



# النانو

إعداد  
شذى منير عبودي  
رئيس مهندسين أقدام

# النانو

كلمة نانو مشتقة من نانوس الاغريقية وتعني القزم الصغير وتطلق باللغة الإنجليزية على كل ما هو ضئيل الحجم دقيق الجسم

يعني مصطلح نانو الجزء من المليار ؛ فالنانومتر هو واحد على المليار من المتر ولكي نتخيل صغر النانو متر، نذكر ما يلي ؛ تبلغ سماكة الشعرة الواحدة للإنسان 50 ميكرومترا أي 50.000 نانو متر، وأصغر الأشياء التي يمكن للإنسان رؤيتها بالعين المجردة يبلغ عرضها حوالي 10.000 نانو متر. وعندما تصطف عشرة ذرات من الهيدروجين فإن طولها يبلغ نانو مترا واحدا. وهي أبعاد أقل كثيرا من أبعاد البكتيريا والخلية الحية. ولكنها حتى الآن لا تختص بعلم الأحياء بل تهتم بخواص المواد.

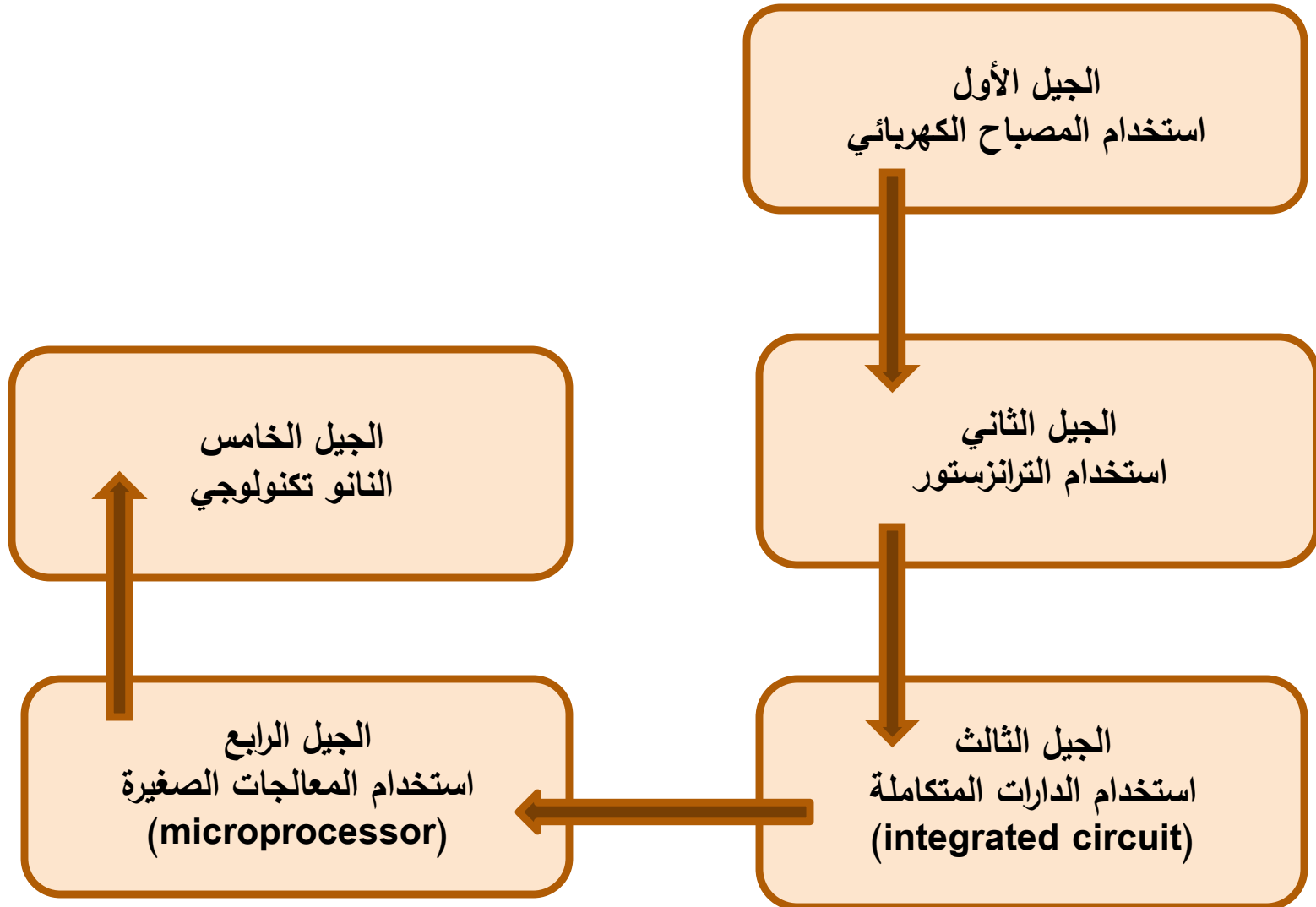
## مقياس النانو

يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومترا  
واحدا إلى غاية الـ 100 نانو متر

## علم النانو

هو دراسة خواص الجزيئات والمركبات التي لا  
يتجاوز مقاييسها الـ 100 نانو متر.

# التطور في عالم الالكترونيات



التطور الذي حصل في عالم الالكترونيات بدأ مع الجيل الأول الذي استخدم المصباح الإلكتروني والتلفزيون، والجيل الثاني الذي استخدم جهاز الترانزيستور، ثم الجيل الثالث من الإلكترونيات الذي استخدم الدارات التكاملية Integrate Circuit (IC) وهي عبارة عن قطعة صغيرة جداً قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة ورفعت من كفاءتها وعددت وظائفها. وجاء الجيل الرابع باستخدام المعالجات الصغيرة Microprocessor الذي أحدث ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية (Personal Computer) والرقائق الكومبيوترية السيليكونية التي أحدثت تقدماً في العديد من المجالات العلمية والصناعية ويليه الآن الجيل الخامس. وهو ما صار يعرف باسم النانو تكنولوجي.

