



وزارة التعليم العالي  
Ministry of Higher Education



المملكة العربية السعودية  
وزارة التعليم العالي  
جامعة الملك سعود

# صناعة النانو دراسة لتجربة العالمية

إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل  
أبحاث النانو في الجامعات؛  
الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين  
شوال ١٤٢٨ هـ - أكتوبر ٢٠٠٧ م

# برنامج النانو

جامعة الملك سعود



King Saud University

برنامج "كراسي البحث"  
تحقيق الريادة العالمية من خلال شراكة  
مجتمعية لبناء مجتمع المعرفة

Nanotechnology Program

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



خادم الحرمين الشريفين  
الملك عبدالله بن عبدالعزيز آل سعود

إن جميع مراحل التعليم ومؤسساته بأنواعها لها الأولوية في حساب برامجنا الإستثمارية، وليكن حاضراً في أذهاننا أن تلك المسؤولية لا تعني الدولة فقط، بل هي مسؤولية شاملة، كل مواطن مخلص شريك فيها. ولقد آن الأوان لكي يتحول التعليم من أسلوب الحفظ والتلقين إلى وسيلة للإدراك وامتلاك الخبرات لنفسح المجال لبروز المبدعين والمبتكرين؛ فبذلك يمكن لنا أن نكون أمناء نحو ديننا ووطننا.

( من كلمة خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله بن عبد العزيز - حفظه الله - في مقدمة الكتاب الوثائقي بمناسبة مرور خمسين عاماً على تأسيس جامعة الملك سعود، (١٤٢٧هـ)).



صاحب السمو الملكي  
الأمير سلطان بن عبدالعزيز آل سعود  
ولي العهد نائب رئيس مجلس الوزراء  
وزير الدفاع والطيران والمفتش العام

فإن من نعم الله سبحانه وتعالى أن تكون جامعة الملك سعود بعد مرور خمسين عاماً على تأسيسها من كبريات الجامعات التي تقدم للوطن مع شقيقاتها جامعات المملكة الخبرات السعودية المؤهلة في شتى المجالات.. فهنئاً لكل من ساهم في مسيرة البناء وتحية لمنسوبي هذه الجامعة العريقة من أعضاء هيئة تدريس وإداريين وطلاب على ما بذلوه من جهد وعمل وعطاء لهذا الوطن العزيز.

( من كلمة صاحب السمو الملكي الأمير سلطان بن عبد العزيز ولي العهد نائب رئيس مجلس الوزراء وزير الدفاع والطيران والمفتش العام - حفظه الله - في مقدمة الكتاب الوثائقي بمناسبة مرور خمسين عاماً على تأسيس جامعة الملك سعود ، (١٤٢٧هـ)).





# صناعة النانو

## وراسة للتجربة العالمية

أعداد

د. سلمان بن عبدالعزيز بن حماد الركيان

استاذ الهندسة الوراثية و التقنية الحيوية المشارك



## برنامج الملك عبد الله لتقنية النانو في جامعة الملك سعود

### المشرف العام

أ.د عبد الله بن عبد الرحمن العثمان



رئيس	أ.د. علي بن سعيد الغامدي
عضو	د. سلمان عبدالعزيز الركيان
عضو	د. عبد الله محمد الدهمش
عضو	د. مساعد بن عبدالعزيز الفايز
عضو	د. محمد بن عبد الرحمن العمر
عضو	د. عبدالعزيز بن محمد العيسى
عضو	د. ماهر بن عبد الله العودان
عضو	د. محمد بن سعود العنزي
عضو	د. هشام بن عبد العزيز الهدلق
عضو	د. أسامة بن جاسم الدريهم
عضو	د. حمد بن عبد العزيز البريثن
عضو	د. محمد بن حمزه السعيد
عضو	أ.د. خالد بن مصطفى ابو صلاح
عضو	د. ابتسام بنت محمد العليان
عضو	د. عواطف بنت احمد هندي



## قائمة المحتويات :

13.....	تقديم
15.....	كلمة معالي الدكتور وزير التعليم العالي
17.....	كلمة معالي الدكتور مدير الجامعة
19.....	كلمة سعادة الدكتور وكيل الجامعة لشؤون الفروع
20.....	مقدمة
25.....	السباق العالمي نحو تقنية صناعة النانو (التمويل العام - الحكومي)
30.....	جذب المستثمرين لتقنية صناعة النانو (التمويل الخاص - الشركات)
31.....	تحليل التأثير الاقتصادي: الوظائف والشركات في تقنية النانو
38.....	التطوير التقني للنانو: تطبيقات براءات الاختراع
44.....	الأسس العلمية لتقنية النانو: المنشورات والمجلات العلمية
49.....	الخلاص
50.....	المراجع

## تقديم

حمداً لله رب العالمين والصلوة والسلام على أشرف المرسلين معلم الأمة ومرشدنا سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم النبي الأمين وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد:

فإن العالم بأسره يرى أن المستقبل سيكون لتقنية النانو ومنتجاتها. وتكمن أهميتها في كونها غير مكلفة مقارنة بباقي التقنيات التقليدية كما أنها مأمونة من حيث الاستخدام وأقل تلوث للبيئة، وعوائدها المالية مرتفعة للغاية، فهي تمثل مزيجاً بين العلم والتقنية التي يمكن أن توجه نحو التطبيقات العملية. تدخل دول العالم في سباق نحو امتلاك تقنية صناعة النانو كما هو مبين في هذا البحث "صناعة النانو - دراسة للتجربة العالمية"، حيث استثمرت الولايات المتحدة مليارات الدولارات في مجال تقنية النانو، إذ تعود مبادرة كلينتون لتقنية النانو إلى نهايات القرن الماضي، وقد أعلن عنها رسمياً عام 2000. وتمتلك أوروبا برنامجاً هائلاً لتقنية النانو، تبلغ تكلفته المليارات من عملة اليورو، وتنتشر مراكز تقنية النانو في جميع أرجاء أوروبا. وكذلك الهند وجمهورية الصين الشعبية بطبيعة الحال تستثمران مبالغ طائلة في هذا المجال. وقد اتجهت بلادنا بقيادة خادم الحرمين الشريفين من خلال جامعة الملك سعود سياسة تشجيع المراكز المتخصصة في بحث وتطوير تقنيات النانو مستفيدة بذلك من مواهب وخبرات أساتذة الجامعات والباحثين في المراكز المتخصصة لإدخال البلاد إلى عصر تقنية النانو وبناء الإقتصاد المبني على المعرفة.



## كلمة معالي الوزير

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وبعد: فيطيب لي أن أفتتح ورشة العمل التي بعنوان "أبحاث النانو في الجامعات: الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين". فإن المتابع لاتجاهات العلم والتقنيات الحديثة في الدول المتقدمة، يلاحظ اهتماما وتنافسا وسباقا محموما وتمويلا هائلا في مجال علم تقنية النانو (التقنيات المتناهية الصغر)، ذلك لأن من تطوير وإملاك تقنيات النانو يعتبر أهم مفاتيح التحكم في الاقتصاد العالمي في القرن الحادي والعشرين. وقد جاءت «مبادرة النانو» الوطنية، كخطوة عربية واعية ومهمة للاهتمام بهذا العلم الحديث والواعد، متمثلة في تبرع خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله بن عبد العزيز حفظه الله من «حسابه الشخصي» بمبلغ 36 مليون ريال لدعم تقنيات النانو، وكذلك إنشاء برنامج النانو بجامعة الملك سعود، ليؤكد على حرص المملكة على مواكبة المستجدات العالمية في كافة العلوم والمعارف الحديثة، وأهمية استثمار تقنيات النانو لخدمة وتلبية احتياجات ومتطلبات التنمية الحالية والمستقبلية والاقتصاد المبني على المعرفة في المملكة العربية السعودية في مختلف المجالات.



د. خالد بن محمد العنقري

وزير التعليم العالي





## كلمة معالي المدير

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وبعد: فأن ما يميز جامعة الملك سعود خلال مسيرتها المشرقة هو مواكبتها لما يستجد في التقنية والعلوم الحديثة ولاشك في أن تنوع التخصصات من طبية وهندسية وعلوم حيوية وتقنية معلومات تجعل من تقنية النانو أهمية قصوى للبحث العلمي في الجامعة حيث أن هذه التقنية تعتبر ثورة علمية في العصر الراهن. كما أن الدعم المالي السخي من خادم الحرمين الشريفين أيده الله يأتي في وقت مناسب إذ أن الجامعة لديها استراتيجية لتعزيز البحوث في مجالات تقنية النانو المختلفة ومن هذا المنطلق تم تنظيم ورشة العمل في رحاب جامعة الملك سعود بعنوان ”أبحاث النانو في الجامعات: الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين“. والتي تظم مجموعة من العلماء المتميزين في هذا المجال والتي سوف يكون لها الأثر الإيجابي في مسيرة تطور الجامعة إن شاء الله. إن تأثير تقنية النانو في حال تنفيذ استراتيجية الجامعة كما هو مرسوم لها سينعكس إيجاباً بمشيئة الله على الجوانب الأكاديمية والجوانب البحثية معاً، فإلى جانب انعكاساتها على تطوير مخرجات البحث العلمي في الجامعة فأنها ستكون نواة لتوسيع برنامج براءات الاختراع الذي بدأته الجامعة خصوصاً وأن الجامعة حظيت بأكثر المكرمين على مستوى المملكة العربية السعودية بوسام الملك عبدالعزيز للحاصلين على براءات مسجلة عالمياً، وبالتالي فإن تطبيق هذه التقنية والدعم في هذا الاتجاه سوف يعمل على توسيع دائرة الاختراع والابتكار في مجالاتها التطبيقية المختلفة وهو أمر سيوثق الشراكة مع القطاع الخاص، حيث إن ذلك تعد من أحد أهم أهداف البحث العلمي في الجامعة وبطبيعة الحال فإن التقدم البحثي التطبيقي في مجالات تقنية النانو سيعزز من البرامج الأكاديمية في تلك المجالات خصوصاً على مستوى الدراسات العليا من حيث تطوير المقررات الدراسية والاطروحات العلمية لها.



