



وزارة التعليم العالي  
Ministry of Higher Education



المملكة العربية السعودية  
وزارة التعليم العالي  
جامعة الملك سعود

# تقنية النانو:

# أين ستقودنا؟

أعداد

د. عبد الله بن صالح الضويان - د. محمد بن صالح الصالحي  
قسم الفيزياء والفضاء - كلية العلوم - جامعة الملك سعود

إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل

أبحاث النانو في الجامعات:

الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين

لعام ١٤٢٨هـ - ٢٠٠٧م



# تقنية النانو:

## أين ستقودنا ؟

أعداد

د. عبد الله بن صالح الضويان - د. محمد بن صالح الصالحي  
قسم الفيزياء والفلك - كلية العلوم - جامعة الملك سعود





خادم الحرمين الشريفين  
الملك عبدالله بن عبدالعزيز آل سعود



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

## مقدمة

### إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات: الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين

تحتل تقنية النانو اليوم صدارة الاهتمامات العلمية والبحثية في مراكز البحث والجامعات في انحاء العالم حيث لا يكاد يمر يوم الا ونسمع عن اختراع او حدث مهم في تقنية النانو. ان تقنية النانو لها من الامكانيات الهائلة ما يجعلها قادرة على المساهمة باحداث تقدم مذهل في رفاهية الحياة البشرية وتغيير وجهة عالمنا القادم تغييرا كلياً نحو الافضل وذلك اذا استخدمت بشكل سليم.

من المتوقع في السنوات القادمة ان تظهر تطبيقات عديدة لتقنية النانو تشمل المجالات الطبية والصناعية وتقنية الكمبيوتر وجميع مناحي الحياة الاخرى.

لقد حاولنا في هذا الكتاب تقديم معلومات سهلة ومبسطة عن مفهوم تقنية النانو وتطبيقاتها الحالية والمستقبلية لكي تجعل القارئ العربي المتخصص وغير المتخصص على اتصال مباشر بهذه التقنية ومتابعة تطورها والاستفادة منها.

كما يمكن لمن اراد الاستزادة والبحث في تفاصيل هذه التقنية الرجوع الى الكتب الحديثة التي تم تأليفها بواسطة متخصصين في هذا المجال او الى مواقع الانترنت الكثيرة جدا المخصصة لهذه التقنية.



## المحتويات

- (١١)..... كلمة الدكتور. خالد بن محمد العنقري وزير التعليم العالي.
- (١٣)..... كلمة الدكتور. عبدالله بن عبدالرحمن العثمان مدير الجامعة.
- (١٥)..... كلمة الدكتور على بن سعيد بن عبدالله الغامدي وكيل الجامعة لشؤون الفروع والمشرف على برنامج النانو.
- (١٦)..... مقدمة.
- (١٧)..... نبذة تاريخية.
- (١٨)..... قانون موري.
- (١٩)..... المبادرات الحكومية نحو تقنية النانو.
- (٢٠)..... صناعة مواد النانو وأشكال المواد النانوية.
- (٢٢)..... تطبيقات المواد النانوية.



## 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 والتكنولوجيا الحديثة في الدول المتقدمة ، يلاحظ اهتماما وتنافسا وسباقا محموما وتمويلا هائلا في مجال علم تقنية النانو (التقنيات المتناهية الصغر) ، ذلك لأن من سيحظى بتقنيات النانو سيتحكم 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 12 مليون ريال (3.2 مليون دولار)، لدعم تقنيات النانو، وكذلك في إنشاء برنامج النانو بجامعة الملك سعود، ليؤكد ذلك على حرص المملكة على مواكبة المستجدات العالمية في كافة العلوم والمعارف الحديثة ، وأهمية استثمار تقنيات النانو لخدمة وتلبية احتياجات ومتطلبات التنمية الحالية والمستقبلية في المملكة العربية السعودية في مختلف المجالات.