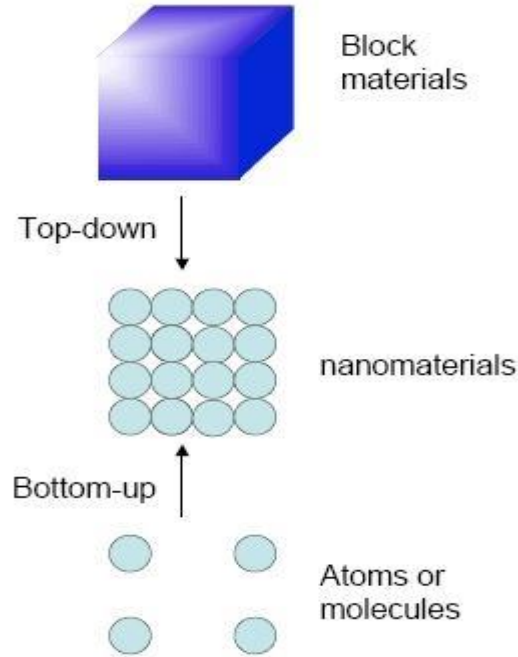
# تقنية النانو





وهو تطبيق عملي لعلم النانو وهندسته، لإنتاج مخترعات مفيدة عبر تجميعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية، مثل **الذرة والجزيئات**. وما دامت كل المواد المكونة من ذرات مرتصفة وفق تركيب معين، فإنه بالإمكان استبدال ذرة عنصر وترصف بدلها ذرة لعنصر آخر، وهكذا نستطيع صنع شيء جديد ومن أي شيء تقريبا. وأحيانا تفاجئنا تلك المواد بخصائص جديدة لم نكن نعرفها من قبل، مما يفتح مجالات جديدة لاستخدامها وتسخيرها لفائدة الإنسان، كما حدث قبل ذلك باكتشاف الترانزستور، وتكمن صعوبة تقنية النانو في مدى إمكانية السيطرة على الذرات بعد تجزئة المواد المتكونة منها.

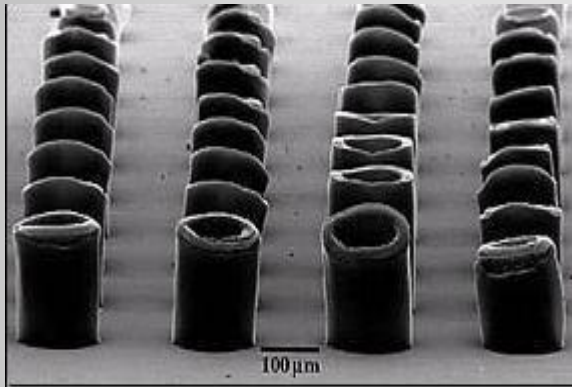
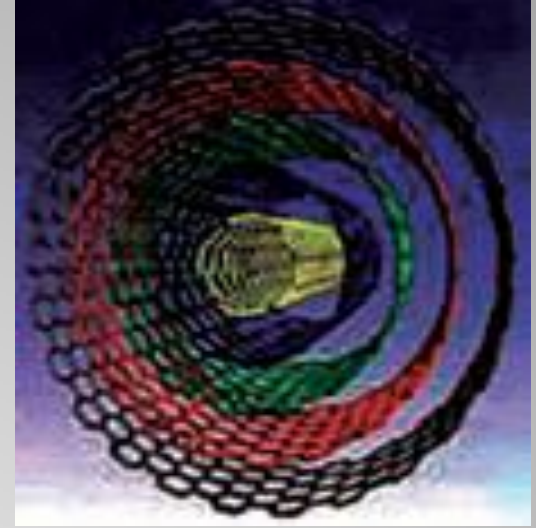
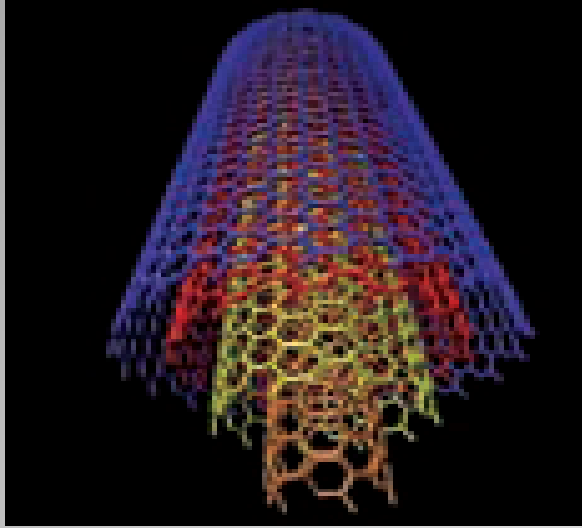
فهي تحتاج بالتالي إلى أجهزة دقيقة جدا من جهة حجمها ومقاييسها وطرق رؤية الجزيئات تحت الفحص. وان التوصل إلى قياس دقيق عند الوصول إلى مستوى الذرة يعد صعوبة أخرى تواجه هذا العلم الجديد الناشئ. بالإضافة إلى أنه ما يزال هناك جدل ومخاوف من تأثيرات تقنية النانو.



