

**الباب الأول**

**نشأة وتطور تكنولوجيا النانو**



## الباب الأول

### نشأة وتطور تكنولوجيا النانو

#### ١ - تكنولوجيا النانو تاريخيا

ينسب البعض نشأة تكنولوجيا النانو الي عصور قديمة علي أساس اعتمادها علي النظرية الذرية وتطبيقاتها الا أن ذلك يجعلها تتداخل مع فروع كثيرة من العلم ويفقدها خصوصيتها كفرع جديد من العلوم التطبيقية له خصائصه وتطبيقاته التي تميزه عن غيره من العلوم.

فتكنولوجيا النانو بمفهومها الحالي هي أحد العلوم التطبيقية الحديثة التي لم تنشأ الا في نهايات القرن العشرين وهي بذلك تعتبر أحدث العلوم التي مازال ينظر اليها علي أنها مازالت في طور النشوء ولم يخرج من إمكاناتها وتطبيقاتها الا القدر اليسير. لذلك لا يصح أن يطلق علي مراحل تطورها تاريخيا بقدر ما هو إستعراض لأحداث ساهمت في دفع التطور في هذا المجال. وقد تناولت تلك الأحداث كثير من المراجع غير أن أكثرها شمولا وتفصيلا ما وثقه معهد Forsight Nanotechnology Institute, MIT, USA علي النحو التالي:

١- أول من تكلم عن تكنولوجيا النانو هو عالم الطبيعة Richard Feynman من معهد كالتيك بكاليفورنيا والحاصل علي جائزة نوبل حيث تناول هذا الموضوع في محاضرة له عام ١٩٥٩ بعنوان "There's Plenty of Room at the Bottom" (<http://www.zyvex.com/nanotech/faynman.html>) at the Bottom" تتساءل فيها عن إمكانية نسخ الموسوعة البريطانية بأجزائها الأربع

والعشرين في حيز صغير لا يتعدى رأس الدبوس أو إمكانية زيادة كفاءة الميكروسكوب الاليكتروني. وقد تنبأ في هذه المحاضرة بأنه اذا عرف الانسان قدرة الخلية علي تكوين أعقد المركبات علي هذا المستوي الصغير فلم لا يستطيع الانسان تصنيع الأشياء علي نفس المستوي. غير أنه لا ينسب الي Fynman تسمية ما ذكره تحت أسم تكنولوجيا النانو.

٢- في عام ١٩٧٤ أطلق Norio Taniguchi الاستاذ بجامعة طوكيو أسم تكنولوجيا النانو في محاضرة على أحد تطبيقات هذه التكنولوجيا.

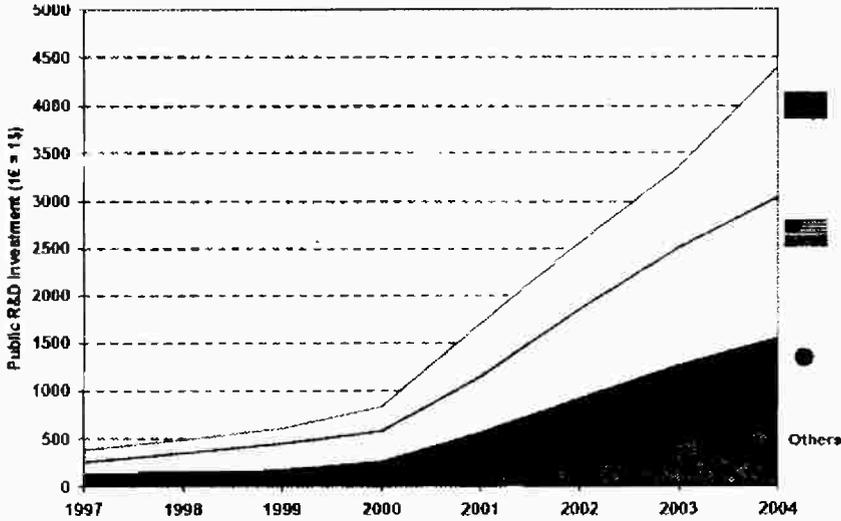
٣- عام ١٩٧٧ ابتكر Eric drexler طالب البحث بمعهد MIT بالولايات المتحدة مفهوم النانوتكنولوجيا الجزيئي molecular nanotechnology (MNT) بين فيه التزاوج بين الكيمياء الكمية quantum chemistry والكيمياء التشييدية synthetic chemistry وكيف تخدم المعرفة بالروابط والجزيئات كأساس لتطوير نظم تصنيعية للنانوتكنولوجيا.