د. عبد الله بن عبد الرحمن العثائم

مدير الجامعة



## كلمة سعادة الوكيل

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وبعد: فإن تنظيم ورشة العمل في رحاب جامعة الملك سعود بعنوان "أبحاث النانو في الجامعات: الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين" يهدف لأن تكون جامعة الملك سعود رائدة في تطبيقات هذه التقنية و يدعم نجاح هذا التوجه أسباب عدة من أبرزها وجود التخصصات العلمية الدقيقة في العلوم والطب والهندسة والحاسب وعراقة الجامعة البحثية من خلال ثمانية عشر مركزا بحثيا تنتشر بين كلياتها ومعهد الملك عبد الله للبحوث والدراسات الاستشارية وبرامج الدراسات العليا والبنية التحتية المخبرية والمشروع المستقبلي الواعد لواجهة جامعة الملك سعود العلمية (كسب) الذي شرفت جامعة الملك سعود بوضع الملك عبد الله بن عبدالعزيز حفظه الله حجر أساسه ، إضافة الى أن تأسيس عدة كراسي أبحاث في مجالات مختلفة ومراكز تميز متخصصة ، في ضوء ذلك فإن الجامعة لديها الأساس لبوادر النجاح لتطبيق تقنية النانو فيها . لهذا فإن تبرع خادم الحرمين الشريفين وفقه الله في المرحلة الحالية من استراتيجية الجامعة يجيء في وقت حاسم بالنسبة للجامعة للدفع بمسيرة أبحاث تقنية النانو لاستكمال البنية التحتية في هذا المجال والمضي في تمويل البحوث المتخصصة. وقد كان لدعم معالي وزير التعليم العالي وتشجيع معالي مدير الجامعة ودعمه الاثر الكبير في نجاح الخطط المرسومة والتي تأمل ان تصل الى اهدافها المستقبلية إن شاء الله.



د. علي بن سعيد الغامدي

وكيل الجامعة لشؤون الفروع المكلف

رئيس برنامج النانو

## مقدمة :

يمكن تعريف تقنية صناعة النانو (Nanotech industry) بأنها تلك المتركزة على الخصائص الفريدة للتركيب والآلات والأنظمة ذات الأبعاد المتناهية في الصغر والتي تقع بين 1-100 نانو متر (1 نانو متر =  $10^{-9}$  متر).

لا تزال تقنية صناعة النانو في بدايتها بين الحقيقة العلمية والرؤى الطموحة، بين الممارسات الأولى والتوقعات الهادفة. حيث أنه من المتوقع حصول تقنية صناعة النانو على تأثير فعال ومتميز في الاقتصاد العالمي، فإن النصيب التسويقي يعد مؤشرا مناسباً للتعرف على مظاهرها الاقتصادية.

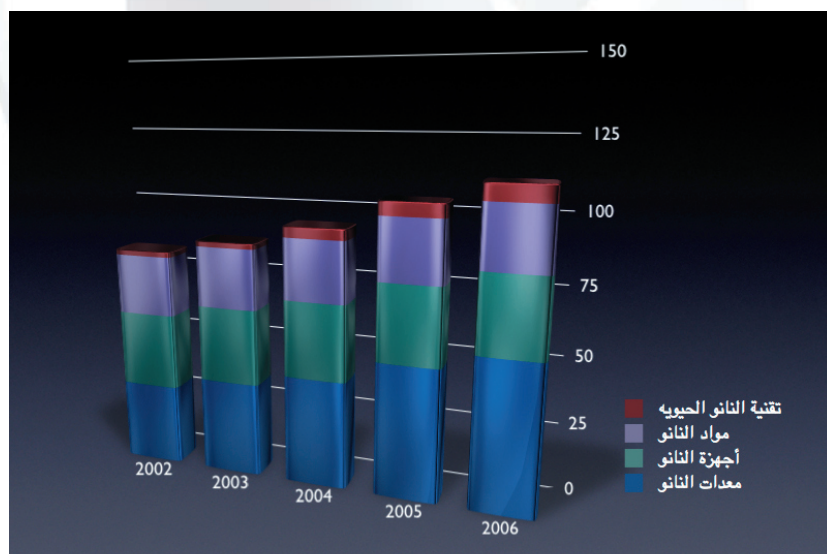
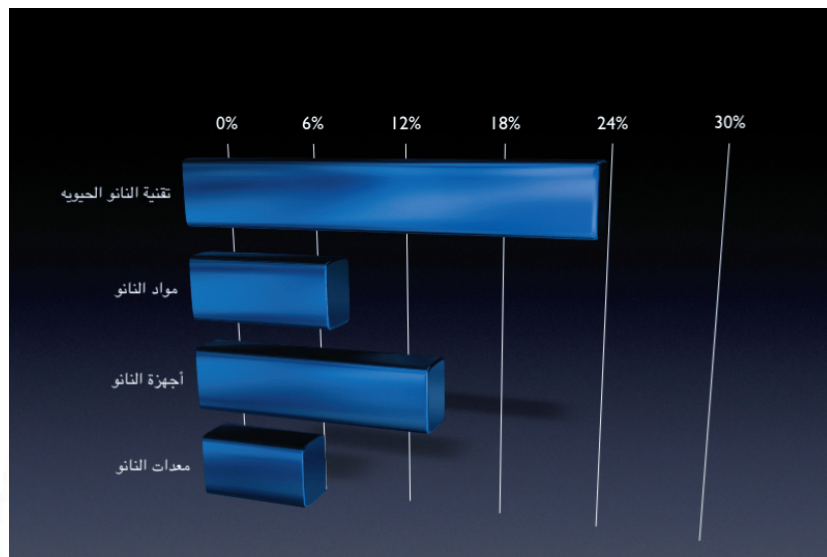
لقد نشأت توقعات معظم الأسواق بدءاً من أوائل عام 2000 وتصل حتى عام 2015. إن أفضل الأرقام المعروفة عن السوق المستقبلي لتقنية النانو قد تم نشره من قبل منظمة العلوم الوطنية بالولايات المتحدة الأمريكية

### National Science Foundation

(NSF) في عام 2001. حيث قدرت المنظمة بأن السوق العالمي لمنتجات تقنية النانو سوف يصل إلى 1 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2015م. اعتماداً على تعريف تقنية النانو وإسهامها بالقيمة المضافة للمنتجات النهائية بالإضافة إلى درجة كفاءتها، في حين يتوقع الآخرون بأن هذه القيم المضافة

سوف تصل الى 2.6 تريليون في 2014 (مركز لوكس للأبحاث، Lux Re-search). إن السيناريو الأخير يعد أكثر تفاؤلاً والذي يتوقع بأن تكون سوق المنتجات المعتمدة على تقنية النانو أكبر من سوق المنتجات المعتمدة على تقنية المعلومات والتقنية الحيوية ولجميع التقنيات المتوقعة بالسوق ويمكن أن تتعدى التوقعات بعشر مرات.

يمكن تقسيم منتجات تقنية النانو الى اربع مجموعات اساسية: وسائل النانو ، تقنية النانو الحيوية ، مواد النانو و معدات النانو، كما انه من المتوقع أن تدخل جميع منتجات النانو في زيادات واضحة، لذا لا بد من التفسير الدقيق لأي مقارنة للأرقام والتوقعات الفعلية من المصادر المختلفة والتحليلات المختلفة. يمكن الاعتماد على الدراسات التي تمت في تقرير فيكت **“Finding hidden pearls”** Fecht et al. بشكل أكبر لأنه قد ركز بشكل كبير على الماضي القريب من عام 2002 وحتى 2006 (الشكل رقم 1).



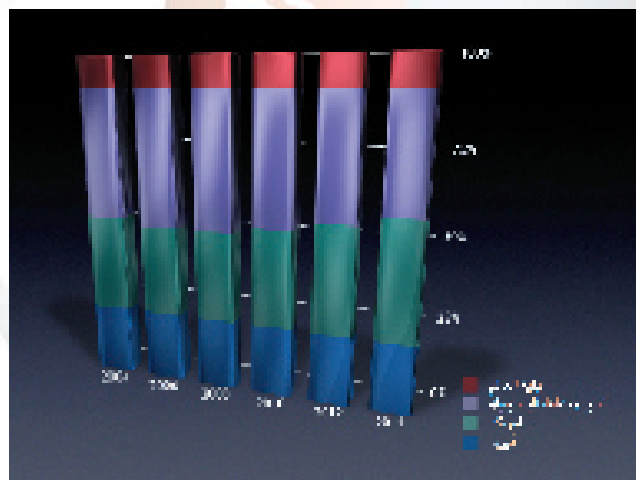
الشكل رقم 1: تحليل الأسواق العالمية للمؤشرات المختلفة لتقنية النانو. أعلى بالمليار دولار - أسفل: النسبة المتوسطة للنمو السنوي 2002-2006 (%).  
المصدر: (تقرير فيكت "Fecht et al. "Finding hidden pearls"

تمثل أدوات النانو في هذه التقديرات الدور الأكبر في الأسواق العالمية على الرغم من نسب النمو الضئيلة، بينما نجد ان تقنية النانو الحيوية هي الاعلى في نسبة النمو. من هذه الأرقام يمكننا بوضوح استنتاج بأن تقنية النانو لا زالت في مرحلة الانطلاق والتأثير على الاقتصاد العالمي. لذا ما هي التطورات بين 2006 و2015 التي ستقود إلى سوق يصل إلى تريليون دولار لتقنية النانو؟

من خلال الجمع لتطبيقات تقنية النانو في الأسواق، نجد أنه من المتوقع أن تستحوذ منتجات النانو المتوفرة على النصيب الأكبر. إن التوقعات لالكترونيات النانو تصل إلى حوالي 300 مليار مع حلول عام 2015 والتي تغطي العديد من المنتجات. هذه الأرقام تعد قريبة جدا مع توقعات منظمة العلوم الوطنية الأمريكية والتي تتوقع أن تصل إلى 340 مليار دولار أمريكي في عام 2015. هذه المعلومات تقود إلى افتراض أن مواد النانو ستعطي إسهاما كبيرا للأسواق المستقبلية. مقارنة بالمعلومات في الشكل رقم 1، فإنه يمكننا أن نستنتج بأن الزيادات المعقولة حتى عام 2006 سوف تصل إلى ذروتها في وقت ما بين 2006 - 2010 تبعا لحجم المواد والمنطقة.