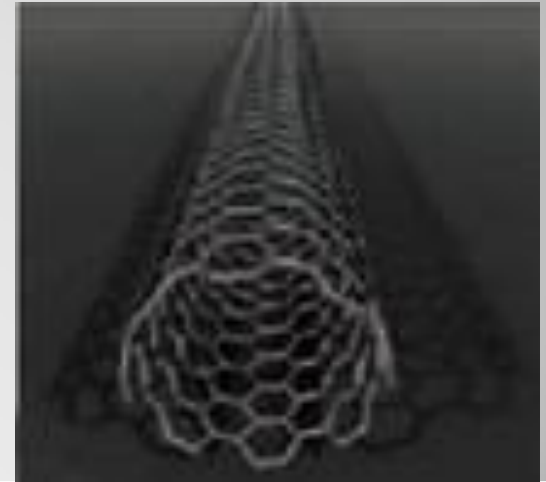
وقد أجمع الخبراء على أن أهم تطور تقني في النصف الأخير من القرن الماضي هو اختراع إلكترونيات السليكون أو الترانزستور والمعامل الإلكتروني، فقد أدى تطويرها إلى ظهور ما يسمى **بالشرائح الصغيرة** والتي أدت إلى ثورة تقنية في جميع المجالات مثل الاتصالات والحاسوب والطب وغيرها. فحتى عام ١٩٥٠ لم يكن هناك سوى التلفاز الأبيض والأسود، وكانت هناك فقط عشرة حواسيب في العالم أجمع. ولم تكن هناك هواتف نقالة أو ساعات رقمية أو الإنترنت، كل هذه الاختراعات يعود الفضل فيها إلى الشرائح الصغيرة والتي أدى ازدياد الطلب عليها إلى انخفاض أسعارها بشكل سهل دخولها في تصنيع جميع الإلكترونيات الاستهلاكية التي تحيط بنا اليوم. وخلال السنوات القليلة الفائتة، برز إلى الأضواء مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وأصبح محط الاهتمام بشكل كبير، هذا المصطلح هو **"تقنية النانو"**.

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لبروز تقنية النانو، كما انه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي، لكن من المعلوم أن أحد المقتنيات الزجاجية، وهو كأس الملك الروماني لايكورجوس (Lycurgus) في القرن الرابع الميلادي الموجود في المتحف البريطاني يحتوي على جسيمات ذهب وفضة نانوية، حيث يتغير لون الكأس من الأخضر إلى الأحمر الغامق عندما يوضع فيه مصدر ضوئي. وكذلك تعتمد تقنية التصوير الفوتوغرافي منذ القرنين الثامن عشر والتاسع عشر على إنتاج فيلم أو غشاء مصنوع من جسيمات فضية نانوية حساسة للضوء. وقد اتضح أن من أوائل الناس الذين استخدموا هذه التقنية ( بدون أن يدركوا ماهيتها ) هم العرب والمسلمون، حيث كانت السيوف الدمشقية المعروفة بالمتانة يدخل في تركيبها مواد نانوية تعطيها صلابة ميكانيكية، كما كان صانعو الزجاج في العصور الوسطى يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين.

وفي الثمانينيات من القرن الماضي تمكن البروفيسور سوميو ليجيما من جامعة ميجي باليابان من اكتشاف أنابيب الكربون النانوية، وهي عبارة عن أنابيب اسطوانية مجوّفة قطرها بضعة نانومتر ومصنوعة من شرائح الجرافيت. وبعد ذلك تم اكتشاف ترانزستور أنابيب الكربون النانوية عام 1988. وفي عام 1991 أمكن تصنيع أول ترانزيستور وحيد الإلكترون (single electron transistor). وتكمن أهمية هذا الترانزستور ليس فقط في حجمه النانوي ولكن أيضا بانخفاض استهلاكه للطاقة وانخفاض الحرارة المنبعثة منه.



صورة من وكالة ناسا لأنابيب النانو مجمعة بشكل مرتب



## أنابيب النانو الكربونية

هذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع **العلوم** و**الهندسة**، ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادي، وتهدف إلى صنع مواد قابلة للاستخدام في كافة المجالات المعرفية سواء كانت كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية أو صناعية بتقنية متقدمة سوف تحول المفاهيم المعرفية والصناعية إلى شيء أشبه بالخيال عند مقارنتها بمفاهيم الواقع الحالي. وسوف تخدم كافة أغراض المعرفة البشرية ويعول كثيراً على هذه التقنية في الاستخدامات الطبية المتقدمة والكشف عن أمراض السرطان في مراحل مبكرة جداً.



وكذلك الصناعات الإلكترونية المتقدمة في أكثر من مجال. فهي وبكل بساطة ستمكننا من صنع أي شيء نتخيله وذلك عن طريق رصف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل لا نتخيله وبأقل كلفة ممكنة، فلنتخيل حواسيباً خارقة الأداء يمكن وضعها على رؤوس الأقلام والدبابيس، ولنتخيل أسطولا من روبوتات النانو الطبية والتي يمكن لنا حقنها في الدم أو ابتلاعها لعلاج الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية.

