





# تقنية النانو

[ الواقع والنظرة المستقبلية ]

تأليف

د. محمد بن عبده أحمد مسلم      د. أحمد عبد الفتاح محمود عبد المجيد  
قسم النبات والأحياء الدقيقة      قسم النبات والأحياء الدقيقة  
كلية العلوم - جامعة الملك سعود      كلية العلوم - جامعة الملك سعود

أ. د. علي بن حسن عبدالرحمن بهكلي

قسم النبات والأحياء الدقيقة  
كلية العلوم - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٣١هـ - (٢٠١٠م).

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مسلم، محمد بن عبده.

تقنية النانو: الواقع والنظرة المستقبلية./ محمد بن عبده مسلم؛ أحمد  
عبدالفتاح عبدالمجيد؛ علي بن حسن بهكلي. - الرياض، ١٤٣١هـ.

٢٨٦ ص؛ ١٧ سم × ٢٤ سم

ردمك: ٤ - ٦٧٣ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

١- تقنية النانو ٢- النانو أ. عبدالمجيد، أحمد عبدالفتاح (مؤلف مشارك)

ب. بهكلي، علي بن حسن (مؤلف مشارك) ج. العنوان

١٤٣١/٦٢٤٥

ديوي ٦٢٠,٥

رقم الإيداع: ١٤٣١/٦٢٤٥

ردمك: ٤ - ٦٧٣ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس  
على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الخامس عشر للعام  
الدراسي ١٤٣٠/١٤٣١هـ المعقود بتاريخ ١٢/٤/١٤٣١هـ الموافق ٢٨/٣/٢٠١٠م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣١هـ



## إهداء

"إن تقنية النانو هي تهجين المادّة الأساسيّة لأقلمتها مع غايات  
البشر وهي بالتالي إعادة هيكلة المواد وصياغتها ويمكن  
تشبيه هذه العمليات بلعبة *Lego* فهناك إمكانات لا حصر لها من  
صياغة المواد تماما كما هو الحال بالنسبة للكائنات المحوّرة جينيا"

*Richard Feynman*



## مقدمة

يشهد العالم مع بداية الألفية الثالثة ثورة صناعية من نوع جديد ألا وهي الثورة النانوية أو تقنية النانو Nano-Technology التي يصفها بعض الخبراء بأنها "الثورة الصناعية الأخيرة في تاريخ البشرية جمعاء". وتعتبر تقنية النانو (التقنيات متناهية الصغر) Nanotechnology محط أنظار العالم من مشرقه لمغربه، ومجال علمي هام تتنافس فيه وبشده الدول المتقدمة للسيطرة على مقدرات العالم وفرض الهيمنة العلمية عامه. وتقوم التقنية النانوية على التوصيل والتنسيق بين العلوم الإحيائية والفيزيائية، والكيميائية، والميكانيكية، والإلكترونية، وعلم المواد، وتقنية المعلومات، وذلك من أجل دراسة البنية التحتية المكوّنة للمادة الحية وغير الحية. وكما تبدلت حياة الشعوب في القرن العشرين نتيجة ثورة المعلومات والاتصالات، وقبل أن يفوق من إنجازاتها على الصعيد المحلي والدولي بدأت إرهاصات تبدل جذري جديد بالظهور بفعل التطور الهائل في مجال التقنية النانوية، والإحيائية الجزيئية، والنانوحيوية، والميكروية، والبصرية. لقد أصبح الخيال العلمي حقيقة على أرض الواقع. وأن التطورات المذهلة والمتسارعة، بصورة تفوق الخيال نفسه، في مجالات الذكاء الصناعي وتقنية النانو Nano-Technology (التقنيات المتناهية

في الصغر) والمورثات (الجينات)، سوف يكون لها انعكاساتها الهائلة على نمط وأساليب الحياة في العقود القليلة القادمة (الشكل رقم ١).



الشكل رقم (١). الجينات الوراثية الحائرة بين الثورة العلمية وتطلعات المستقبل.

المصدر: <http://www.nanotechnology.com>

تؤدي هذه التقنية المبدعة Innovative Technology لتغييرات مفاجئة وتحولات متلاحقة لا تنتهي. فعالم الغد سيكون مختلفاً تماماً عما عرفته البشرية حتى وقتنا الحالي. ولعل من أهم الأسئلة التي تتبادر في الأذهان هي: هل القرن الحالي قرن التقنية الحيوية أم قرن الذكاء الصناعي والآليات أم قرن التحويلات الوراثية (الجينية)؟ وما هي الآثار المتوقعة للتطور التقني على مستقبل البشرية؟... فإذا قلنا إن القرن الحالي هو قرن المورثات (الجينات)، فهل هناك أسرار وراثية جديدة لم تكتشف بعد؟ وهل من