لقد وضع مركز لوكس للأبحاث (2004) نموذج لثلاث مراحل تمثل التوقعات الأكثر شمولية للتطورات الحاصلة في أسواق تقنيات النانو. حيث أن النموذج يتضمن المرحلة الأولى حتى عام 2004 حيث يتم تقديم منتجات تقنية عالية الجودة من تقنيات النانو. بينما تغطي المرحلة الثانية حتى عام 2009 وسوف يتم فيها اهم الاكتشافات في مجال صناعة النانو. أما في المرحلة الثالثة بدءا من عام 2010 وما بعدها، فإن تقنية النانو سوف تصبح الرئيسية في البضائع المنتجة والمصنعة فيما يتعلق بالمنتجات الطبية وتطبيقات العلوم الحيوية التي تدخل فيها علوم الصيدلانيات والمعدات الطبية. كما ستسهم تقنية النانو الحيوية بوضوح في تطوير صناعة الصيدلانيات. كما ستفقد معدات النانو الرئيسية أهميتها في ذلك الوقت. بينما تتوقع مركز لوكس للأبحاث أن يصل النصيب السوقي لمنتجات تقنية النانو إلى 15% من إجمالي المنتجات المصنعة في عام 2014، و100% من تقنية النانو في تصنيع الكمبيوتر، 85% في الالكترونيات الاستهلاكية، 23% من المنتجات الصيدلانية و21% من السيارات.

قام مركز لوكس للأبحاث (2004) بتحليل هذه الأرقام من التوقعات الخاصة به (2.4 مليار في 2014) لجميع مناطق العالم (الشكل رقم 2)



الشكل رقم 2: إجمالي مبيعات المنتجات الخاصة بتقنية النانو لكل منطقة - توقعات بالنسبة المئوية. المصدر: (مركز لوكس للأبحاث Lux Research)،.



يتضح أن أكثر المناطق أهمية لبيع منتجات تقنية النانو هي آسيا ومنطقة الباسيفيك، يليها الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا على نفس المستويات. بينما يتوقع أن تكون أوروبا أقل في الاستهلاك ولكنها ستصاحب بزيادة مستمرة في أنصبتها، ولكن تظل نسبة الولايات المتحدة منخفضة حتى عام 2008 ولكن سوف تزداد بعد ذلك، بينما تمر آسيا والباسيفيك بمرحلة نمو مغايرة لها. في المستقبل القريب ستحظى المنتجات باهتمام الأسواق العالمية الناتج عن الشركات الآسيوية القوية مثل شركات الكمبيوتر، الهواتف المحمولة أو السيارات. ويعد عام 2008 ستكون المنتجات الصيدلانية أكثر قوة وسوف يكون مهيمن عليها من قبل الشركات الأمريكية.

## 2. السباق العالمي نحو تقنية صناعة النانو (التمويل العام - الحكومي):

إن المشروع الوطني لتقنية النانو بالولايات المتحدة الأمريكية - The National Nanotechnology Initiative (NNI) والذي تم إنطلاقه بواسطة الرئيس الأمريكي السابق كلينتون والذي دخل مرحلة التطبيق في عام 2001، يمكن أن يكون هو المرحلة الأولى لمرحلة الاقتصاديات العالمية القيادية في برامج وأبحاث تقنية النانو. إن تمويل علوم النانو قد تم بالفعل في عدة مناطق من العالم في هذا الوقت، وقد بدأت أوروبا بالفعل في تمويل هذه التقنية. لذا فإن العديد من الدول عملت على تكريس جزء من التمويل لأبحاث تقنية النانو وتطويرها. الجدول رقم 1 يعطي لمحة عن الأنشطة التمويلية العامة في عام 2005م.



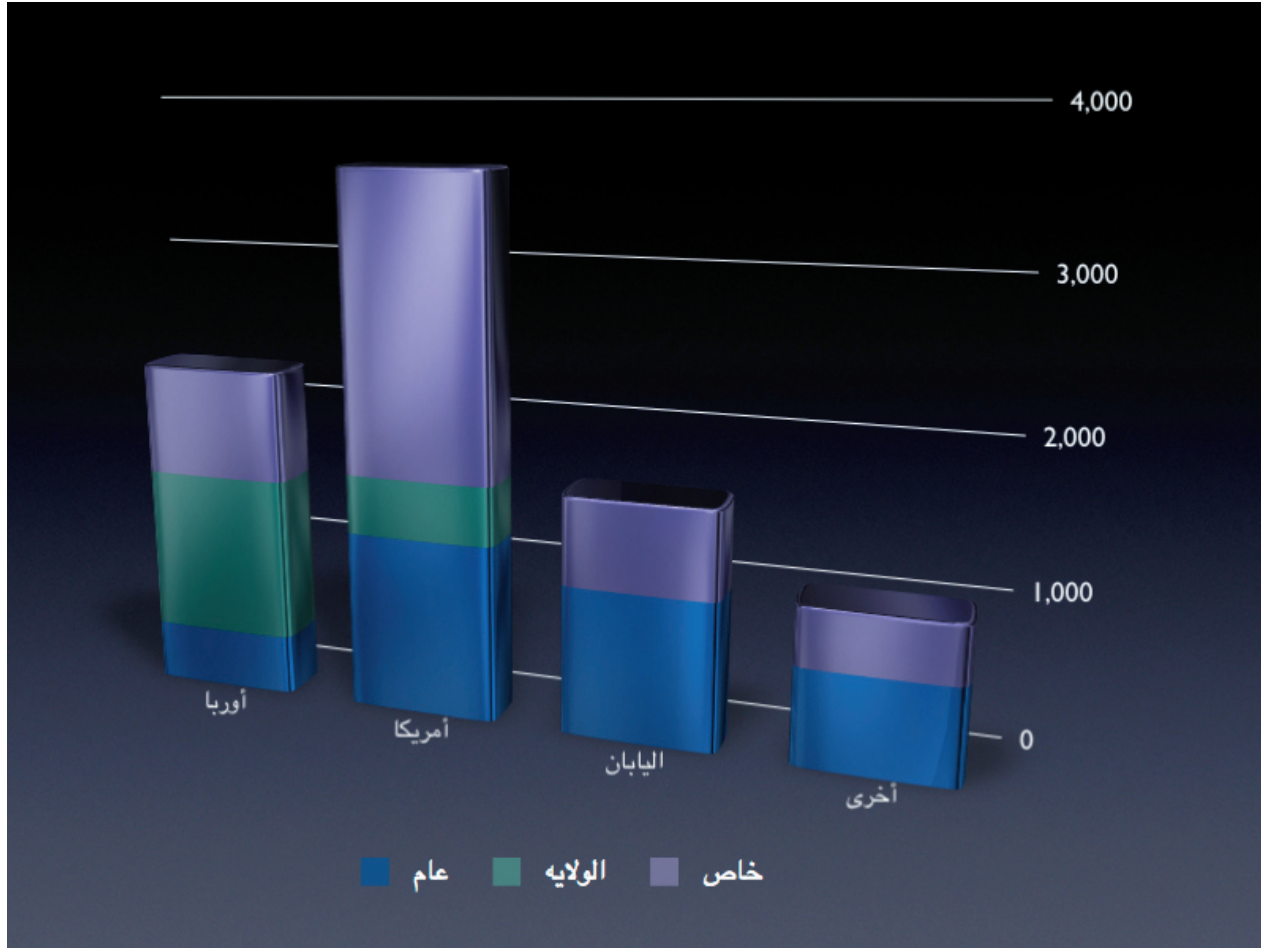
جدول رقم 1: إجمالي التمويل العام على مستوى العالم، لتطوير وتحديث تقنية النانو في عام 2004 من قبل الدول المستقلة. جميع الأرقام مضمومة بـ1000 يورو (المصدر: الاتحاد الأوروبي 2005م).

3.800	الهند	14.500	فنلندا	62.000	استراليا	910.000	أمريكا (فيدرالية)
3.800	ماليزيا	13.100	النمسا	60.000	بلجيكا	750.000	اليابان
3.100	رومانيا	12.500	أسبانيا	60.000	إيطاليا	370.000	الاتحاد الأوروبي
1.900	جنوب أفريقيا	10.000	المكسيك	46.000	إسرائيل	333.300	أمريكا
1.200	اليونان	9.200	نيوزيل	42.300	هولندا	293.100	ألمانيا
1.000	بوتسوانا	8.600	الدنمارك	37.900	كندا	223.900	فرنسا
1.000	ليتوانيا	8.400	سنغافورة	33.000	آيرلندا	173.300	كوريا الجنوبية
		7.000	النمسا	18.500	سويسرا	133.000	انجلترا
2.800	أخرى	5.800	البرازيل	16.700	اندونيسيا	83.300	الصين
3.850.000	الإجمالي	4.200	تايلاند	15.000	السويد	75.900	تايوان

يعد الاتحاد الأوروبي أكبر منظمة تمويلية لأبحاث تقنية النانو في أوروبا وأكبر هيئة مستقلة في العالم أجمع. وقد تم تعريف تقنية النانو في البرنامج السادس الأوروبي للأبحاث والتطوير التكنولوجي بأنها مع التقنيات الإنتاجية ذات الأولوية في الأبحاث الأوروبية.