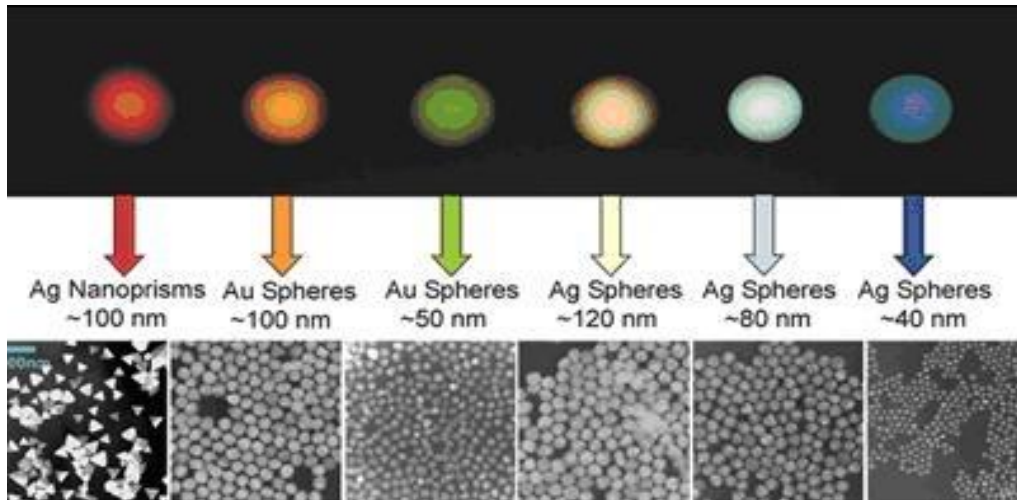


محرك نانوي وفوقه عثة الغبار لتوضيح  
إمكانية صنع الآلات بحجم حبيبة الغبار



وتتمثل قاعدة التقنيات النانوية العلمية في مسألتين، **الأولى** بناء المواد بدقة من لبنات صغيرة، والحرص على مرحلة الصغر يؤدي إلى مادة خالية من الشوائب ومستوى أعلى جداً من الجودة والتشغيل. **والثانية** أن خصائص المواد قد تتغير بصورة مدهشة عندما تتجزأ إلى قطع أصغر وأصغر، وخصوصاً عند الوصول إلى مقياس النانو. الشيء الفريد في هذا المقياس هو أن معظم الخصائص الأساسية للمواد والآلات كالتوصيلية الحرارية أو الكهربائية، والصلابة، ونقطة الانصهار تعتمد على الحجم بشكل لا مثيل له في أي مقياس آخر أكبر من النانو، فعلى سبيل المثال السلك أو الموصل النانوي الحجم لا يتبع بالضرورة قانون أوم الذي تربط معادلته التيار والجهد والمقاومة، فهو يعتمد على مبدأ تدفق الإلكترونات في السلك كما تتدفق المياه في النهر ، فالإلكترونات لا تستطيع المرور عبر سلك يبلغ عرضه ذرة واحدة بأن تمر عبره إلكترونات بعد الآخر.

إن أخذ مقياس الحجم بالاعتبار بالإضافة إلى المبادئ الأساسية للكيمياء والفيزياء والكهرباء هو المفتاح إلى فهم علم النانو الواسع. حيث تبدأ الحبيبات النانوية إظهار خصائص غير متوقعة ولم تعرف من قبل. أي غير موجودة في خصائص المادة الأم. وعلى سبيل المثال ما تم اكتشافه في جامعة الينوي الأميركية، انه إذا ما أخذنا مادة السيليكون المعتمدة جدا جدا والتي هي المكون الرئيسي للأرض والرمال وكل الأجسام في الكون، وعملنا منها حبيبة بقطر واحد نانو، فنصبح نراها تتألق بلون أزرق شديد جدا تحت تأثير الضوء البنفسجي، وباللغة العامية وكأننا حولنا الرمل إلى مادة متألقة

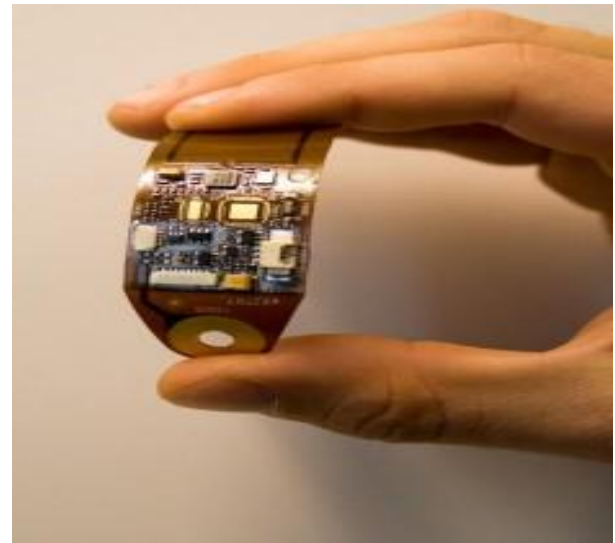
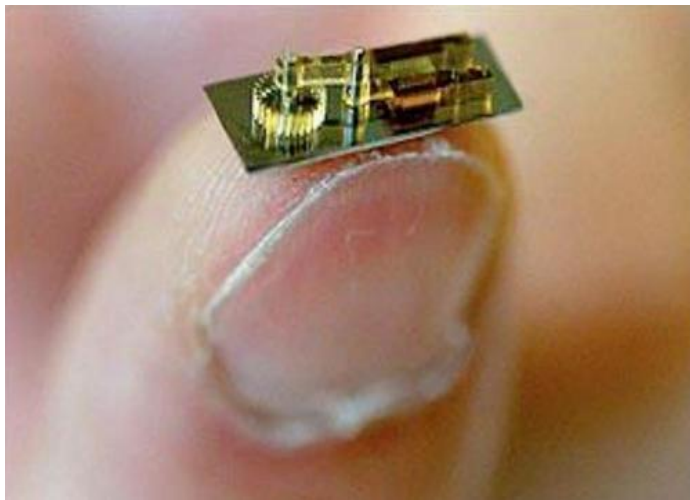


**تغيير لون محلول الذهب  
والفضة في مقياس النانو**

# تحديات تواجه النانو

عودة إلى موضوع الشرائح الصغيرة، قد يكون من المناسب أن نذكر القانونين التجريبيين الذين وضعهما جوردون مور رئيس شركة إنتال العالمية ليصف بهما التغير المذهل في إلكترونيات الدوائر المتكاملة.

**الأول** ينص على أن المساحة اللازمة لوضع الترانزستور في شريحة يتضاءل بحوالي النصف كل 18 شهرا. هذا يعني أن المساحة التي كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل 15 سنة يمكنها أن تحمل حوالي 1000 ترانزستور في أيامنا هذه. **والثاني** يحمل أخبارا قد تكون غير مشجعة كنتيجة طبيعية للأول فهو يتنبأ بأن كلفة بناء خطوط تصنيع الشرائح تتزايد بمقدار الضعف كل 36 شهرا.