د. خالد بن محمد الأنقري

وزير التعليم العالي



## كلمة معالي المدير

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وبعد: فإن 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 إذ أن هذه التقنية التي 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 معا فإلى جانب انعكاساتها على تطوير مخرجات البحث العلمي في الجامعة فأنها ستكون نواة لتوسيع برنامج براءات الاختراع الذي بدأته الجامعة خصوصا أن الجامعة حظيت بأكثر المكرمين بوسام الملك عبدالعزيز للحاصلين على براءات مسجلة عالميا، 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 أحد أهداف البحث العلمي في الجامعة وبطبيعة الحال فإن التقدم البحثي التطبيقي في مجالات تقنية النانو سيعزز من البرامج الأكاديمية في تلك المجالات خصوصا 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 وعراقلة الجامعة البحثية من خلال ثمانية عشر مركزا بحثيا تنتشر بين كلياتها ومعهد الملك عبدالله للبحوث والدراسات الاستشارية وبرامج الدراسات العليا والبنية التحتية المخبرية والمشروع المستقبلي الواعد لواحة جامعة الملك سعود العلمية (كسب) الذي شرفت جامعة الملك سعود بوضع الملك عبدالله 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 و التي تأمل ان تصل الى اهدافها المستقبلية إن شاء الله.



د. علي بن سعيد بن عبد الله الخامدي

سعادة وكيل الجامعة لشؤون الفروع

و المشرف على برنامج النانو

## مقدمة

يُعرّف النانومتر بأنه جزء من البليون من المتر، وجزء من الألف من الميكرومتر. وللتقريب فإن قطر شعرة الرأس يساوي تقريبا 75000 نانومتر، و طول خلية الدم الحمراء يصل إلى 2000 نانومتر. وتقنية النانو هي تلك التقنية التي تتعامل مع الجسيمات التي يقل حجمها عن مائة نانومتر. لتتخيل أننا قسمنا قطعة معدنية من الذهب مثلاً إلى جزأين، وقسمنا الجزأين إلى أربعة وهكذا حتى وصلنا، بالطرق الميكانيكية، إلى أصغر ما يمكن من الأجزاء الذي ستكون أبعادها في حدود المايكرومتر، ثم لجأنا إلى وسائل متطورة لنصل إلى أجزاء أو جسيمات من هذه المادة بأبعاد النانو. هذه الأجزاء التي بحجم النانو لم تعد تملك صفات الذهب ولكنها تملك صفات أخرى أفضل من الذهب. وهكذا السيلكون والكربون وغيرهما من المواد. إن لهذه الجسيمات خصائص وسلوكيات جديدة مختلفة عن تلك للمادة الأم التقليدية التي تحمل نفس الاسم. كما يعتمد هذا السلوك الجديد على حجم الجسيمات. وكمثال لذلك، فقد لوحظ أن التركيب الإلكتروني، التوصيلية، درجة الإنصهار والخصائص الميكانيكية من الصلابة والمرونة وغيرها تتغير كلها عندما تقل أبعاد الجسيمات عن قيمة حرجة.

لقد استنتج الباحثون أن لهذا المفهوم أثارا تقنية عظيمة لاتخطر على البال مطلقا في مجالات تقنية واسعة ومتنوعة تشمل إنتاج مواد خفيفة وقوية، اختزال زمن توصيل الدواء النانوي إلى الجهاز الدوري البشري، زيادة حجم استيعاب الأشربة المغناطيسية وصناعة مفاتيح حاسوب سريعة... الخ. وبالفعل فقد بدأ رسمياً الاهتمام بهذه التقنية مما أدى إلى دعم عالمي سخي لأبحاث النانو في السنوات الأخيرة.

## نبذة تاريخية

من غير المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي، لكن إحدى المقتنيات الزجاجية الموجودة في المتحف البريطاني تؤكد أن صانعي الزجاج قبل حوالي ألفي عام استخدموا حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين دون أن يدركوا ماهيتها. لقد خَمَّن ريتشارد فايمان، الحائز على جائزة نوبل عام 1965م، خلال محاضرة في الجمعية الفيزيائية الأمريكية عام 1959م بعنوان ” هناك مساحة واسعة في الأسفل ” أن المادة بعدد قليل من الذرات (أي تكتل ببعد نانوي و قبل استخدام هذا الاسم) تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس. ولقد وُجِدَت أبحاث قليلة منذئذ في هذا المجال، دون استخدام إسم ”تقنية النانو“. وفي السبعينيات تنبأ العلماء بالخصائص التركيبية للفلزات النانوية حيث تعتمد الخصائص على أبعاد العينة غير المتبلورة كوجود أعداد سحرية من الذرات، و تمكنوا من تصنيع أول بئر كمّي في بعدين في نفس الفترة بسماكة ذرية أحادية تلاها ببعد صفري أو ما عُرف بالنقاط الكمية والتي نضجت مع تطبيقاتها هذه الأيام.