٤- عام ١٩٨٥ أكتشف Richard Smalley تركيبا جديدا لذرات الكربون يعرف بأسم كرات باكي Buckyballs تشبه كرة قدم مجوفة تضم ٦٠ ذرة كربون كذلك يطلق علي هذه الكرات الفوليرينات Fullerenes لها خواص مميزة ولها القدرة علي التوصيل الكهربائي. وحاليا تمثل هذه التركيبات الصورة الثالثة للكربون بعد الجرافيت والماس.

٥- في عام ١٩٨٥ كتب Eric drexler أول كتاب عن تكنولوجيا النانو تحت عنوان "Engine of Creation" وضع فيه الأسس والتصورات المستقبلية لهذه التكنولوجيا ولم يكن دركسلر قد حصل علي درجة الدكتوراه عندما كتب هذا الكتاب (حصل علي درجة الدكتوراه عام ١٩٩١ حيث منح أول درجة دكتوراه في هذا الفرع من معهد MIT). وقد تم اختراع ميكروسكوب

- الدفع الذري Atomic force microscopy عام ١٩٨٥ والذي يعد أحد الوسائل الفعالة التي ساهمت في دراسة التركيب البنائي الجزيئي ثلاثي الأبعاد وتتبع التفاعلات علي المستوي الجزيئي.
- ٦- عام ١٩٨٧ أول بروتين يتم هندسته وتحضيره معمليا.
- ٧- درس أول مقرر لتكنولوجيا النانو في أحد الجامعات الأمريكية عام ١٩٨٨ وصدرت أول دورية علمية عن تكنولوجيا النانو عام ١٩٨٩.
- ٨- عام ١٩٩١ بدء تكنولوجيا النانو التشيدية bottom-up approach في اليابان والولايات المتحدة الأمريكية واكتشاف أنابيب الكربون النانو.
- ٩- تم منح أول جائزة عن تكنولوجيا النانو بأسم Fynman Prize for Nanotechnology عام ١٩٩٣.
- ١٠- إنشاء أول شركة للنانوتكنولوجيا في الولايات المتحدة عام ١٩٩٧ (zyvex Co.) وتصميم أول نظام نانو آلي Nanorobotic system.
- ١١- أطلق الرئيس كلينتون المبادرة القومية للنانوتكنولوجيا عام ٢٠٠٠ وأعلان الولايات المتحدة عن أول مركز للتطبيقات الحربية للنانوتكنولوجيا.
- ١٢- أول مؤتمر صناعي للنانوتكنولوجيا عام ٢٠٠٢ وأول مؤتمر عن تطبيقات النانوتكنولوجيا في مجال التصنيع الغذائي عام ٢٠٠٤ بهولندا.
- ١٣- صدر عام ٢٠٠٦ تقرير من المهتمين بالنانوتكنولوجيا عن دراسات التصنيع الجزيئي.

## ٢- تطور الإستثمار العالمي في تكنولوجيا النانو



شكل ١-١ : تطور الإنفاق العالمي الحكومي علي بحوث النانوتكنولوجيا موزعا علي دول العالم المهتمة بالمجال (Annon).

شهد النصف الأول من العقد الحالي (٢٠٠٥-٢٠٠٠) إهتماما كبيرا بالنانوتكنولوجيا علي المستوي العالمي. قادت الحكومات الإنفاق في هذا المجال حتي الآن. فقد قفز حجم الإنفاق الحكومي من أقل من بليون دولار عام ٢٠٠٠ الي أكثر من ٤ بليون دولار عام ٢٠٠٤. ويوضح شكل (١-١) تطور الإنفاق العالمي في هذا المجال موزعا علي مختلف مناطق العالم المهتمة به.

وقد أعلنت حكومات كل من الولايات المتحدة واليابان والصين وتايوان واسرائيل والمملكة المتحدة وألمانيا والاتحاد الأوروبي عن توجهاتها في مجال النانوتكنولوجيا خلال الأعوام ٢٠٠٥-٢٠٠٠ وقد خصصت الولايات المتحدة

أكبر ميزانية في التاريخ موجهة الي أحد القطاعات وقد بلغت الميزانية المخصصة لعام ٢٠٠٥-٢٠٠٨ حوالي ٣ و٧ بليون دولار والذي يفوق ما خصصته اليابان والاتحاد الأوروبي لهذا المجال.