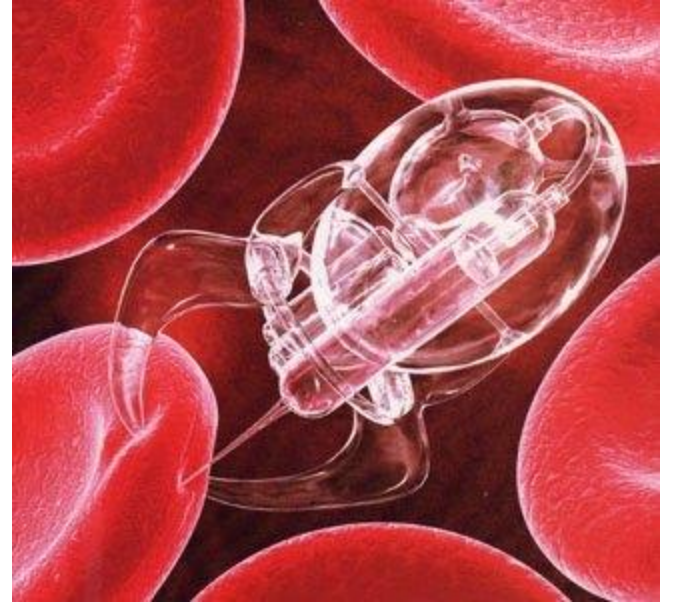
# تطبيقات النانو تقني

يمكن من خلال تقنية النانو صنع سفينة في حجم الذرة يمكنها الإبحار في جسد الإنسان لإجراء عملية جراحية والخروج من دون جراحة. كما يمكن صنع سيارة في حجم الحشرة وطائرة في حجم البعوضة وزجاج طارد للأتربة وغير موصل للحرارة وأيضا صناعة الأقمشة التي لا يخرقها الماء بالرغم من سهولة خروج العرق منها. وقد ورد في بعض البرامج التسجيلية أنه يمكن صناعة خلايا أقوى 200 مرة من خلايا الدم ومن خلال حقن جسم الإنسان بـ 10% من دمه بهذه الخلايا تمكنه من العدو لمدة 15 دقيقة بدون تنفس!!

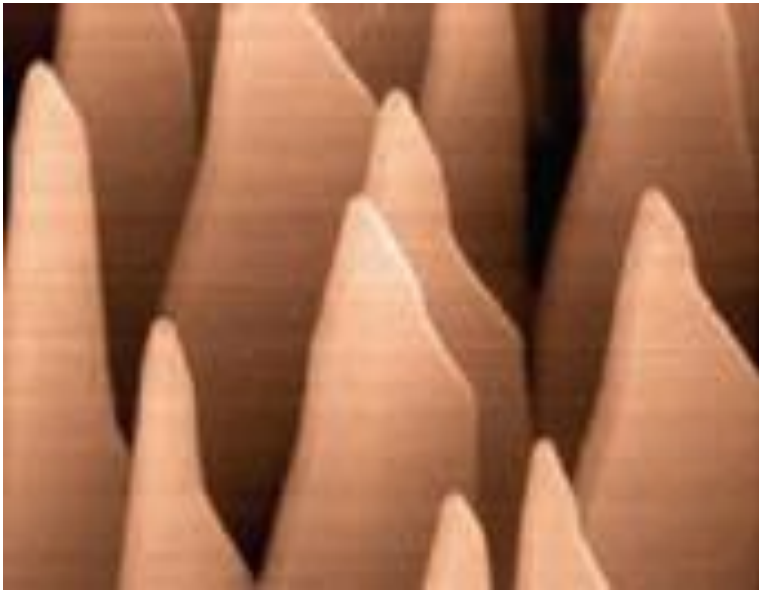




مركبات نانوية  
تدخل جسم  
الإنسان وترصد  
مواقع الأمراض  
وتحقن الأدوية  
وتأمر الخلايا  
بإفراز  
الهرمونات  
المناسبة

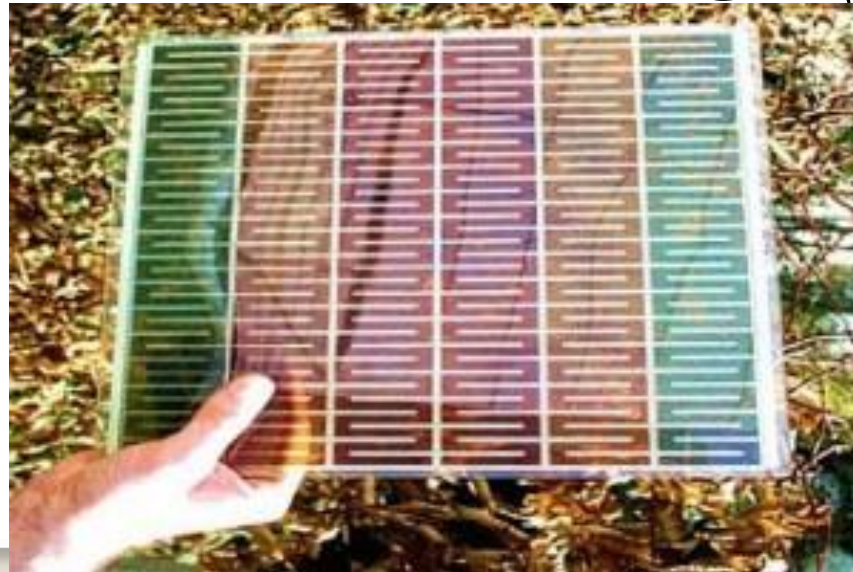


إن إنتاج الكهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية هو أكثر المجالات وضوحاً التي تقوم التقنية النانوية بالإسهام فيها وتطويرها حيث أصبحت الخلايا الشمسية منافسة في قطاع إنتاج الكهرباء وذلك للمنازل والقرى في المناطق البعيدة بدون الوصول إلى الشبكة الكهربائية.



رقائق النانو تستطيع تحويل ٣٠% من الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية

إن الحكومات مثل الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان تقوم بدعم التطور التقني والتركييب للخلايا الكهروضمسية على الأسطح في الأبنية الحديثة المتكاملة. والتقنية المسيطرة في الوقت الحالي هي الخلايا السيليكونية الوحيدة البلورة أو المتعددة البلورات إن المشكلة الرئيسية في صناعة الخلايا الكهروضمسية الرقيقة هي انتاج خلايا رقيقة ذات مساحات كبيرة كافية للاستخدام على المستويات الصناعية.





كما تكمن أهمية التقنية النانوية في مجال إنتاج الطاقة من الرياح في صناعة الشفرات. حيث تقوم هذه التقنية بزيادة قوة الشفرات وبنفس الوقت تقليل وزنها وزيادة متانتها وتحملها لتغيرات الأحوال الجوية. وهذا الشيء يمكن أن يؤمن عائداً هائلاً نتيجة لتناسب طول الشفرات والطاقة المتولدة ليس خطياً وإنما بعلاقة مرفوعة لقوة محددة.