الممكن أن يختار الإنسان موروثاته ؟ وهل هناك أمل في إطالة العمر وتأخير الشيخوخة؟ وما الذي يمكن أن يحدث إذا كان المجتمع كله من الأقوياء والأصحاء والأذكاء ؟ وما هو تأثير التشخيص الوراثي (الجيني) Genetical Diagnosis في الفرد والمجتمع ؟ وما هي آفاق وتحديات المستقبل عندما تجتمع علوم المورثات (الجينات) Genetic Sciences وتقنية النانو Nano-Technology والآليات (روبوتات) Robots ؟

نعم لا ينكر أحد منا أن العقود الأخيرة قد شهدت تطورات سريعة ومظفرة في التقدم العلمي غيرت من مفاهيم العلم والعالم ومختبرات التجارب والميزة النسبية لبعض الشعوب. فقد تقلصت المدة بين الاختراع والتطبيق وزادت حماية الملكية الفكرية على الرغم من أنه عصر شيوع المعلومات وأججت نار المنافسة في الإنتاج وتكاليفه وأهمها تكاليف العنصر البشري ومؤهلاته.

وقد شهدت بعض القطاعات على وجه الخصوص ثورات علمية مهمة غيرت في أسواق الإنتاج وأسواق العمل. إن الهدف الأساسي من كل تقدم علمي هو تذليل الصعاب التي تواجه الناس ، وتأمين حياة أكثر رخاء وسعادة لهم وهو الهدف نفسه الذي سعى إليه العلماء لتحقيقه من خلال المخترعات الجديدة التي يطالعون العالم بها كل يوم ، وهذه المخترعات ليست وقفا على عصر محدد أو فترة تاريخية معينة . بل هي محصلة جهود متصلة وأفكار وتطبيقات متتالية ، فكأنما هي بناء شامخ يرسى أحدهم لبنته الأولى ثم تتابع السواعد لترفع جدرانه العالية ، وتنعم الأجيال الجديدة بما أبدعه السلف من منجزات في ساحة الحياة الرحيبة.

إن التحديات التي سوف تواجه العلم والعلماء في ظل تقنية النانو في العقود القادمة هو إيجاد حلول لأزمة الطاقة والعمل على البحث عن بدائل مثل استخدام الطاقة الشمسية والانشطار النووي ، وإيجاد تقنيات لامتصاص وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج عن احتراق الوقود ، وأيضاً مواجهة أزمة المياه للبحث عن تقنيات لتخليه

وتقطير المياه تستهلك قدرا قليلا من الطاقة، وتأمين الفضاء المعلوماتي Secure Cyberspace لتجنب جرائمه، ومنع الإرهاب النووي، والتوصل إلى تقنيات من شأنها الاكتشاف المبكر للعديد من الأمراض وبخاصة المعدية منها، وتطوير المعلومات الصحية للأفراد Health Informatics. وإلى جانب ذلك العمل على تطوير تقنيات من شأنها التعرف على كيفية عمل المخ البشري، مما يفيد في تطوير طب الأعصاب والذكاء الصناعي، وتطوير تقنيات الأحاسيس والمشاعر الافتراضية التي تمكن الإنسان من استخدام أكبر عدد من حواسه، مما يفيد في مجالي التعليم والتدريب، إلى غير ذلك من تحديات مهمة من شأنها أن تقدم للبشرية الرفاهية Welfare والرخاء Prosperity في الحياة.

وعلى هذا الأساس يتبادر في أذهاننا تساؤلات أخرى من نوع تقنى جديد عما سيمكن للإنسان أن يفعله في حال السيطرة على الذرة الواحدة وتحريكها بحرية وسهولة؟ جاء هذا على لسان العالم الأميركي الشهير ريتشارد فاينمان Richard Feynman عام ١٩٥٩م عندما أعلن عن ظهور تقنية حديثة سميت بالتقنية النانوية أو تقنية النانو Nano-Technology.

لقد تنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية التي بدأت بشكل حقيقي عام ١٩٩٠م والتي باتت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من أجل تطويرها وقد وصل تمويل اليابان لدعم بحوث تقنية النانو Nano-Technology عام ٢٠٠٦م إلى بليون دولار أما في الولايات المتحدة فهناك ٤٠,٠٠٠ عالم أمريكي لديهم المقدرة على العمل في هذا المجال، وتقدر الميزانية الأمريكية المقدمة لهذا العلم بتريليون دولار حتى عام ٢٠١٥م.