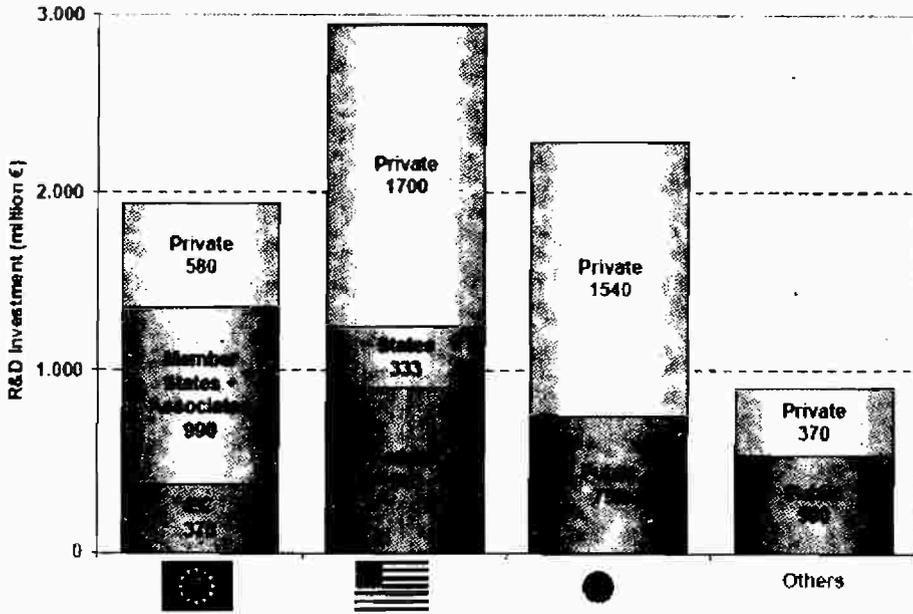
وتمثل النانوتكنولوجيا أحد مجالات الأولوية في البحوث في دول شرق آسيا وقد تجاوز إنفاق هذه الدول ٢ بليون دولار خلال الأعوام ٢٠٠٢-٢٠٠٤ ومن المنتظر زيادته مستقبلا. وفي أوروبا فان الإنفاق الحالي علي البحوث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا يصل الي حوالي ١ بليون يورو يمول معظمها من البرامج القومية والاتحادية.

وقد وجهت المملكة المتحدة جزء كبيرا من الميزانية المخصصة لتوجهاتها في مجال النانوتكنولوجيا الي توفير البنية التحتية المطلوبة للنانوتكنولوجيا وينعكس ذلك أساسا علي الحاجة الخاصة للقياسات في مدي النانو nanometrology بالاضافة الي التصدي لتطوير النماذج الأولية prototypes للمنتجات وطرق التصنيع وخصصت لذلك ٤٥ مليون جنيه أسترليني لدعم التطبيقات الصناعية للنانوتكنولوجيا خلال الفترة ٢٠٠٣-٢٠٠٩. وقد أصبح النانومترولوجي جزء أساسيا في نشاطات معاهد المعايير الوطنية في بلدان كثيرة نظرا لأن ذلك يمثل مجالا لجذب إستثمارات وبحوث مشتركة بين تلك المعاهد بالاضافة الي مساعدتها في إزالة الحواجز التكنولوجية للتجارة العالمية وتوحيد التشريعات الخاصة بهذا المجال.

فاذا أضفنا الي ذلك طبيعة النانوتكنولوجيا متعددة التخصصات multi-deciplinary فان ذلك يبرز أهمية التعاون علي المستوي العالمي فيها. فحتي الدول الكبرى والشركات متعددة الجنسيات سوف تواجه مستقبلا بأن النشاطات البحثية في هذا المجال أكثر كلفة وتعقيدا وتحتاج الي تضافر جهود جهات

وتخصصات متعددة تتجاوز الحدود الإقليمية لكل بلد. وعلى ذلك فإن التطور في مجال النانوتكنولوجيا سوف يمثل مشكلة كبرى للكيانات الصغيرة ولا بد لها من وجود مشاركون استراتيجي قوي. ومن ثم فإن وجود أي نشاط بحثي جيد في هذا المجال في مكان ما علي وجه الأرض سوف يجذب عددا من الفرص التمويلية الدولية.