# استخدامات قريبة المدى لتكنولوجيا النانو

- في التشخيص الطبي والعلاج .
- تجميع الطاقة الشمسية والاستفادة منها
- في صناعة الدهانات والتغليف
- في زيادة صلابة المكونات.
- صناعة نماذج جديدة لذاكرة الكمبيوتر والدوائر الالكترونية المتكاملة. حيث أن هناك استخدامات ممكنة لأنابيب الكربون النانوية ( Carbon Nanotubes ) في ثنائيات الوصلة والترانزستورات ومكبرات الإشارة في أجهزة الجوال.



• دخلت صناعة النانو حيز التطبيق في مجموعه من السلع التي تستخدم نانو جزيئات الأوكسيد على أنواعه الألمنيوم والتيتانيوم وغيرها. خصوصا في مواد التجميل والمرهم المضادة للأشعة. فهذه الجزيئات تحجب الأشعة فوق البنفسجية UV كلها ويبقى المرهم في الوقت نفسه شفافا وصناعة بعض الألبسة المضادة للبلل.

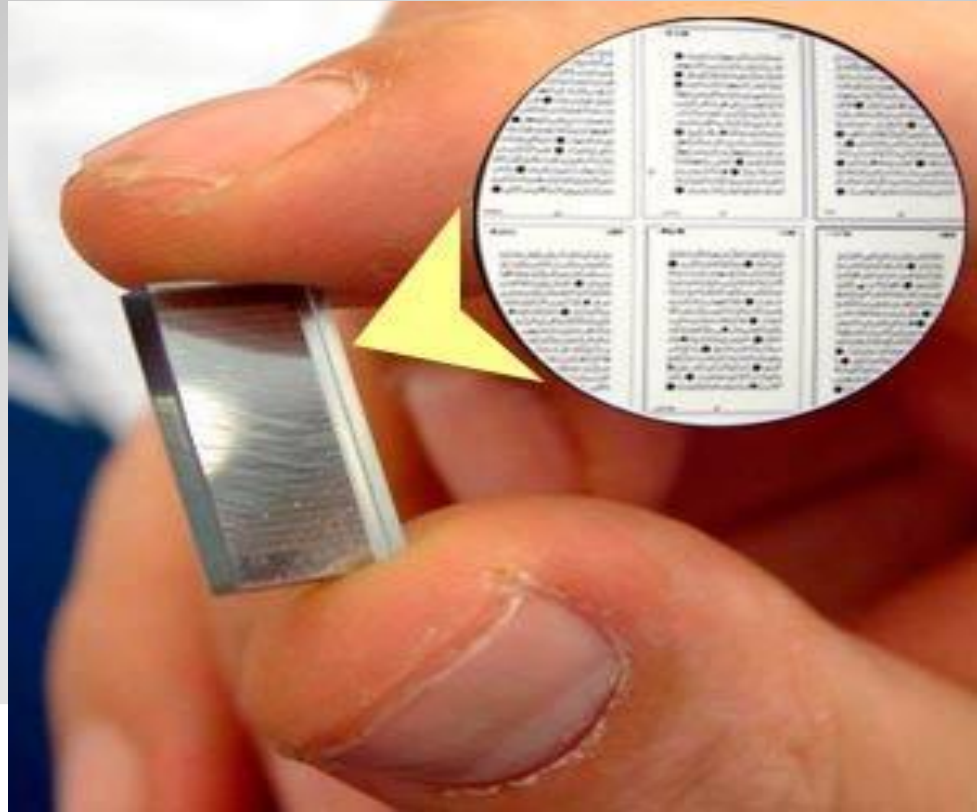
• وقد تمكن باحثون في جامعة هانج يانج في سيئول من إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية . ومن المعروف أن مركبات الفضة قادرة على قتل حوالي 650 جرثومة دون أن تؤذي الجسم البشري.

• كما أن علم الأدوية من العلوم التي تحتاج لدقة عالية وذلك لارتباطها ارتباطاً مباشراً بصحة الإنسان، فوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم الغير مصابة تقلل من فعالية الدواء وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية. فالوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكيميائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة مع انخفاض فعاليتها، عليه من المهم أن يتم إيصال الأدوية المضادة إلى الأجزاء المصابة بدقة متناهية جداً باستخدام مركبات نانوية للحصول على أقصى فائدة ممكنة دون التأثير على الخلايا السليمة





- وسيطرح عملاق الكمبيوتر "هاولت باكارد" قريبا إلى الأسواق رقاقات يدخل في صنعها نانو اليكترونات قادرة على حفظ المعلومات أكثر بآلاف المرات من الذاكرة الموجودة حاليا.



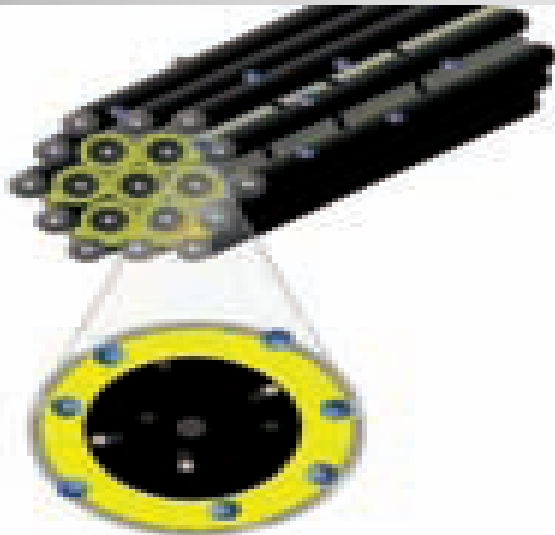
وقد تمكن باحثون في IBM وجامعة كولومبيا وجامعة نيو أورليانز من جمع جزيئين غير قابلين للجمع إلى بلور ثلاثي الأبعاد. وبذلك تم اختراع مادة غير موجودة في الطبيعة بخصائص مولده للضوء مصنوعة من نانو أكسيد الحديد محاطا برصاص السيلينايد. وهذا هو نصف موصل للحرارة قادر على توليد الضوء. وهذه الميزة الخاصة لها استعمالات كثيرة في مجالات الطاقة والبطاريات وقد تم صناعة بطارية جديدة من

كربيد اللثيوم النانوي تستمر

في عملها مدة تبلغ ثلاثة أمثال زمن صلاحية البطارية الحالية المصنوعة

من المادة نفسها وبكلفة اقل وبوزن

اخفض.