ومع اختراع المجهر الإلكتروني النفقي الماسح زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد. وبعده بعدة سنوات تمكّن العالم الفيزيائي دون إيجلر في معامل IBM من تحريك الذرات باستخدام المجهر الإلكتروني النفقي الماسح ، مما فتح مجالاً جديداً لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها. بعده اكتشفت الفولورينات، وهي جزيئات تتكون من 60 ذرة كربون تتجمع على شكل كرة قدم. لقد وُجِدَت طرق تحضير العينات النانوية غير المتبلورة باستخدام الليزر أو البلازما منذ منتصف الثمانينيات. كما سُجِلَت أولى القياسات على تكميم التوصيلية في نهاية الثمانينيات وأمكن تصنيع أول ترانزستور وحيد الإلكترون. وفي عام 1991م تمكن البروفيسور سوميو ليجيما من جامعة ميجي من اكتشاف أنابيب الكربون النانوية، وأمكن عمل أول ترانزستور من أنابيب الكربون النانوية عام 1998م.

وعلى الرغم من جميع مآذرفإن هنالك العديد من الصعوبات التي تحتاج المزيد من البحث ، من أهمها إمكانية الوصول إلى طرق رخيصة وعملية لتحضير مواد نانوية بشكل تجاري، لاستخدامها في التطبيقات المختلفة. كما أن هناك صعوبة أخرى وهي التواصل بين عالمي النانو والماكرو، كما سيكون هناك صعوبات ميكانيكية محتملة.

## قانون موري

لقد كان اختراع الكمبيوتر أحد الانجازات التقنية العظيمة في القرن العشرين ، لاسيما مع زيادة سرعة الكمبيوتر وتقليل حجمه ورخص ثمنه. وتعتمد صناعة الكمبيوتر على الدوائر الالكترونية المتكاملة و مادة السيلكون هي العصب الرئيس لهذه الصناعة حيث أن هذه المادة تعطي عمرا طويلا للأجهزة وتعمل لمدة تتجاوز البليون والتريون دورة بدون عطب. ربط موري معدل الزيادة في عدد ترانزسترات الكمبيوتر مع السنين وزيادة سرعة الكمبيوتر، وكيف أنه يمكن الحصول على نفس الوظيفة للكمبيوتر بأن تكون العناصر العاملة، أي الدوائر المتكاملة، أصغر ما يمكن. ومع السنين تضاعف عدد الترانزستورات في لوحة الكمبيوتر الالكترونية بتصغير حجمها في الوقت الذي تضاعفت فيه سرعة الكمبيوتر إلى مائة جيجا هيرتز. لكن سنصل إلى حجم ماكروي معين لا يمكن تجاوزه، أي سيكون لقدرات الكمبيوتر حدود مهما صغرت وكثرت مكوناته. وهنا يأتي الحديث عن كمبيوتر بترانستورات مثلاً، ذات حجم نانوي، عندئذ لن تخيل سرعة وقدرات كمبيوترات المستقبل القائمة على تقنية النانو.