كما تم توفير التمويل اللازم للمشاريع المتعلقة بهذه التقنية خلال المرحلتين الرابعة والخامسة والتي كانت خلال الفترة من 1994 إلى 2002 لأبحاث تقنية النانو والتي وصلت إلى 300 مليون يورو إجمالاً. وخلال المرحلة السابعة (2007 - 2013) سيستمر تمويل التقنية كأولوية ومن المتوقع أن تصل إلى ضعف الموازنة السابقة على الأقل، على أن تصل الأنشطة المتعلقة بالمرحلة السابعة قطاعات مثل (الصحة، الغذاء، تقنيات المعلومات والاتصال، الطاقة، الأبحاث الاقتصادية الاجتماعية والأمن).

أما فيما يتعلق بالدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي، والتي تمثل جزءاً أكبر من المصروفات الأوروبية العامة في قطاع تقنية النانو، والذي تأتي على قمته ألمانيا، تليها فرنسا والمملكة المتحدة. فيما يأتي على نفس المستوى اليابان وكوريا الجنوبية وكذلك الصين يجب اعتبارها بصفة واضحة في المقارنة العالمية. إن جهود جميع الدول لا يمكن أن تقارن بجهود الولايات المتحدة والتي تصل مصروفاتها الإجمالية إلى أكثر من 1.2 مليار يورو في 2004 و1.7 مليار يورو في 2005 من قبل الهيئات الحكومية الفيدرالية والولايات الفيدرالية تعد هي الجهات العامة الأكثر إنفاقاً على مستوى العالم (الشكل رقم 3).

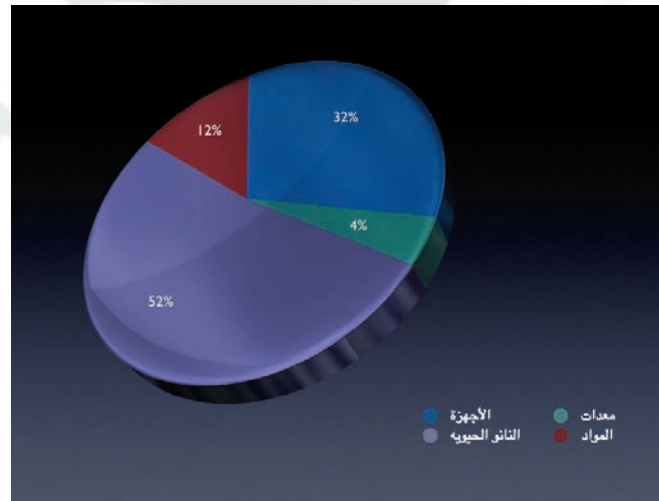
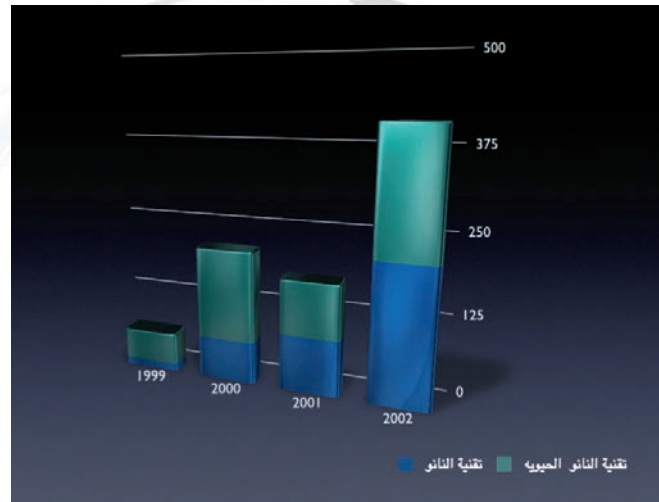


الشكل رقم 3: التمويل العام والخاص على تقنية النانو في 2005 من قبل الدول بالمليون يورو (المصدر: الأرقام المحدثة للاتحاد الأوروبي 2005)

بإضافة أرقام التمويل الخاصة، فإن الصورة ستختلف تبعاً، ففي أوروبا تم تقديم ثلث التمويل الإجمالي من قبل مصادر خاصة. وفي الولايات المتحدة قامت المصادر الخاصة بتقديم حوالي 54% من التمويل، وفي اليابان مثلت التمويلات الخاصة ثلثي حجم التمويل. وفي الحالات الأخرى، وصلت نسبة مساهم القطاع الخاص في الدول الآسيوية حوالي 36%. يمكن أن ينفق على أبحاث النانو الأمريكية أكثر من 3.5 مليار يورو بينما تمثل النفقات 2.7 مليار في اليابان وتصل إلى أقل من 2.5 مليار في أوروبا.

### 3. جذب المستثمرين لتقنية صناعة النانو(التمويل الخاص - الشركات):

ما هي النقاط التقنية الديناميكية والتي تعد جاذبة للمستثمرين؟



الشكل رقم 4: تمويل الشركات العالمية على التطبيقات (أعلى) وفي العام بالمليون دولار أمريكي (أسفل).  
(المصدر: بول وآخرين Paull et al., 2003)

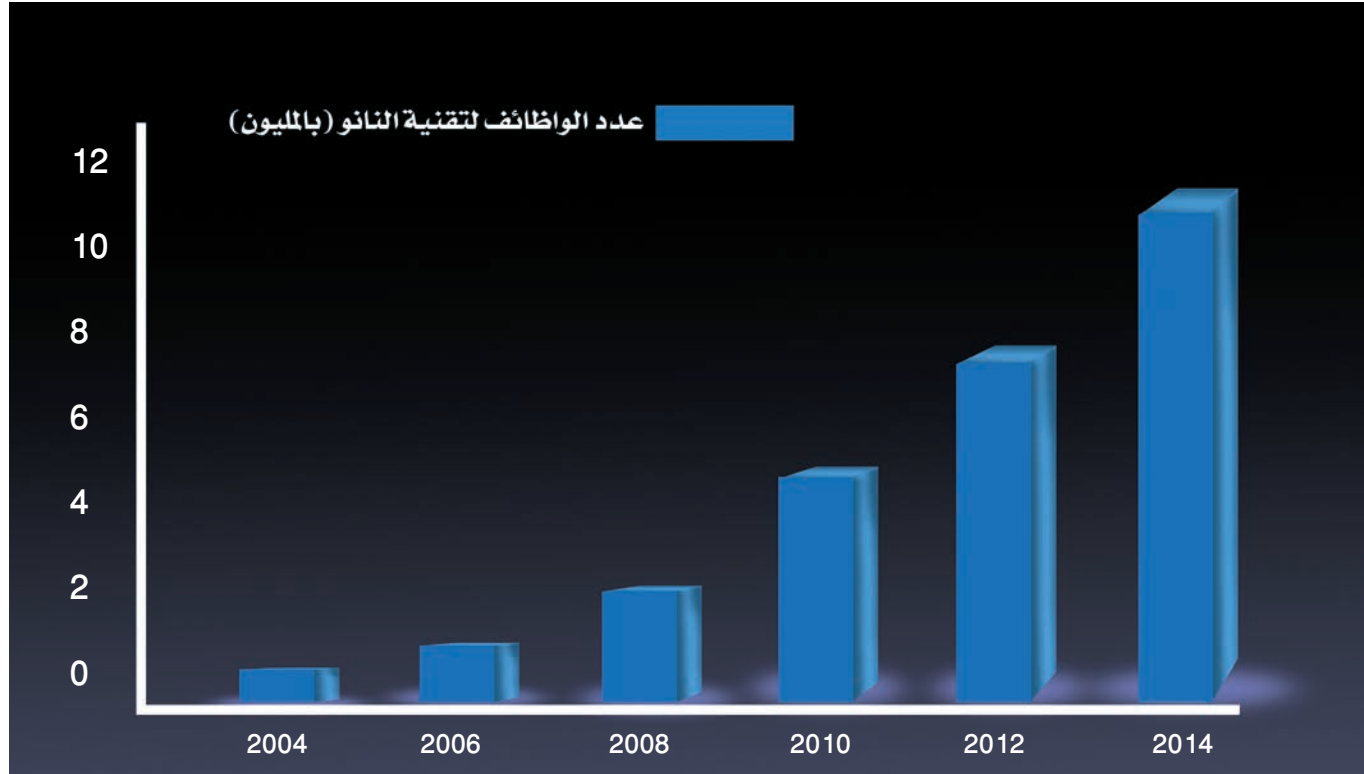
يوضح الشكل رقم 4 تقنية النانو الحيوية كأكثر الأسواق جذبا للاستثمار من قبل الشركات، تليها أجهزة النانو، بينما تلعب أدوات ومواد النانو دورا نسبيا. حيث تظل تقنية النانو تلعب الدور الرئيسي والمسيطر. لقد زادت التمويلات الخاصة من 63 مليون دولار أمريكي في عام 1999 إلى أكثر من 400 مليون في عام 2002، بزيادة أكثر من 500% خلال ثلاث سنوات.