• وقد أوردت مجله الايكونوميست أن الكلام بدأ عن ماده جديدة (نانوية) تضاف إلى البلاستيك والسيراميك والمعادن فتصبح قوية كالفولاذ خفيفة كالعظام وستكون لها استعمالات كثيرة خصوصا في هيكل الطائرات والأجنحة، فهي مضادة للجليد ومقاومه للحرارة حتى 900 درجة مئوية.

• وأنشأت شركة كرافت Kraft المتخصصة في الأغذية أقساماً للبحوث العلمية لاختراع مشروبات مبرمجه. فقريبا يمكننا شراء مشروب لا لون له ولا طعم يتضمن نانو جزيئات للون والطعم، عندما نضعه في المايكروويف على تردد معين يصبح عندنا عصير ليمون وعلى تردد آخر يصبح هو نفسه شراب التفاح ... وهكذا



يرى البعض أن تقنيات النانو قد انتقلت بالفعل من مختبرات الأبحاث إلى مجال الاقتصاد والتجارة. هناك حالياً بالأسواق منتجات تدخل هذه التقنيات في تصنيعها؟ فنحن الآن بصدد قفزة عملاقة من مختبرات الأبحاث إلى الأسواق ومن ثم إلى المنازل، وإن أعداد الشركات النانوية في ازدياد متسارع في كل الميادين، فهناك شركات تسوق المواد النانوية مثل حبيبات الذهب أو السيلكون أو الكاديوم كمواد أو تمزجها في مواد أخرى لتحسين فاعليتها بنسب قليلة لتكسب التنافس. كما أن هناك شركات تسوق أقمشة فيها مواد نانوية للعزل الحراري أو لمنع التصاق الأوساخ والماء، وشركات أخرى تسوق معدات رياضية فيها مواد نانوية، وشركات تسوق الزجاج المطلي بالمواد النانوية لمنع تبللها أو التصاق الأوساخ عليها، وشركات تسوق مرشحات للهواء، فيها حبيبات نانوية مطهرة.

ويقول الدكتور اريك دريكسلر ليس هناك من حدود، فاستعدوا للرواصف، الذين سيبنون كل شيء. من أجهزة التلفزيون إلى شرائح اللحم بواسطة تركيب الذرات ومركباتها واحده واحده كقطع القرميد، بينما سيتجول آخرون في أجسامنا وفي مجارى الدم محطمين كل جسم غريب أو مرض عضال، وسيقومون مقام الإنزيمات والمضادات الحيوية الموجودة في أجسامنا. وسيكون بإمكاننا إطلاق جيش من الرواصف غير المرئية لتتجول في بيتنا على السجاد والرفوف والأوعية محوله الوسخ والغبار إلى ذرات يمكن إعادة تركيبها إلى محارم وصابون وأي شيء آخر.

# استخدامات بعيدة المدى لتكنولوجيا النانو

- في أنظمة تخزين البيانات بتصغير حجم الأجهزة وزيادة سرعتها وسعتها وتقليل طاقة تشغيلها.
- في صناعة رقائق لتخزين الفيديو قد تصل إلى 1000 ساعة
- في عمل ألواح بلاستيكية تستخدم في عمليات البناء تكون رقيقة وخفيفة جدا ولكنها ذات صلابة عالية.
- في تصنيع أنابيب كاربونية نانو، أقوى 100 مرة من الفولاذ وأخف ست مرات منه. تتميز بأن الشيء المصنوع منها أصغر وأرخص وأخف وأقدر على أداء الوظائف المناطة بها قد تحدث ثورة في الصناعة بسبب قوتها وقدرتها على توصيل الكهرباء والحرارة

- في تصنيع روبوتات ميكروسكوبية للمساعدة في دراسة الخلايا والنظم البيولوجية، وتطوير أجهزة تشخيصية وتحليلية وعلاجية فائقة الدقة والسرعة
- في تحسين الأدوية الحالية وإيجاد أدوية جديدة أكثر فاعلية وأخف ضرراً.
- في تصنيع عربات متناهية في الصغر يمكن تطويرها لأبحاث الفضاء العميق، والمدارات والمناخ أو استكشاف الأسطح المتحركة.
- في تصنيع مجسات متناهية في الصغر وفي غاية الحساسية لأسلكية وسريعة ، يمكن وضعها مع المجسات الالكترونية والكيميائية أو البصرية لاستخدامها في المهام العلمية، ولاسيما في التحليل الفوري وعمليات الروبوت.

• في إدارة الأوضاع الصحية لرواد الفضاء حيث يمكن لرواد الفضاء في رحلاتهم الطويلة استخدام تقنية النانو لمواجهة الأوضاع المناخية ذات الإشعاعات المرتفعة وتصنيع أجهزة رقابة طبية ومعدات للعلاج، والمساعدة في خفض أو التغلب على الضغوط والتوتر الناشئ عن رحلات الفضاء الطويلة ويمكن تحقيق ذلك عن طريقتين. الأولى هي تصنيع مواد النانو التي يمكن استخدامها للتغلب على اختراق الأشعة الكونية للسفن الفضائية. والطريقة الأخرى هي مجسات النانو لتحديد مستويات الأشعة.

- يمكن إدماج تقنية النانو في شبكات بشرية مثل أجهزة الرعاية وشبكات المراقبة البيئية وصنع مواد ملائمة للبيئة لتقليل مخلفات المواد وإمكانية إعادة تصنيعها.
- إيجاد مصادر بديلة ومتجددة للطاقة وتقليل استخدام البترول والوقود
- وفي مجال الزراعة تصنيع مواد تتحلل لتغذية النبات وإبادة الحشرات وتعديل جينات النباتات

## • وفي المجال العسكري

صناعة زيت ل سلاح الجو يمكنه تحمل حرارة  $500^{\circ}\text{F}$  دون أن يحترق ( أي 100 درجة أعلى من الزيوت الحالية).