## المبادرات الحكومية نحو تقنية النانو

يعود الإهتمام الرسمي بأبحاث النانو لبداية التسعينيات، ولقد قيّمت مجموعة من المنظمات الحكومية الأمريكية، مثل مركز التقنية العالمي (WTEC)، بين عامي 1994م و1998م، حالة بحوث النانو ومستقبلها وخلصت الدراسة إلى نقاط من أهمها أن لتقنية النانو مستقبلاً عظيماً في جميع المجالات الطبية والعسكرية والمعلوماتية والالكترونية والحاسوبية والطاقة والبتروكيميائية والزراعية والحيوية وغيرها. وأن تقنية النانو متعددة الخلفيات فهي تعتمد على مبادئ الفيزياء والكيمياء والهندسة الكهربائية والكيميائية وغيرها إضافة للأحياء والصيدلة. لذا أعلنت الولايات المتحدة عام 2000م مبادرة "تقنية النانو الوطنية NNI" التي جعلت تقنية النانو تقنية إستراتيجية وطنية وفتحت مجال الدعم الحكومي الكبير لهذه التقنية في جميع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية. و تمثل ذلك بمبادرة الرئيس كلنتون لرصد 422 مليون دولار عام 2001م لأبحاث تقنية النانو، تلاها رصد 849 مليون دولار عام 2003م. تلا ذلك قيام اليابان عام 2002م بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو و توفير جميع الأجهزة اللازمة، كما خصّصت 900 مليون دولار سنوياً لهذا الغرض ولمدة 5 سنوات بدءاً من عام 2005م. قُدِّر الإنفاق العالمي على أبحاث النانو عام 2003م بأربعة بلايين دولار. وخصّصت كوريا ما يزيد على بليون دولار لتقنية النانو خلال خطة عشرية تنتهي عام 2010م بحيث تسعى لتكون إحدى خمس دول رائدة عالمياً في هذا المجال بنهاية الخطة. كما قُدِّر إنفاق الحكومة الصينية مبلغ 280 مليون دولار على تقنية النانو خلال الفترة 2001-2005م. لكن اهتمام الصين بالكوادر كان مميّزاً حيث بلغ عدد المشتغلين بهذه التقنية في الصين عام 2005م 4500 متخصص 30% منهم يحملون الدكتوراه أو أعلى. وبالإجمال فقد تضمنت خطط التنمية التقنية للعديد من الدول التأكيد على إعطاء تقنية النانو أولوية قصوى. وإدراكاً لأهمية هذه التقنية جاءت مبادرة خادم الحرمين الشريفين بدعم أبحاث تقنية النانو في الجامعات السعودية بتبرعه بمبلغ 36 مليون ريال من ماله الخاص لتكون رسالة واضحة للباحثين في هذا المجال بأن المؤمل منهم كبير، وكبير جداً.

## صناعة مواد النانو

يمكن تحضير المادة بحجم نانوي من خلال أحد مسارين، الأول من الأعلى للأسفل (top-down) والآخر من الأسفل للأعلى (bottom-up). من خلال المسار الأول يبدأ الباحث بحجم محسوس من المادة، محل الدراسة، تُصغّر شيئاً فشيئاً حتى الوصول إلى المقياس النانوي، وأصغر حجم أمكن الوصول إليه في حدود 100 نانومتر ولازال البحث مستمرا. أما في المسار الآخر، والذي غالباً ما يكون طرقاً كيميائية، فيبدأ بجزيئات منفردة كأصغر وحدة ثم تُجمَع إلى بعضها شيئاً فشيئاً في تركيب أكبر. ومن خلال هذا المسار قد يصل حجم النواتج في الصغر إلى نانومتر واحد. بعد تحضير مواد النانو لا بد من فحص خصائصها للتأكد منها باستعمال بعض الأجهزة والتقنيات المألوفة، من أهمها : المجهر الإلكتروني الإنفاذي (TEM)، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، مجهر القوى الذرية (AFM) مع العوازل ، وحيود الأشعة السينية (XRD) ومقاييس الطيف المتعددة.... الخ.

## أشكال المواد النانوية

تُصنَع المواد ذات البعد النانوي بحيث تكون على عدة أشكال من أهمها:  
1. الجسيمات النانوية: هي تجمّع ذري عدده يتراوح بين بضعة ذرات و مليون ذرة، ويظهر بشكل كروي تقريبا بنصف قطر أقل من 100 نانومتر. يتضمن جسيم بنصف قطر قدره نانومتر واحد 25 ذرة أغلبها على سطح الجسيم. والواقع أنه يوجد في الجسيم النانوي أعداد محدّدة (سحرية) من الذرات وبالتالي لهذا الجسيم أنصاف أقطار محددة. فجسيم السيلكون الذي يتضمن 25 ذرة له نصف قطر قدره نانومتر

واحد، وهكذا لجسيمات السيلكون أنصاف أقطار محددة هي: 1، 1.67، 2.15 و 2.9 نانومتر.