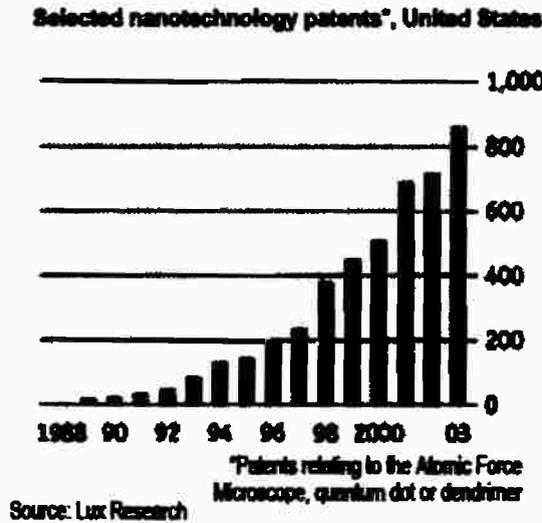
ويمثل تقييم القطاع الخاص في مجال النانوتكنولوجيا صعوبة. وتبعاً لأحدث التقارير في هذا المجال (Annon, 2005) فإن الصناعة قد خصصت حوالي ٣٠٨ بليون دولار لمجال بحوث وتطوير النانوتكنولوجيا. ولأول مرة فإن معدل إنفاق القطاع الخاص في هذا المجال عام ٢٠٠٤ تجاوز الإنفاق الحكومي في ذات المجال (شكل ١-٢)



شكل ١-٢: معدل إنفاق القطاع الخاص والحكومي في مجال بحوث وتطوير النانوتكنولوجيا عام ٢٠٠٤ (Annon).

وعلى ذلك فإن الانفاق الكلي في مجال تطوير النانوتكنولوجيا تجاوز ٨ بليون دولار عام ٢٠٠٤. ويمثل القطاع الصناعي في مجال النانوتكنولوجيا حوالي ١٥٠٠ شركة، ٨٠% منها مبتدئة غير أن معظم إنفاق القطاع الخاص يأتي من الشركات الكبيرة مثل IBM, Intel, Mitsobishi and Sony. على أن إنفاق القطاع الخاص في مجال النانوتكنولوجيا يتركز على التطبيقات التكنولوجية لا على التطور في العلوم الأساسية لها.

وفي مجال الغذاء تعتبر شركة كرافت رائدة في مجال النانوتكنولوجيا حيث شكلت كيانا أطلقت عليه أسم Nanotek يشارك في أعماله ١٥ جامعة ومعهد بحثي موجهة على مناطق متعددة في العالم. كما أن شركة نستله ويونيفر لهما نشاط في هذا المجال.



شكل (٣-١) تطور عدد براءات الاختراع في الولايات المتحدة في مجالات محددة للنانوتكنولوجيا.

وقد نشأ عن الزيادة المستمرة في الانفاق علي بحوث وتطوير النانوتكنولوجي زيادة مقابلة في عدد براءات الاختراع الممنوحة في هذا المجال (شكل ٣-١) ففي منتصف عام ٢٠٠٤ كان عدد براءات الاختراع في مجال النانوتكنولوجي في حدود ٢٠٠٠ و ٢٠٠٠ براءة.

وينعكس الاهتمام بالمجالات المختلفة للنانوتكنولوجي علي عدد البراءات المسجلة فيها وأكثر هذه النشاطات بالترتيب ما يلي:

١- حبيبات النانو Nano particles.

٢- أنابيب الكربون النانو- طرق الإنتاج والتنقية.

٣- أنابيب الكربون النانو- إستخدامها في الأقطاب.

٤- طرق الكشف الكيماوي والبيولوجي النانو.

٥- طرق التوصيل النانو للعقاقير.