#### 4. تحليل التأثير الاقتصادي: الوظائف والشركات في تقنية النانو

إن تأسيس الشركات يعد من المؤشرات الهامة في تطوير الاقتصاد باستخدام التقنية الجديدة. والأفكار الجديدة التي تستطيع هذه التقنية إظهارها أو ترخيصها لشركات أخرى والتي يمكن أن تكون مؤهلة فيما يتعلق بالإنتاج والتوزيع. إن رأس المال يعد مصدرا رئيسا في تمويل هذه التقنية العالية وقطاع المخاطر المرتفعة.

وعندما يأتي الأمر إلى إيجاد وظائف جديدة، من خلال تأسيس الشركات الصغيرة، المتوسطة الحجم والإسهام فيها، فإن منظمة العلوم الوطنية تتوقع بأنه سيتم الاحتياج إلى ما يقارب 2 مليون عامل في مجال تقنية النانو على مستوى العالم في عام 2015. على أن يتم توزيع هؤلاء العاملين على مناطق العالم كما يلي: 0.8 – 0.9 مليون في الولايات المتحدة الأمريكية، 0.5 – 0.6 مليون في اليابان، 0.3 – 0.4 مليون في أوروبا، حوالي 0.2 مليون في آسيا ومنطقة الباسيفيك باستثناء اليابان، و 0.1 مليون في المناطق الأخرى. بالإضافة إلى 5 مليون وظيفة مساعدة، وبطريقة أكثر تفاعلا، فإن لو كس للأبحاث تتوقع أن يصل عدد الوظائف المتعلقة بتقنية النانو إلى 10 مليون بحلول عام 2014م.

الشكل رقم 5 يوضح العدد الإجمالي من الوظائف في تقنية النانو ونصيبها من الوظائف الإنتاجية.



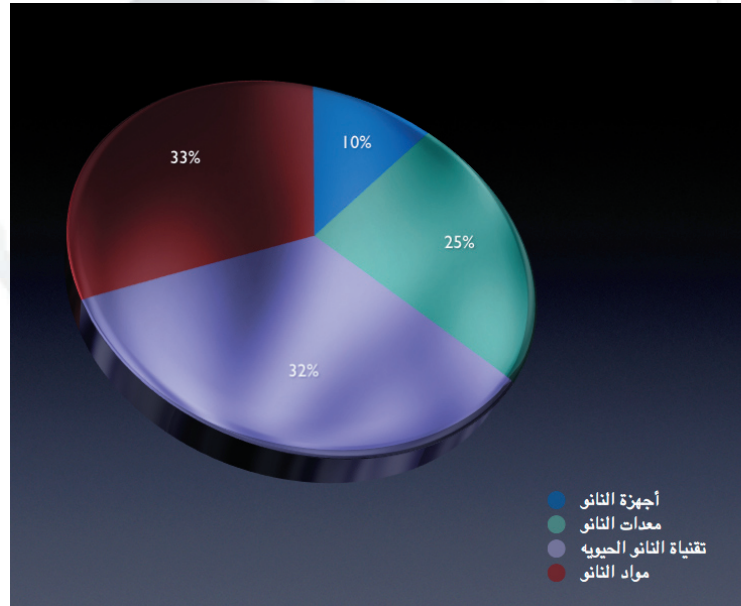
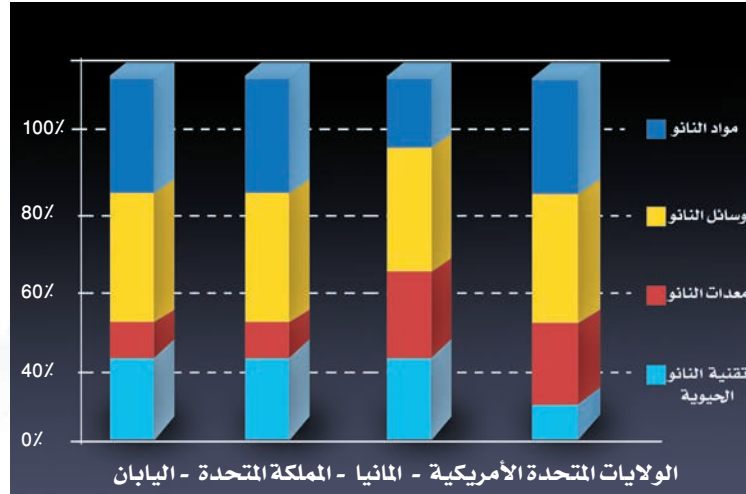
الشكل رقم 5: عدد الوظائف في مجال تقنية النانو بالمليون ونصيب الوظائف في هذا المجال بالمقارنة مع كافة الوظائف الإنتاجية الحالية. (المصدر: لويس للأبحاث، Lux Research، 2004م).



يمكن إيجاد العديد من هذه الوظائف في المستقبل. وقد قامت العديد من الشركات بتطوير تقنياتها من أجل أن تتوافق مع تقنية النانو في الأعوام القليلة الماضية من أجل الحفاظ على العوامل التنافسية. وهذا يوضح لماذا قامت الشركات بتحديد متطلباتها من الخبراء في مجال النانو والذي لم يحدث له مثيل في الأعوام المائة الأخيرة أو حتى دون ذلك. بعض الأمثلة تعد الشركات الكبيرة في الصناعات الكيميائية والصيدلانية، البصريات والالكترونيات مثل (باير، باسف، كارل زييس، أجا كيفيرت، جنرال الكتريكس، فيليبس)، على الرغم من أن هذه الشركات القائمة والتي تشكل قلة في قائمة الشركات القائمة على تقنية النانو الحالية.

### ما هي خصائص الشركات النشطة في مجال تقنية النانو؟

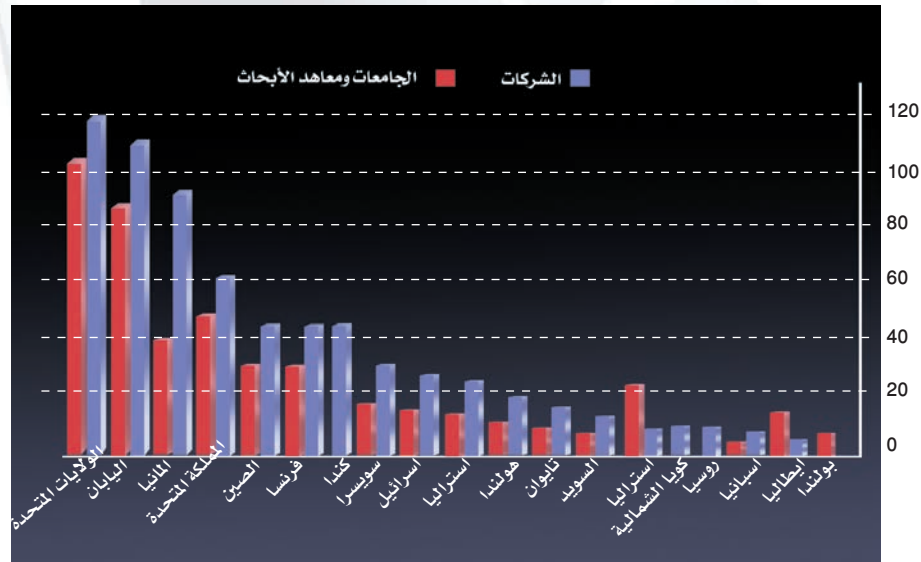
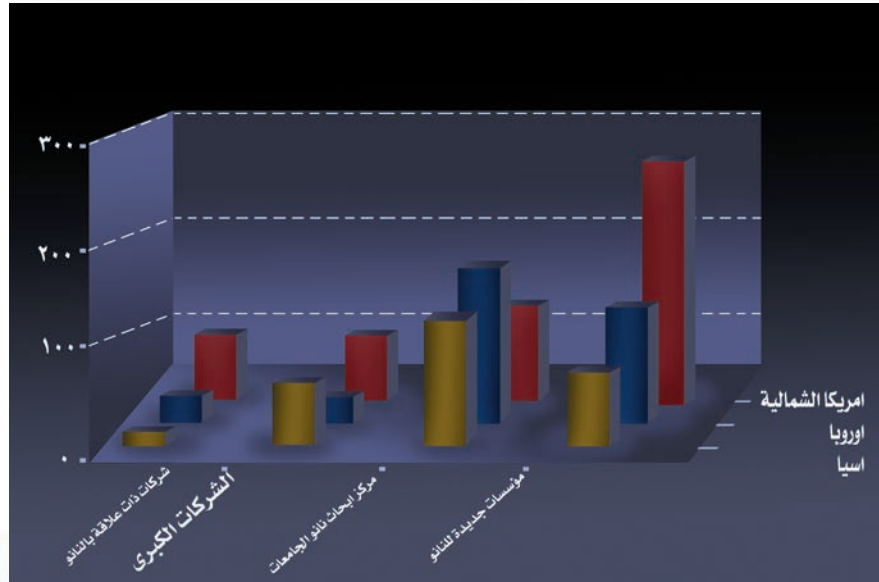
الشكل رقم 6 يوضح نتائج الاستبيان الذي تم بواسطة فيكت وآخرين والتي قامت بتغطية 357 شركة على مستوى العالم.



الشكل رقم 6: الدول تقوية النانو العالمية وأقسامها المختلفة (أسفل) والشركات الأكثر نشاطا (أعلى). تتعلق المعلومات بعينة من 357 شركة من الاستبيان الذي تم بواسطة فيكت وآخرين (Fecht et al).