2. النقاط الكمية: تُسمى الجسيمات النانوية للمواد شبه الموصل بالنقاط الكمية. وفيها تعتمد خصائصها الإلكترونية والضوئية على حجمها نتيجة لتأثير الحصر الكمي الخاضع لميكانيكا الكم. وتعود كلمة نقاط لحقيقة أن الإلكترونات المثارة وأماكنها الشاغرة (الثقوب) محصورة في مكان ثلاثي الأبعاد يُسمى "نقطة"

3. الأنابيب النانوية: من أشهرها أنابيب الكربون النانوية، وإن كانت تُصنع من مواد أخرى كالبورون وغيره. يتراوح قطر الأنبوب بين أقل من نانومتر واحد إلى 100 نانومتر، أما طوله فقد يصل إلى 100 مايكرومتر. يمكن اعتبار أنابيب الكربون النانوية شريحة رقيقة من الجرافيت، مثلاً، طويت على هيئة أنبوب أو اسطوانة حول محور ما حيث ترتبط ذرات نهايتي الشريحة لتغلق الأنبوب. تكون إحدى نهايتي الأنبوب في الغالب مفتوحة والأخرى مغلقة بنصف كرة نانوية، وقد يكون جدار الأنبوب فردي الذرات أو ثنائي أو أكثر.

4. الأسلاك النانوية: وهي أسلاك بقطر قد يقل عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة تصل لمئات من الميكرومترات، أي بنسبة طول إلى عرض تزيد على 1000 مرة. لذا فهي تُلحق بالمواد ذات البعد الواحد، وكما هو متوقع، فهي تتفوق على الأسلاك التقليدية (ثلاثية الأبعاد). ومنها الموصل (كالفضة) وشبه الموصل (كالسيلكون) والعازل (كالسيليكات)، ومنها الأسلاك الجزيئية غير العضوية. يمكن استخدامها، في المستقبل القريب، لربط مكونات الكترونية دقيقة داخل دائرة صغيرة. لذا فتطبيقاتها الإلكترونية المتوقعة كثيرة جداً منها المجسات الحيوية الجزيئية النانوية.

## تطبيقات المواد النانوية

لاشك أن تقنية النانو ستكون تقنية القرن الحادي والعشرين ومن المستحيل أن يخلوا مجال من مجالات الحياة البشرية من اعتماده على هذه التقنية. وبالفعل فقد بدأت هذه التقنية تغزو بشكل تجاري بعض المجالات، ولا حدود للتطبيقات المحتملة الجاري إختبار بعضها حالياً. لقد استأثرت الطبية على نصيب الأسد من تطبيقات تقنية النانو وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية. من ذلك على سبيل المثال، سيُحمل الدواء داخل جسم الإنسان بحاملات ذات أحجام نانوية تكون قادرة على استهداف خلايا مختلفة في الجسم. كما يمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة والتحكم بها وتشكيلها بأشكال مختلفة. وتستخدم حالياً أنواع مختلفة من جسيمات الليبوزوم النانوية المصنعة لتوصيل العقارات المضادة للسرطان واللقاحات. كذلك تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي 120 نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان بمقدار 170 مرة. تستخدم الأسلاك النانوية كمجسّات حيوية نانوية في اكتشاف عدد من الأمراض في مراحلها الأولى حيث يتم طلاء هذه الأسلاك النانوية بأجسام مضادة مصنّعة تلتصق فقط بجزيئات حيوية محددة مثل DNA، أو البروتينات، أو غيرها بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم. أما مولدات النانو الحيوية، فتقوم مثلاً بتوليد قدرة كهربية من جلوكوز الدم في الجسم لتشغيل أجهزة نانوية أخرى مزروعة داخل الجسم مثل أجهزة ضبط النبض أو روبوتات حقن السكر النانوية.

