزيائية، والكيميائية، والميكانيكية، والإلكترونية، وعلم المواد وتقنية المعلومات وذلك من أجل دراسة الهياكل البنائية للمادة الحية والغير حية (أشكال ٧، ٨). وكما حدث في القرن العشرين من تبدل في حياة الشعوب كنتيجة لثورة المعلومات والاتصالات بدأت آثار تبدل جذري جديد بالظهور بفعل التطور الهائل في مجال التقنية النانوية والنانو حيوية والميكروية والبصرية.



الشكل رقم (٧). تقنية البناء باستخدام الجزيئات والذرات باستخدام روبوت نانوى.

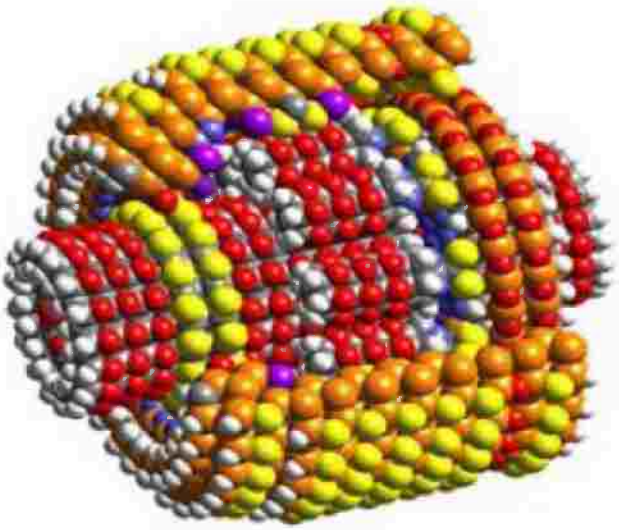
المصدر : Lang et al., (2002)

وباعتبار الذرات هي وحدة البناء الرئيسية لكل المواد، وأن الأجسام عبارة عن خلايا مكونة من تجمع لعدد هائل من الذرات بطريقة معينة هذه الخلايا عبارة عن آلات نانوية طبيعية لا دخل للإنسان فيها. كما أن المواد التي نشتريها هي أيضا عبارة عن ترتيب معين للذرات لتكون تلك المواد. لذلك لكي يتمكن العلماء من تطوير ملايين المجمعات فإن أجهزة نانوية تسمى المستنسخات Replicators تكون مبرمجة لتبني هذه المجمعات.

وجدير بالذكر أنه لكي سيطيع مهندسوا تقنية النانو الوصول إلى مواد وأجهزة وآلات مصنعة بهذه التقنية فهناك بعض النقاط الهامة التي يجب أخذها في الحسبان هي:

- يجب علي العلماء أن يتمكنوا من التأثير والتحكم بكل ذرة من الذرات المكونة للمادة، وهذا يعني تطوير طريقة للامساك بالذرة وتحريكها إلى المكان المطلوب، وفي الحقيقة تمكنت شركة International Business Machines (IBM) في عام ١٩٩٠م من كتابة اسم الشركة بواسطة ترتيب ٣٥ ذرة من ذرات عنصر الزينون على سطح بللورة من النيكل واستخدموا علماء شركة IBM في ذلك جهاز الميكروسكوب الذري Atomic Force Microscopy .
- تطوير آلات نانوية تسمى المجمع Assembler، وهى مبرمجة مسبقاً لتتحكم في الذرات والجزيئات، وحيث أن مجمع واحد يحتاج إلى آلاف السنين ليصنع مادة من نوع واحد من الذرات لذلك فإن المطلوب هو ملايين من هذه المجمعات تعمل مع بعضها البعض لتصنع جهاز أو آلة أو مادة.
- ويمكن أن نستنتج مما سبق أن التقنية النانوية تحتاج إلى بلايين من المستنسخات لبناء البلايين من المجمعات وهذه لن يزيد حجمها عن مكعب بحجم ١ ميليمتر مكعب والتي بدورها تتحكم في الذرات. وكذلك إن أكثر علوم النانو Nano-Sciences وكثير من تقنياتها تتعلق بإنتاج أو تطوير مواد نانوية Nano- Materials ومن الممكن تركيبها

بأساليب وطرق تنتج عنها تركيبات صغيرة جدًا من قطع كبيرة من المواد، ويسمى هذا التركيب بالبناء من أسفل لأعلى، ويكون البناء هنا ذرة بذرة أو جزي بجزي.