يصنف ثلث الشركات التي تم رصدها بأنها نشطة في مجال مواد النانو، الثلث الآخر في تقنية النانو الحيوية. بينما تلعب أدوات ومواد النانو الدور الأصغر. ولكن هناك فروق واضحة بين الأربع دول الأكثر نشاطا في العالم، في حين مثلت الولايات المتحدة الدور المتوسط، وألمانيا الدول الأكبر في أدوات النانو، بينما كانت المملكة المتحدة نشطة في مجال تقنية النانو واليابان كانت قوية في مجال مواد النانو وأدواتها، وفوق المتوسط فيما يتعلق بمعدات النانو، وكانت ضعيفة جدا في مجال تقنية النانو الحيوية.

لا ينعصر النشاط في مجال تقنية النانو على الشركات الخاصة فقط. حيث أن غالبية المنظمات التي تقوم بالأبحاث أو إنتاج تقنية النانو تعكس الأنشطة التي تتم في مجال تقنية النانو وتساعد في تحديد الأنشطة المتعلقة بالأبحاث التطبيقية والعلمية. يوضح الشكل رقم 7 عدد المنظمات النشطة في مجال تقنية النانو في الدول الأكثر نشاطا وطبقا لمناطق العالم.



الشكل رقم 7: شركات تقنية النانو بالدولة (أعلى) وبحسب نوع الشركة (يمين). إن العدد الإجمالي يبلغ 1198 (أسفل) و1050 (يمين). (المصدر: Cientifica).

إن الفروق المهمة بين الدول يمكن ملاحظتها. حيث أن نصيب المعاهد البحثية من الشركات يعد مرتفعا جدا في اليابان، المملكة المتحدة، الصين، فرنسا، أستراليا والسويد. وفي النمسا، أسبانيا، إيطاليا وبولندا فإنها أقل في العدد من حيث الشركات. تعتبر الحصص مختلفة في الولايات المتحدة، ألمانيا، سويسرا، وتايوان بالإضافة إلى كوريا الجنوبية وفينلاند، حيث أن عدد الشركات ضعف أو أكثر من المعاهد البحثية.

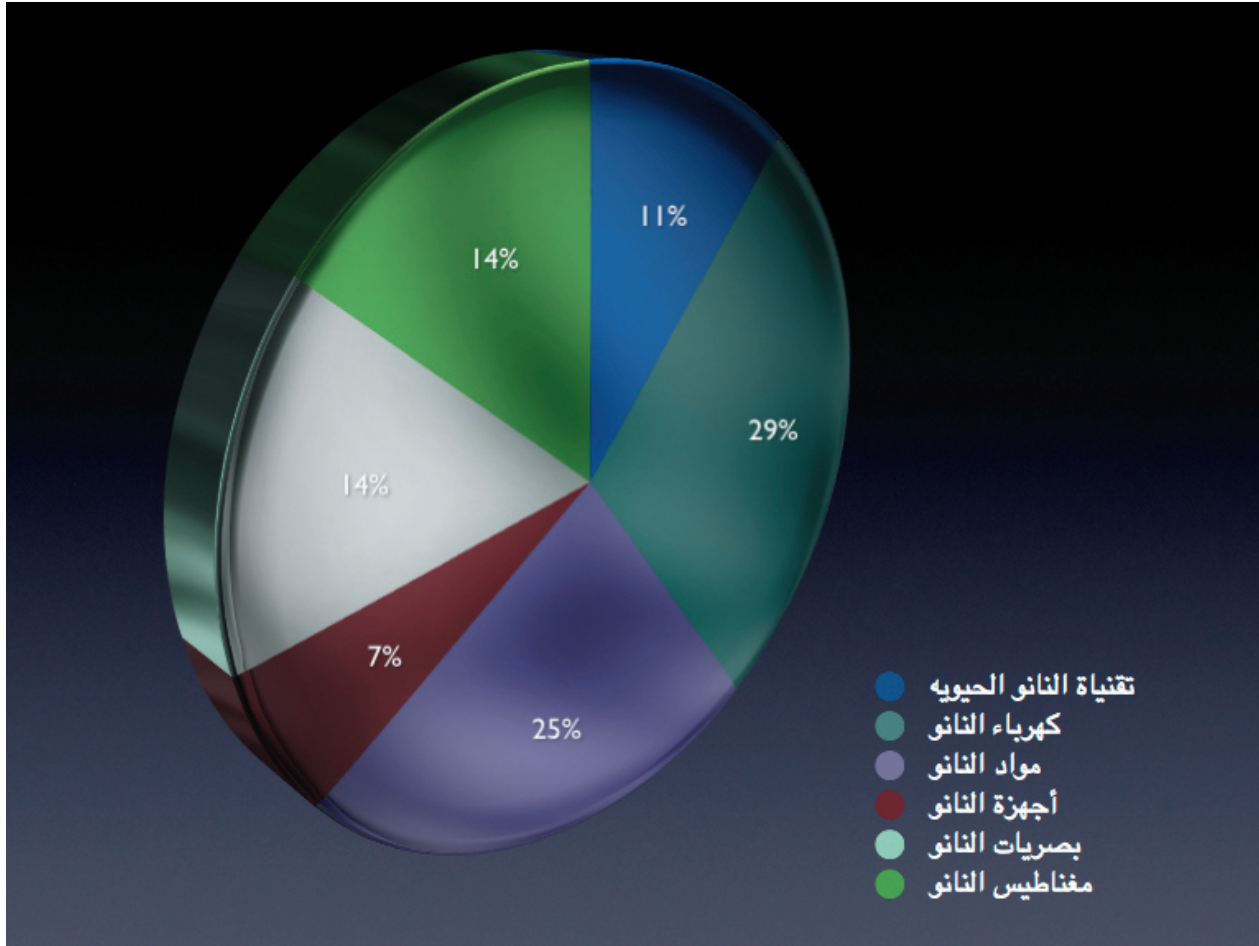
من هذه المعلومات التي تم عرضها في هذا القسم، يمكن أن نستنتج بأن أكثر التطورات الواضحة في تأسيس ونشاط شركات صناعة النانو وبالوظائف المتعلقة بها التي يمكن ملاحظتها في الولايات المتحدة. أما في أوروبا، تلعب ألمانيا الدور الأكثر أهمية، ولكن على مستوى متوسط عند المقارنة مع الولايات المتحدة. تعتبر اليابان أكبر منافس للولايات المتحدة. وعندما تأتي إلى تنافسية إيجاد الوظائف، فإن الشركات الهامة والتي يتم تأسيسها وفقا لتقنية النانو أو تلك التي تتعلق بتقنية النانو سوف تزيد.

بينما تمثل تقنية النانو ثورة المستقبل في دول مثل الصين، الهند وروسيا والتي تم تجهيزها للبدء والوصول إلى وضع أوروبا. على الرغم من عدم ظهور واضح في إحصائيات الشركات، ولكن يفترض أنها ستظهر التحركات الظاهرة في العشر سنوات التالية ويمكن أن تصبح منافسا جادا في السوق العالمي للمنتجات والأبحاث والمواقع الإنتاجية. إن الدليل الأول يعطي مؤشرات على التطوير التقني والعلمي والتي سيتم تحليلها في الفصل التالي.



## 5. التطوير التقني للنانو: تطبيقات براءات الاختراع

لا يمكن للنجاح الاقتصادي أن ينجز دون أسس تقنية وعلمية قوية. إن براءات الاختراع تعكس القدرة على تحويل النتائج العلمية إلى تطبيقات تقنية. تعد براءات الاختراع أيضا مطلبا رئيسا لعرض الاقتصاد والنتائج البحثية وهي أيضا مركز لكافة التحليلات التي تتعامل مع الأهداف الاقتصادية للتقنية وتحديد الجهات الأكثر تطبيقاً لها. يوضح الشكل رقم 8 حركة براءات الاختراع من عام 1995 وحتى 2003 ونصيب كل من الأقسام المختلفة لتقنية النانو منها.



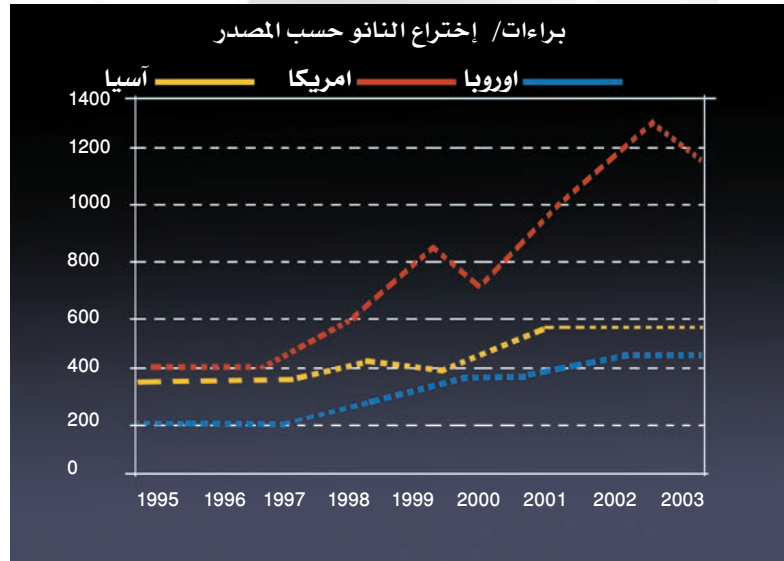
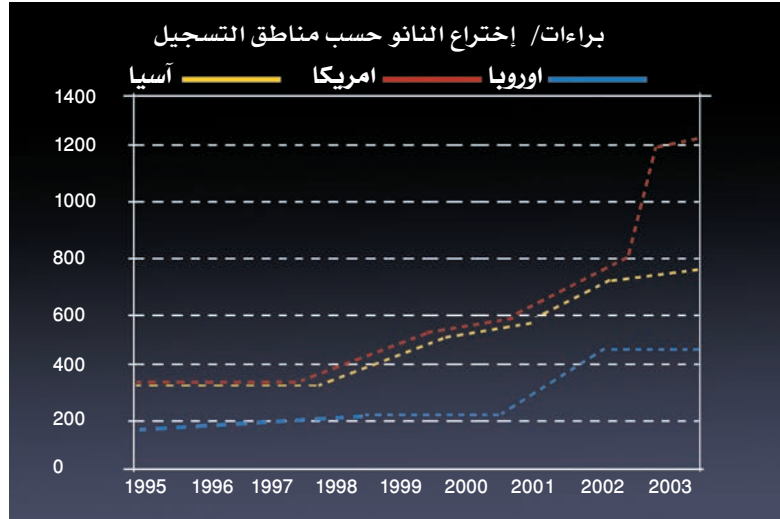
الشكل رقم 8: براءات اختراع تقنية النانو العالمية. العدد الإجمالي من براءات الاختراع. شكل الفطيرة يمثل توزيع أنواع البراءات في عام 2003. (المصدر، إي بي أو- EPO- 2006 )