وقد جاءت صحوة المارد العربي القادم وهي المملكة العربية السعودية على يد خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله - حفظه الله - لتحمل شارة البدء والريادة الحقيقة والواعدة في المنطقة العربية، وحمل اللواء نحو إعلان نهضة علمية وتقنية

متكاملة ، وكذلك رفعة شأن علم تقنية النانو بإنشاء معهداً فريداً والأول من نوعه في المنطقة العربية.

لقد كانت هذه الطفرة العلمية والانطلاقة نحو العالمية هو شعار وهدف تسعى إليه جامعات المملكة العربية السعودية من تحقيقه تحت الرعاية الحكيمة والدعم المعنوي والمادي غير المحدد من خادم الحرمين الشريفين الملك عبد الله بن عبد العزيز آل سعود - حفظه الله.

في حقيقة الأمر لا بد لنا من مواكبة الثورات العلمية الحالية وذلك بالتسلح بقدر كافي من العلم والقراءة الجيدة المستنيرة لكي نستطيع أن نلحق بركب التقدم العالمي ومسايرته ، ونتحول من مستوردي التقنيات إلى مبتكري ومبدعي هذا الركب العلمي الذي يسير بخطى ثابتة نحو السيطرة والهيمنة على مقدرات الأمور في العالم أجمع. وأخيراً نتقدم بخالص الشكر وعميق التقدير إلى كل من ساهم في إظهار هذه الرؤية المتواضعة إلى حيز الوجود، كما أسأل الله العلى القدير أن يحقق هذا العمل الغاية المنشودة التي وضع من أجلها وإثراء الفكر العربي بما هو جديد.

والله ولى التوفيق



## المحتويات

الصفحة

إهداء ..... هـ

مقدمة ..... ز

### الفصل الأول: تقنية النانو في العلم المعاصر

١ (١, ١) المفهوم العلمي لتقنية النانو ..... ١

١ (١, ٢) المواد النانوية ..... ١

٢ (١, ٣) تصنيف المواد النانوية ..... ٢

٤ (١, ٤) خواص المواد في الحيز النانوي ..... ٤

٥ (١, ٥) المواد النانوية في الطبيعة ..... ٥

٦ (١, ٦) أنواع المواد النانوية ..... ٦

٦ (١, ٦, ١) المواد النانوية ذات البعد الأحادي ..... ٦

٦ (١, ٦, ٢) المواد النانوية ثنائية الأبعاد ..... ٦

٧ (١, ٦, ٣) المواد النانوية ثلاثية الأبعاد ..... ٧

- (١,٧) أشكال مواد النانو..... ١٠
- (١,٨) علوم النانو ..... ١٢
- (١,٩) أسباب الاهتمام بتقنية النانو..... ١٣
- (١,١٠) الجيل الخامس من الثورة الإلكترونية..... ١٣
- (١,١١) بداية تقنية النانو..... ١٤
- (١,١٢) التداخل بين تقنية النانو وديمقراطية وثقافة الشعوب..... ٢٥
- (١,١٣) تقنية النانو بين الخيال العلمي والواقعية..... ٣٠
- (١,١٤) إبداع تقنية النانو وتقنية البناء باستخدام الذرات والجزيئات..... ٣٤
- (١,١٥) تقنية النانو وإزالة الحواجز بين العلوم الطبيعية..... ٣٧

### الفصل الثاني: وحدات قياس تقنية النانو

- (٢,١) تقنية النانو وعلاقتها بعلم القياس..... ٣٩
- (٢,٢) أهمية علم القياس في العلوم التطبيقية..... ٤٢
- (٢,٣) مقياس تقنية النانو..... ٤٥
- (٢,٤) تقنية النانو وطفرة القوانين والنظريات العلمية الجديدة..... ٥٠
- (٢,٥) خصائص تقنية النانو..... ٥٢

### الفصل الثالث: إدارة وشرعية تقنية النانو

- (٣,١) النظرة المستقبلية وإدارة تقنية النانو..... ٥٧
- (٣,٢) تقنية النانو في عصر العولمة..... ٥٩
- (٣,٣) العولمة وتقنية النانو وجهها لوجه..... ٦٣
- (٣,٤) البعد الاقتصادي والدولي لتقنية النانو..... ٦٤
- (٣,٥) تقنية النانو وحيز التطبيق..... ٦٦

- (٣,٦) التنمية المستدامة ورفاهية الإنسان في ظل تقنية النانو ..... ٦٨
- (٣,٧) المراحل الإستراتيجية والسياسية لتنفيذ تقنية النانو ..... ٧٠
- (٣,٨) الإطار القانوني لتنظيم تقنية النانو ..... ٧٥