من التطبيقات الطبية الواعدة لتقنية النانو استخدام ألياف البوليمر النانوية لأجراء الجراحات الترقيعية للأوعية الدموية والجهاز العصبي المركزي. كما تستخدم في علاج الحروق والجروح وتدخل في صناعة المستحضرات التجميلية. من الأفكار المطروحة الآن تصنيع أجهزة نانوية ذات خصائص ميكانيكية وكهربية

تحل بديلاً عن خلايا الدم الحمراء وتقوم بجميع وظائفها. كما تُجرى بحوث لاستبدال، كلياً أو جزئياً، بعض الأعضاء التي تؤدي وظائف حركية، كالعظام والعضلات والمفاصل بأعضاء نانوية تقوم بنفس المهمة. ويقوم بعض الباحثين الآن بمحاولات تجريبية يتم فيها استخدام كبسولات سيلكون نانوية لوقف نظام الجسم المناعي من التعرف على الخلايا الغريبة، كما سيكون بالإمكان إطلاق كمية كافية من الأنسولين المحمول بواسطة كبسولات نانوية في الدم. هذه نماذج من التطبيقات الواعدة لهذه التقنية في المجال الطبي، أما في مجال الاتصالات والمعلوماتية فيعكف الباحثون على تصنيع الياف نانوية بصرية تكون قادرة على إرسال المعلومات والمكالمات مباشرة بدون الحاجة إلى تحويلها من ضوء إلى كهرباء وبالتالي تزداد سرعة النقل إلى حوالي 100 ضعف، وسيكون هناك ليزرات نانوية مما يجعل أجهزة الاتصالات المستخدمة صغيرة جداً. وستُستخدم أنابيب الكربون النانوية في صنع ترانزستور الأثر المجالي والقافات في الكمبيوترات، أي أن زمن القفل سيكون أسرع 410 مرة مما هو موجود. كما ستُستخدم أنابيب الكربون النانوية، ذات المقاومة المنخفضة جداً والتوصيلية العالية، كتوصيلات داخلية في القافات بدلاً من أسلاك النحاس. كما ستعمل أنابيب الكربون النانوية كحمّام حراري لتبديد الحرارة بعيداً عن الشريحة الإلكترونية. وبالتالي ستكون كمبيوترات المستقبل عبارة عن شبكة أنابيب كربون نانوية متوازية موضوعة على قاعدة معينة. ستوظف الأنابيب الكربونية النانوية في صناعة البطاريات حيث يتم تخزين الليثيوم، الذي يعتبر ناقلاً للشحنة في البطارية، داخل الأنابيب. وقد أثبت ترانزستور الأثر المجالي المصنوع من أنابيب الكربون شبه الموصلة فاعليته ككاشف حساس لعدد من الغازات المختلفة.

وفي مجال التطبيقات الأخرى فقد تُصنَع ثياب يدخل في تركيبها جسيمات نانوية كالسليكون تمتاز بأنها مقاومة للرائحة والأصبغ. كما ستُستخدم بعض المواد البلورية النانوية الجلاتينية كمواد عازلة تُطلى بها سطوح المباني والمكاتب للتخفيف من الحرارة. وكما هو معروف فإن دقة تحليل شاشات العرض



التلفزيونية تعتمد بشكل كبير على مادة الفوسفور التي تكون على شكل نقاط صغيرة جدا تسمى بكسل، وعند استخدام المواد الفوسفورية النانوية في تصنيع شاشات العرض فان دقة تحليلها وصفائها سوف تتحسن كثيرا بالإضافة إلى تخفيض تكلفة الإنتاج، و أمكن الآن إنتاج شاشات عرض مسطحة باستخدام انابيب الكربون النانوية. لقد وُجد أن بعض المواد البلورية النانوية تُظهر خصائص مغناطيسية غير طبيعية ولها تطبيقات عديدة منها، في الغواصات، مبدلات السيارات، مولدات القدرة الكهربائية الأرضية، محركات السفن.