## ماهي مناطق ظهور براءات اختراع تقنية النانو؟ ا

الشكل رقم 9 يوضح عدد براءات اختراع تقنية النانو على المستوى العالمي، حيث يتم تحليلها إلى تطبيقات ومستثمرين من الأمريكتين (تحديدا الولايات المتحدة الأمريكية وكندا)، آسيا (تحديدا اليابان وكوريا الجنوبية والصين) وأوروبا (تحديدا ألمانيا، المملكة المتحدة، فرنسا وهولندا).





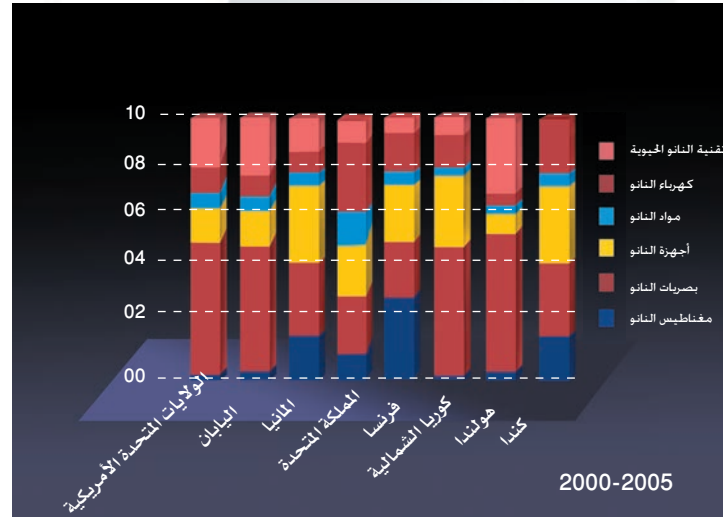
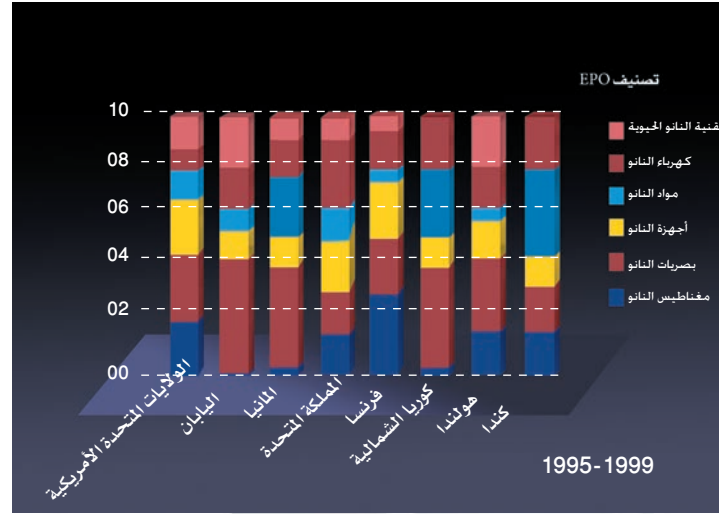


الشكل رقم 9 : براءات الاختراع العالمية طبقا للمناطق (أعلى) والدول المستثمرة (أسفل). (المصدر: EPO إي بي أو - 2006).



من الواضح أن أمريكا هي الأكثر نشاطا مقارنة بمناطق العالم في تسجيل براءات الاختراع المتعلقة بتقنية النانو. ففي كل عام من الأعوام التي تم الاعتماد عليها، مثلت براءات الاختراع فيها نصف البراءات التي تم تحديدها في الدول. ومن الملاحظ و الجدير بالأهمية بأن هذه الوضع القيادي يعد الأضعف فيما يتعلق بالدولة المستثمرة، حيث قامت آسيا بتحسين موقفها. إن الفارق بين دولة التطبيق ودولة الاستثمار عامة يرجع إلى الفرق بين موقع الشركة والمكان الذي يوجد به الباحث بين هذه الدول.

الشكل رقم 10 يوضح تحليل أكبر الدول التي قامت بالتطبيقات في عام 2003 على فترتين مختلفتين.

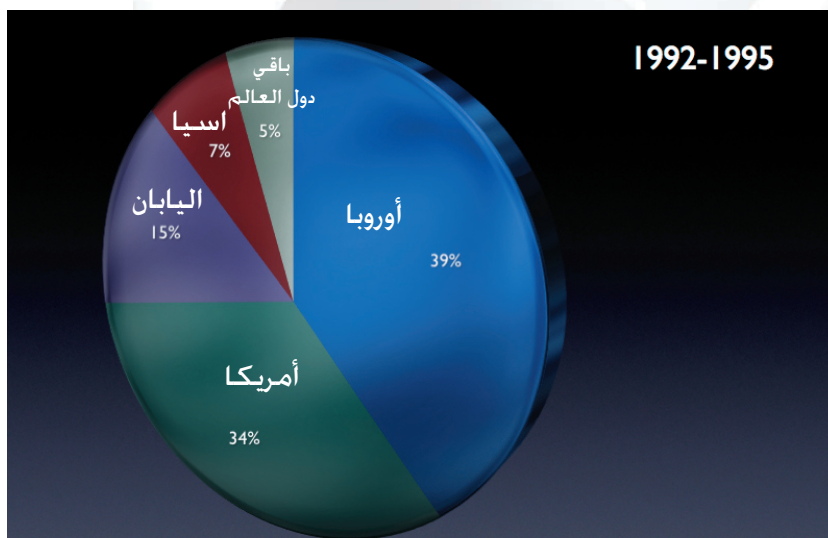
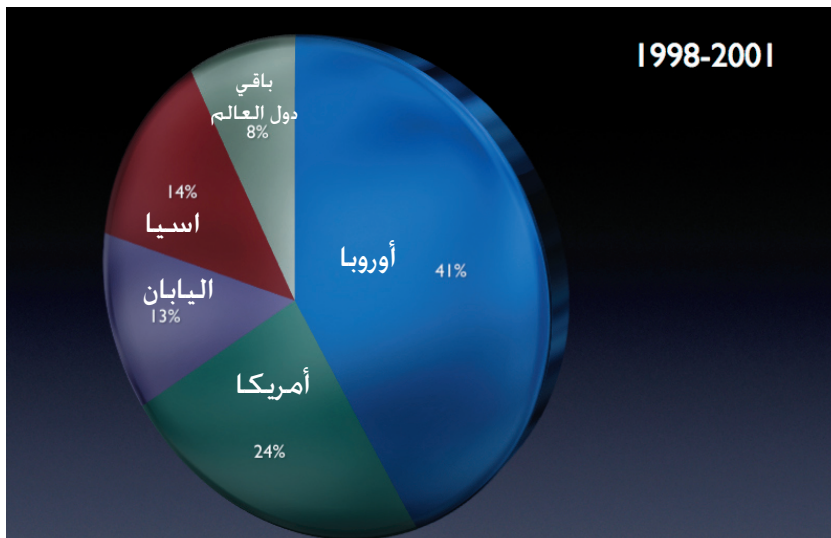


الشكل رقم 10: براءات اختراع تقنية النانو في أكبر 8 دول في مجال التطبيقات طبقاً لتقسيمات إي بي أو. أعلى: 1995 - 1999، أسفل: 2000 - 2005 (المصدر: EPO إي بي أو 2006)

بمقارنة تحليلات الأنواع بين الفترتين، فإنه يلاحظ وجود مراكز تحول هامة. بينما استمرت الولايات المتحدة في نفس التحليل المشابه، بينما انتقلت دول اليابان، ألمانيا، فرنسا، كوريا الجنوبية وكندا في اتجاه مواد النانو. قامت دول ألمانيا، كوريا الجنوبية وتحديدا هولندا بتحسين تطبيقات الكترولونيات النانو، بينما قامت المملكة المتحدة بتحقيق سبقا ذو قيمة في مجال بصريات النانو، كما قامت كندا بتحقيق تقدم مماثل فيما يتعلق بأدوات النانو وكذا كوريا الجنوبية فيما يتعلق بمغناطيسيات النانو، إن حصة براءات اختراع تقنية النانو كانت راكدة أو نقصت عند تحليل كل من هذه الدول.