### الفصل الرابع: التطبيقات العلمية لتقنية النانو

- (٤,١) تقنية النانو في مجال الأغذية والزراعة ..... ٨١
- (٤,٢) النباتات والأشجار النانوية في تقليل الاحتباس الحراري ..... ٩٢
- (٤,٣) تقنية النانو في المجال الطبي ..... ٩٣
- (٤,٣,١) المضادات الحيوية النانوية ..... ٩٥
- (٤,٤) دور مضادات الميكروبات الفضية المتناهية الصغر ..... ١٠١
- (٤,٥) تقنية النانو في الأنظمة الإحيائية ..... ١٠٤
- (٤,٥,١) المجسات أو الكواشف الحيوية النانوية ..... ١٠٥
- (٤,٥,٢) تركيب المجسات أو الكواشف الحيوية النانوية ..... ١٠٦
- (٤,٥,٣) الكشف المبكر للأمراض ..... ١١٣
- (٤,٥,٤) علاج تصلب وانسداد الشرايين باستخدام تقنية النانو ..... ١١٤
- (٤,٥,٥) تقنية النانو وعلاج مرض السرطان ..... ١١٧
- (٤,٥,٦) الخلايا النانوية وماء الحياة ..... ١٢١
- (٤,٦) تقنية النانو في مجال الحاسبات والالكترونيات ..... ١٢٤
- (٤,٧) تقنية النانو والطاقة المتجددة ..... ١٢٩
- (٤,٨) تقنية النانو والتلوث البيئي ..... ١٣٠
- (٤,٨,١) القضاء على التلوث الميكروبي باستخدام تقنية النانو ..... ١٣٧
- (٤,٩) تقنية النانو في المجال العسكري والسياسي والفضائي ..... ١٣٩

### الفصل الخامس: تقنية النانو الحيوية

- (٥, ١) التكامل بين التقنية الحيوية وتقنية النانو ..... ١٤٥
- (٥, ٢) التناغم بين العضوي واللا عضوي في تقنية النانو ..... ١٤٧
- (٥, ٣) مشاهات الحمض النووي وتقنية النانو ..... ١٥٦
- (٥, ٣, ١) تقنية البناء للحمض النووي منقوص الاكسجين ..... ١٥٨
- (٥, ٤) التوأمة بين الإحيائية الجزئية وتقنية النانو ..... ١٦١
- (٥, ٥) الخلية التنفسية النانوية ..... ١٦٤
- (٥, ٦) المخ البشرى بين تقنية النانوي والتقنية الحيوية ..... ١٦٧
- (٥, ٧) فيروسات إنتاج الطاقة في الأجهزة الدقيقة ..... ١٧١
- (٥, ٨) استخدام الجسيمات النانوية والفيروسات في إصلاح الخلل الوراثي ..... ١٧٤

### الفصل السادس: العالم الجديد وتقنية النانو

- (٦, ١) حلول بديلة نظيفة لتوليد الطاقة ..... ١٧٧
- (٦, ١, ١) الوقود الحيوي ..... ١٧٧
- (٦, ٢) العالم الجديد للنانو تقنيات الذكية ..... ١٧٩
- (٦, ٣) تقنية ترددات الراديو تكافح تزوير العقاقير ..... ١٨١
- (٦, ٤) الحارس الإلكتروني بتقنية النانو ..... ١٨٣
- (٦, ٥) تقنية النانو وإعادة هيكلة المكتبات الرقمية ..... ١٨٣
- (٦, ٦) تقنية ترددات الراديو وثورة الاتصالات ..... ١٨٤

### الفصل السابع: علماء تميزوا في عالم تقنية النانو

- (٧, ١) علماء نوبل في تقنية النانو ..... ١٨٦
- (٧, ٢) علماء ذو بصمات في علم تقنية النانو ..... ٢٠٠



### الفصل الثامن: العرب من أبحاث تقنية النانو

(٨, ١) العلماء العرب وأبحاث تقنية النانو ..... ٢٠٥

(٨, ٢) معوقات البحث العلمي العربي ..... ٢٠٩

### الفصل التاسع: المخاوف والآثار السلبية البيئية المحتملة لتقنية النانو

(٩, ١) المخاوف من المنتجات النانوية في المجال البيئي ..... ٢١٥

(٩, ٢) المخاوف من المنتجات النانوية في الأنظمة الإحيائية ..... ٢١٨

(٩, ٣) تحديات تواجه تقنية النانو ..... ٢٢٣

(٩, ٤) ثلوث أسلحة الدمار الشامل ..... ٢٢٣

(٩, ٥) تقنية النانو وقوانين حماية البيئة ..... ٢٢٤

الخاتمة ..... ٢٣١

المراجع ..... ٢٣٣

ثبت المصطلحات ..... ٢٣٩

أولاً: عربي - إنجليزي ..... ٢٣٩

ثانياً: إنجليزي - عربي ..... ٢٦١

كشاف الموضوعات ..... ٢٨١