تقدم تقنية النانو من خلال استخدام، الجسيمات النانوية وانباب الكربون النانوية، طرقا رخيصة وفعالة في عمليات تحلية وتنقية المياه مما يجعل الحصول على مياه نقية للشرب في الدول الفقيرة امرا سهلا. بالإضافة الى ذلك تستخدم جسيمات الفضة النانوية في مرشحات الهواء للتخلص من الروائح غير المرغوبة وقتل 99% من فيروسات الإنفلونزا العالقة في الهواء والتخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من محطات توليد الكهرباء. تُجرى الأبحاث حاليا في إمكانية استخدام الجسيمات النانوية لعمل طلاء ذكي لتحديد الأهداف في المجالات العسكرية او في المركبات لأغراض أمنية. تقدم الملابس العسكرية التي تصنع من المواد النانوية حلا مناسباً للوقاية من أحوال الطقس السيئة ومن المخاطر الكيميائية والنووية والبيولوجية التي قد تواجه الجنود في الحروب. و تدخل المركبات النانوية البلاستيكية في صناعة السيارات حيث تستخدم في بعض الأجزاء المقاومة للصدمات كونها قوية وخفيفة ومقاومة للصدأ.

لعل في هذه النماذج من تطبيقات مواد النانو الحالية والواعدة في الحياة البشرية ما يكفي لإعطاء تصور عام عن مستقبل هذه التقنية مما يجعلها قضية استراتيجية لدى الدول، وبالتالي أين ستقودنا تقنية النانو؟



## نبذة عن المؤلفين



د. عبدالله بن صالح الضويان e.m.dwayyan@ksu.edu.sa

- حاصل على بكالوريوس علوم (فيزياء) من جامعة الملك سعود 1402 هـ / 1982 م.
- حاصل على ماجستير فيزياء الليزر وتطبيقاتها من جامعة إسكس ببريطانيا 1404 هـ / 1984 م.
- حاصل على دكتوراه في الفيزياء (فيزياء أشباه الموصلات) من جامعة ويلز ببريطانيا 1409 هـ / 1989 م.
- عمل أستاذاً مساعداً بقسم الفيزياء والفلك جامعة الملك سعود 1410 هـ / 1989 م، ثم أستاذاً مشاركاً 1424 هـ / 2003 م.
- أستاذ زائر، جامعة نورث كارولينا بالولايات المتحدة 1419 هـ / 1999 م.
- أستاذ زائر جامعة إلينوي (أربانا-شامبين) بالولايات المتحدة 1427 هـ / 2006 م.
- عمل رئيساً لقسم الفيزياء والفلك بجامعة الملك سعود (1424 هـ - 1426 هـ).
- أشرف على رسائل دراسات عليا.
- شارك في تحكيم رسائل وبحوث علمية في مجال الليزر.
- شارك في مؤتمرات متخصصة محلية ودولية.
- تعاون مع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية حيث ساهم في تأسيس مركز تطبيقات الليزر.
- له مشاركات في جهات حكومية أخرى.
- له بحوث في مجال الليزر منشورة في مجلات محلية وأقليمية ودولية.
- لديه إهتمامات بحثية في مجال التقنية المتناهية الصغر.

د. محمد بن صالح الصالحي e.m.malsalhi@ksu.edu.sa

- حاصل على بكالوريوس علوم (فيزياء) من جامعة الملك سعود 1402 هـ / 1982 م.
- حاصل على ماجستير في فيزياء الليزر وتطبيقاته، جامعة إسكس ببريطانيا 1404 هـ / 1984 م.
- حاصل على الدكتوراه في الفيزياء، فيزياء أشباه الموصلات، جامعة هل، بريطانيا 408 هـ / 1988 م.
- عمل أستاذاً مساعداً بقسم الفيزياء والفلك، جامعة الملك سعود 1409 هـ / 1989 م.
- أستاذ مشارك بقسم الفيزياء والفلك، جامعة الملك سعود 1423 هـ / 2002 م.
- عمل رئيساً لقسم الفيزياء والفلك، جامعة الملك سعود في الفترة 1420 - 1424 هـ.
- شارك في تدريس مقررات الفيزياء لدرجتي البكالوريوس والماجستير.
- شارك في الإشراف على عدد من رسائل الماجستير.
- شارك في مؤتمرات اقليمية ودولية في مجال الليزر.
- شارك في تحكيم كثير من الرسائل والبحوث العلمية في مجال الليزر.
- له عدة بحوث منشورة في مجال الليزر.
- له بحوث واهتمامات بحثية في مجال تقنية النانو.