## 6. الأسس العلمية لتقنية النانو: المنشورات والمجلات العلمية:

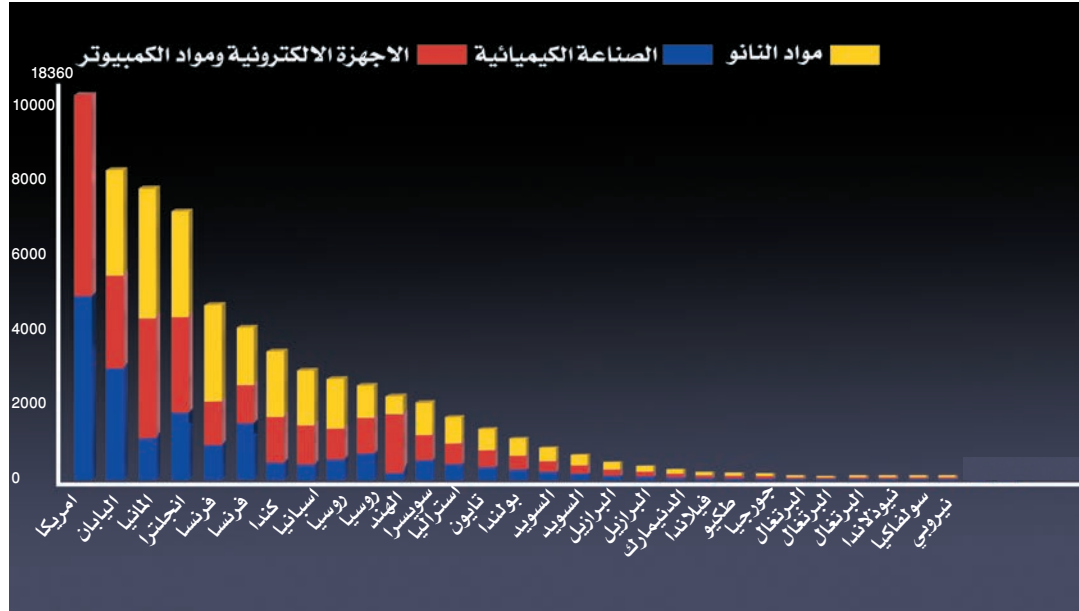
إن المنشورات العلمية هي المؤشر الأكثر دلالة على قياس التطور العلمي من خلال المخرجات وكميتها. بمقارنة مناطق العالم، فإن الشكل رقم 11 يوضح المنشورات العلمية الخاصة بتقنية النانو.



شكل رقم 11: المنشورات العلمية الخاصة بتقنية النانو من خلال قاعدة  
معلومات إس سي سي آي (SCI database). (المصدر: جلانزل Glänzel et  
al. وأخريين 2003).

في عام 1990 زادت حصة أوروبا بينما نقص عدد المنشورات العلمية الصادرة عن الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، بينما حصلت الدول الآسيوية على زيادة واضحة خاصة الصين. لذا يمكن أن نستنتج من ذلك بأن أوروبا تملك قاعدة علمية قوية في مجال تقنية النانو بالمقارنة بمنافسيها الرئيسيين ، بينما تعد الدول الآسيوية الأكثر ديناميكية وحركة من مناطق العالم الأخرى.

الشكل رقم 12 يوضح معلومات أكثر حداثة عن عدد المنشورات التي قامت بها كل دولة.



شكل رقم 12: المنشورات العلمية الخاصة بعلوم النانو لكل دولة ، 1999-2004 ،  
(قاعدة معلومات إس سي سي أي).  
المصدر: (التحليلات التي تم تنفيذها بواسطة نيستيب 2006 NISTEP).

ليس مستغربا بأن تكون الولايات المتحدة هي الأكثر نشاطا في مجال المنشورات العلمية في مجال تقنية النانو بما يزيد عن 18000 نشرة علمية خلال الفترة من 1999 وحتى 2004م تليها اليابان والصين، ولكن مع فارق كبير. بينما كانت أكبر الدول الأوروبية في الموضوع الرابع إلى السابع. تتغير الصورة قليلا عندما نفرق بين الحقول التابعة لعلوم النانو في مجال الصناعات الكيميائية والخبرة الالكترونية ومواد النانو. ففي المجالين الأول والثاني تأتي ألمانيا بشكل أكبر من الصين، بينما تأتي اليابان، والمملكة المتحدة وفرنسا في نفس المستوى مع الصين. تظهر الصين أشد قوة فيما يتعلق بمواد النانو، حيث حصلت على المستوى الثاني بعد اليابان وتقلل بذلك الفجوة بينها وبين الولايات المتحدة.

إن أكثر المجالات التي تقوم على نشر الأبحاث العلمية المتعلقة بتقنية النانو هي مجلة الطبيعة الأوروبية، ومجلة العلوم الأمريكية.



## 7. الخلاصة:

إن التحليل التجريبي عن النمو الاقتصادي لتقنية النانو تبدأ بوضوح مع توقعات السوق. هذه التوقعات والتي تعود إلى تقنية النانو بشكل عام تختلف كثيرا وتشكل من خلال الأهداف التي خصصت من أجلها. إن المعلومات المقدمة يمكن الاعتماد عليها لأنها مستمرة وتتوقع مراحل مختلفة من مجالات تقنية النانو المختلفة والدول الهامة في هذا المجال. كما يمكننا توقع مستقبلا أكثر بريقا للتقنية نظرا لطبيعتها وتأثيرها الخاص في مجالات صناعة الصيدلانيات والالكترونيات، كما أنه لها التأثير الذي يمكن ملاحظته على التقنيات الحيوية التقليدية وحتى الوصول إلى المستوى الحالي باستخدام تقنيات المعلومات والاتصالات. سوف يكون لهذه التطورات تأثيرها الواضح على عدد الوظائف في مجال الصناعات الإنتاجية. لقد تم تأسيس شركات تقنية النانو في الماضي ومن المتوقع أن تنضم وتندرج سويا في المستقبل.

من المتوقع أن يلقي المستوى العالي من الإنفاق وتمويل الأبحاث الخاصة بتقنية النانو تأثيرا إيجابيا على مدى امتياز الأبحاث. تم إيجاد المعرفة والملكية الفكرية عن طريق المشاريع البحثية والتي يتم تمويلها بشكل كبير. إن النتائج التقنية الناجحة وترجمتها لتصنيع منتجات ناجحة يعتمد أيضا على درجة الصناعة وجودتها في هذه المشاريع.



## References

## المراجع

European Commission. Some Figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond. European Commission, Research DG, December 2005

European Commission. Nanosciences and Nanotechnologies: An action plan for Europe for 2005 to 2009. Communication, 2005

European Commission. Towards a European Strategy for Nanotechnology. Communication, 2004

Fecht, H.-J., Ilgner, J., Köhler, T., Mietke, S., Werner, M., Nanotechnology Market and Company Report – Finding Hidden Pearls, WMtech Center of Excellence Micro and Nanomaterials, Ulm, 2003

Glänzel, W., Meyer, M., du Plessis, M., Thijs, B., Magerman, B., Schlemmer, B., Debackere, K., Veugelers, R., Nanotechnology: Analysis of an Emerging Domain of Scientific and Technological Endeavour, Report of Steunpunt O&O Statistiek, K.U. Leuven, 2003

Hullmann, A. The economic development of nanotechnology-an indicators based analysis. European Commission, DG Research, 2006.

Igami, M., Bibliometric Indicators of Nanoscience Research, OECD working paper, presented at the NESTI working party, Berlin, 2006

Lux Research, The Nanotech Report 2004, 2004

Lux Research, Sizing Nanotechnology's Value Chain, October 2004

Mitsubishi Research Institute 2002, cited by Kamei, S., Promoting Japanese-



sestyle Nanotechnology Enterprises. 2002

Moradi, M.: Global Developments in Nano-Enabled Drug Delivery Markets. In: Nanotechnology Law and Business. Volume 2.2. pp. 139-148. 2005

NanoLogue Engaging with researchers and civil society Report from the Nanologue project. [www.nanologue.net](http://www.nanologue.net). December 2005

National Science Foundation (NSF) 2001. cited by RedHerring. The Biotech Boom: the view from here. online article of 5th November. 2001

Paull, R., Wolfe, J., Hébert, P., Sinkula, M.: Investing in nanotechnology. in: Nature Biotechnology Vol 21. No. 10. p.1145. 2003

Reuters. Degussa investigations into alleged price-fixing in the carbon black industry. press release. 2002

Roco M. C.: Converging science and technology at the nanoscale: opportunities for education and training. In: Nature Biotechnology Vol. 21. pp. 1247-1249. 2003

Thomson ISI database. on <http://www.esi-topics.com/nano/>. 2001

## إعداد:

### د. سلمان بن عبدالعزيز بن حماد الركيان

- استاذ الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية المشارك  
قسم الكيمياء الحيوية - كلية العلوم - جامعة الملك سعود
- درجة البكالوريوس في الكيمياء الحيوية - كلية العلوم -  
جامعة الملك سعود.
- درجة الماجستير في الكيمياء الحيوية الطبية - كلية الطب  
والمستشفى الجامعي - جامعة ننتجهام / بريطانيا.
- درجة الدكتوراه في الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية  
- كلية الطب و المستشفى الجامعي - جامعة ننتجهام /  
بريطانيا.
- لديه العديد من البحوث المنشورة في المجالات العلمية  
المحكمة.
- شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العالمية.
- رئيس قسم البيولوجيا الجزيئية في مركز الابحاث  
والتطوير التابع للشركة السعودية للصناعات الدوائية  
والمستلزمات الطبية (الدوائية) لمدة خمس سنوات.
- أشرف على العديد من البحوث المدعومة من مدينة الملك  
عبدالعزيز للعلوم والتقنية وغيرها.
- عضو في عدة لجان في جامعة الملك سعود.
- حكم العديد من البحوث لمجلات عالمية.
- أشرف على العديد من طلاب الدراسات العليا.
- تمت دعوته لإلقاء العديد من المحاضرات في داخل وخارج  
المملكة العربية السعودية.
- مستشار علمي في كلية الدراسات العليا- جامعة الملك  
سعود.
- مشارك في برنامج النانو في جامعة الملك سعود.