وقد ذكرت إحدى الدراسات الحديثه ملخصا لأنواع حبيبات النانو المطبقة في مراحل إنتاج الغذاء علي النحو التالي (جدول ١-١):

نوع حبيبة النانو	التطبيق	الوظيفة
حبيبات نانو المعادن (مثل الفضة وأكسيد الزنك)	مضافات /مكملات غذائية مواد التعبئة/وسائل تحضير الأغذية	زيادة الامتصاص المعوي للمعادن
	للحفظ/الثلاجات/حاويات الحفظ	زيادة كفاءة العزل/أسطح نظيفة/ طبقة تغطية مضادة للبكتريا / إزالة/عامل مساعد/ لأكسدة الملوثات
	تنقية المياه/تنظيف التربة	مضاد للبكتريا
	رذاذ	

نوع حبيبة النانو	التطبيق	الوظيفة
تركيبة نانو معقدة Complex nanoscale structures	محسات نانو مدمجة في العبوات وسائل كشف خفيفة	الكشف عن فساد الغذاء متابعة ظروف التخزين/الكشف عن الملوثات
إدماج حبيبات نانو نشطة Incorporated active nanoparticles	الهجرة من مواد التعبئة	إمتصاص الأكسجين/ منع نمو الميكروبات الممرضة
مرشحات ذات مسام نانو Nanofilters	تنقية المياه الاستحلاب الغشائي	إزالة الميكروبات الممرضة/ الملوثات التحكم في خواص المنتج (الطعم / القوام)
مغذيات/أغذية نانو Nanosized nutrients/ foods	مضافات/مكملات غذائية	زيادة الاتاحة الحيوية
أنظمة تحميل وتوصيل نانو Nano delivery systems	مضافات/مكملات غذائية مبيدات	حماية وتوصيل المواد المحملة الي أماكن عملها زيادة كفاءة/الذوبان في الماء/ الالتصاق بالمحاصيل/ التحكم في الانفراد

وخلص القول فيما سبق أن الآفاق الواعدة للنانوتكنولوجيا قد جذبت إهتماما وإنفاقا استثماريا في مختلف أنحاء العالم بدرجات متفاوتة. وبالرغم من أن العائد المتوقع من هذه الاستثمارات يختلف إلا أن التقارير التي تناولت هذا المجال تشير الي أن المنتجات والخدمات التي ستنشأ عن تطبيقات النانو قد يتجاوز ٢ ترليون دولار عام ٢٠١٥ كما أنها ستوفر ما بين ٨٠٠.٠٠٠ الي ٢ مليون فرصة عمل جديدة في هذه الفترة.

### ٣- المبادرات والهيئات والمنظمات الداعمة للبحوث والتطوير في مجال تكنولوجيا النانو

أطلقت الحكومات والقطاعات الأكاديمية والخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان ودول أخرى العديد من المبادرات وأقامت العديد من المراكز والمؤسسات لدفع التقدم السريع لتطبيقات النانوتكنولوجيا والتي سوف تنعكس آثارها علي تشجيع النمو الاقتصادي وتحقيق المنافسة العالمية وتحسين القدرات الابتكارية بين دول العالم وفيما يلي بعض التشكيلات الهامة العالمية التي تهتم بالنانوتكنولوجيا:

#### الولايات المتحدة الأمريكية

National Nanotech Initiative (NNI) <http://www.nano.gov>  
Food and Drug Administration (FDA) <http://www.fda.gov/nanotechnology>  
Environmental Protection Administration (EPA) <http://www.epa.gov/ncer/nano>  
Center for Nanotechnology <http://www.ipt.nasa.gov/index.html>  
National Science Foundation <http://www.nsf.gov/crssprgm/nano>  
Projects on Emerging Nanotechnologies <http://www.nanotechproject.org>

#### الاتحاد الأوروبي

Community Research & Development  
Information Service (CORDIS) <http://www.cordis.europa.eu/nanotechnology>  
European Nanotechnology Gateway <http://www.nanoforum.org>  
European Nanobusiness Association <http://www.nanoeurope.org>

#### المملكة المتحدة

Institute of Nanotechnology (IoN) <http://www.nano.org.uk>  
The Royal Society and Royal  
Academy of Engineering <http://www.royalsoc.ac.uk/page.asp?id=1212>  
Institute of Food Science and  
Technology (IFST) <http://ifst.org>

Health and Safety Executive (HSE)

<http://www.hsc.gov.uk/horizons/nanotech/index>.