الشكل رقم (٨). الشكل التنسيقي للجزيئات والذرات.

المصدر : Drexler, (1992).

وأحد الطرق المثلى لتحقيق ذلك هو التجميع Bottom-up حيث تكون فيها الذرات أو الجزيئات منظمة في تركيب ناتج عن التجميع الذاتي Self Assembly. والبللورات المنماة لصناعة أنصاف المواصلات هي خير مثال للتجميع الذاتي. وهناك طريقة أخرى تساعد في عملية البناء وهى التحريك الذاتي أو Positional Assembly وهنا تستخدم الأدوات النانوية لتحريك كل ذرة أو جزي بشكل فردي وهى مناسبة للاستخدامات الصناعية.

(١,١٥) تقنية النانو وإزالة الحواجز بين العلوم الطبيعية
Nano-Technology and Natural Sciences Free Barriers

تعد تقنية النانو علم الدهاليز المؤدية إلى أنفاق الذرة المتناهية الصغر، أي تلك التي تخص مستويات تركيبة الذرة والجسيمات أو الجزيئات فيها، بحيث تهبط هبوطاً لم يسبق للبشرية أن وصلت إليه، أي عند قياس أدنى، يلتقي في العمل فيه كل من علماء الفيزياء، والكيمياء والإحيائية الجزيئية على اختلاف تخصصاتهم. فالكل مدعو في هذا المستوى إلى العمل إلى جانب الآخر، لأن تقنية النانو Nano-Technology هو ذلك العلم الذى تختفي فيه الحدود بين المكونات الفيزيائية، والكيميائية، والحيوية، بل تتلاشى فيه الحدود بين مكونات المادة سواء كانت صلبة، أو سائلة أو غازية. وهي في هذا المستوى غير مستقلة عن بعضها البعض، بل نحن هنا وصلنا إلى قاع الذرة التي تنطلق منها سائر تراكيب المادة سواء كانت حية أم صلبة أم غازية أم نباتية أم آلية.

وبذلك ثمة سؤال يطرح نفسه في الأفق وعلى الساحة العلمية الآن وهو: هل وصل الإنسان بذلك إلى قمة العلم الذي منه المادة تصبح فيه المادة مهما كانت إلى صورتها إلى أي صورة يريدها الإنسان. ولكي تتضح الصورة والرهانات العلمية الخطيرة التي يحملها هذا العلم في طياته، يمكن أن نشير بداية إلى أن مجمل التطورات الحادثة في الهندسة الوراثية Genetic Engineering والتي بوسعها مستقبلا هندسة أعضاؤنا الإحيائية الصناعية. إذ أن الفروق التقليدية القائمة بين الطبيعي والصناعي وبين الكائن الحي والكائن غير الحي آيلة إلى الزوال بفضل تقنية النانو Nano-Technology. ومما يذكر في هذا الصدد أن علوم الطبيعة والنانو Nano- Physics تهتم بصناعة وقياس الأشياء على مستوى الذرة وصلت بالفعل إلى تقطيع وتشطير المادة ذرة تلو ذرة وجزيئية تلو جزيئية للاستفادة من عناصرها المميزة واستغلالها بما يناسب إعادة تركيبها وتنظيمها وتجميعها طبقا لمقتضى الحال والضرورة.

وإجمالا إن النانوية الإحيائية والكيميائية والذرية ما هي إلا فروعاً لتقنية النانو تُعنى بالمستوى الجزيئي الدقيق الذي يعد نقطة تقاطعية بين الحي وغير الحي، الطبيعي والصناعي، بين الصلب والسائل، مما يُعجل بمحو الحدود التقليدية التي دأبنا عليها منذ زمن. فتشطير صلب المادة إلى حدود ذرية قياسية هو إحدى خصائص التقنيات المتناهية الصغر دون منازع.