فرنسا

Ministry for Research and New Technology

[http://www.nanomicro-recherche.gouv.fr/uk\\_index.html](http://www.nanomicro-recherche.gouv.fr/uk_index.html)

French Research Network in Micro and

Nanotechnologies (RMNT)

<http://www.rmnt.org.EN/index.html>

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

<http://www.cnrs.fr/index.html>

المانيا

German Federal Institute for Risk Assessment (BIR)

[http://www.bfr.bund.de/ed/template/index\\_en](http://www.bfr.bund.de/ed/template/index_en)

Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

<http://www.bmbf.de/en/nanotechnologies.php>

ايطاليا

National Institute for the Physics of Matter (INFM)

<http://www.infm.it/>

Association Italiana per la ricerche industriale (AIRI)

<http://www.airi.it/2005/index.php>

كندا

National Institute for Nanotechnology

[http://nint-nrc-cnrc.gc.ca/home/index\\_e.html](http://nint-nrc-cnrc.gc.ca/home/index_e.html)

اليابان

Nanotechnology Researchers Network Center (Nanonet)

<http://www.nannet.go.jp/english>

National Food Research Institute (NFRI)

<http://www.nfri.affrc.go.jp/english/ourroles/index.html>

Japan Society for the Promotion of Science (JSPS)

<http://www.jsps.go.jp/english/index.html>

RIKIN

<http://www.rikenresearch.riken.jp>

National Institute of Health Sciences(NIHS) <http://nihs.go.jp/index.html>

National Institute for Environmental Studies (NIES)

<http://www.nies.go.jp/index.html>

National Institute of Advanced Industrial  
Science and Technology (AIST) [http://www.aist.go.jp/index\\_en.html](http://www.aist.go.jp/index_en.html)

الصين

Chinese Academy of Science <http://cas.ac.cn/index/0C/index.html>

National Center for Nanoscience and  
Technology (NCNST) [http://nanoctr.cn/c\\_index.jsp](http://nanoctr.cn/c_index.jsp)  
Key Laboratory of Molecule Nanostructure and Nanotechnology,  
Chinese Academy of Science  
[http://www.icas.ac.cn/5\\_keyanxitong/stm/english/home.htm](http://www.icas.ac.cn/5_keyanxitong/stm/english/home.htm)

تايوان

Industrial Technology Research Institute (ITRI)  
<http://www.itri.org.tw/eng/research/nan/index.jsp>

Nanotechnology Research Center (NTRC)  
<http://www.ntrc.itri.org.tw/eng/index.jsp>

NanoMark <http://nanemark.itri.org.tw/eng>

National Nano Device Laboratories (NDL) <http://www.ndl.org.tw>

كوريا

Korean Food & Drug Administration (KFDA) <http://www.kfda.go.kr>

National NanoFab Center (NNFC) <http://www.nnfc.com/index.html>

Center for Nanostructured Materials and  
Technology (CNMT) <http://cnmt.kist.re.kr>

National Center for Nanomaterials Technology (NCNT)  
<http://nano.or.kr/english/index.asp>

أستراليا

CSIRO Manufacturing and Materials  
Technology (CMMT) <http://www.cmmt.csiro.au/brochures/tech/nanotech>

Nanostructural Analysis Network Organisation, Major National  
Research Facility (Nan-MNRF) <http://www.nano.org.au>

وبوضوح العرض السابق ما تلقاه النانوتكنولوجيا من إهتمام عالمي حيث

تدعم الحكومات هذه التشكيلات بصفة أساسية حيث يوجه الدعم الي ما يلي:

- ١- إجراء البحوث والتطوير في مجال النانوتكنولوجيا.
  - ٢- تقييم مأمونية مواد النانو وتطوير نظم الرقابة والتشريعات التي تهتم بالمجال.
  - ٣- دعم وتشجيع تطبيقات النانوتكنولوجيا.
  - ٤- توفير المجال لتجميع وإتقاء الأفراد والخبراء في كافة المجالات المرتبطة بتكنولوجيا النانو بما ينعكس إيجاباً على التقدم في بحوث وتطوير تكنولوجيا النانو وتقييم خبراتهم للصناعة القائمة على تكنولوجيا النانو.
- ومما لا شك فيه أن التشكيلات المختلفة التي تهتم بتكنولوجيا النانو قد ساهمت وسوف تسهم بقدر أكبر في المستقبل في جعل تكنولوجيا النانو جزءاً هاماً ومؤثراً في المجالات التطبيقية المختلفة.