وتصنيع أسلحة تطلق أشعة كهرومغناطيسية لتشويش الرادارات والمدافع وتجعلها غير قادرة على التصويب الصحيح.

وتصنيع واقيات تستخدم مركبات بلاستيكية مطعمة بأنابيب الكربون النانوية لحماية أجهزة الالكترونيات والاتصالات من إشعاعات القنابل الكهرومغناطيسية.

وبدأ فريق بحث بدراسة سائل بجزيئات حديدية لتحويل السائل إلى صلب عند تعرضه لمجال مغناطيسي، فيغمر قماش البدلة العسكرية المرنة بالسائل وبضغط زر يتولد المجال ويتصلب الدرع.

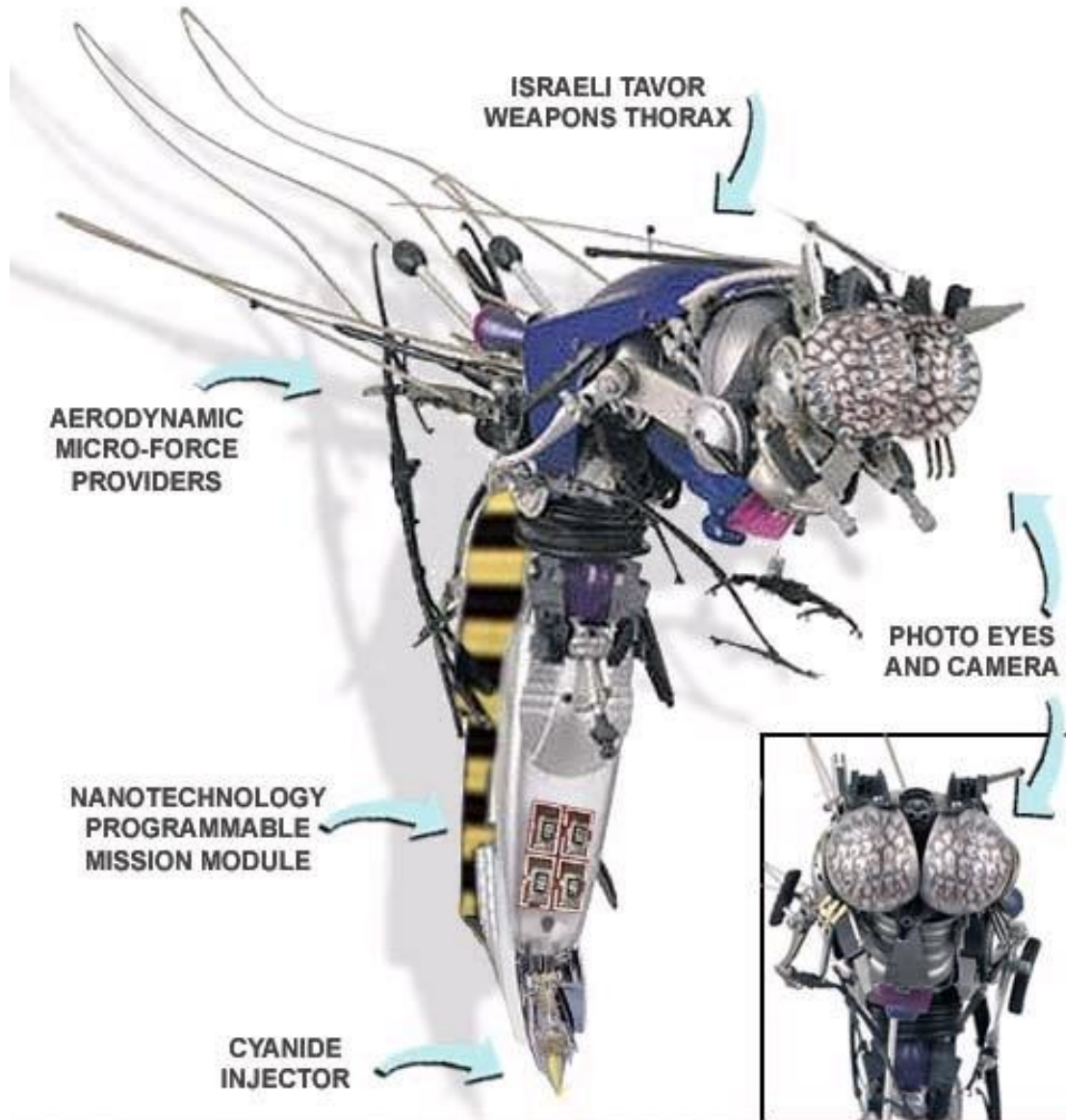
ويقوم الجيش الأمريكي بتصنيع ألياف نانوية لتطوير زي قتالي يسمح بدخول الهواء ويمنع دخول الغازات السامة، وملابس للجنود لن تقي فقط من الرصاص بل ستعمل على تدفئة الجسم وتبريده بحسب إرادة الجنود فضلا عن كونها لن تكون سميكة بل ستصنع من أقمشة تبدو عادية ولن تتسخ ولا تتأثر ببقع الزيت أو الدهان. وجيوش المستقبل سوف تختفي عن طريق ملابس يتم طلائها بمواد معينة لا يمكن أن ترى بالعين المجردة





وتصنيع غبار ذكي وهو جهاز من النظم  
الالكتروميكانيكية الدقيقة MEMS لجمع المعلومات  
عن المكان المراد مراقبته ومراقبة حركة الأجسام  
والمواد الكيميائية القريبة منه.

كما أن الطائرات الحربية سيتم تصغيرها لتكون بحجم  
البعوضة وتستخدم في التجسس والقتال. ويقوم بعض  
الخبراء بتطوير دبور آلي بمحرك نانوي يصور أهداف  
استخباراتية ويطلق النار ويتسلل إلى العدو ويشوش  
أجهزة الاتصال.



ويعتقد سكوت مايز رئيس معهد فورسايت في بالو التو بولاية كاليفورنيا انه على المدى القصير سنشاهد زيادة تدريجية في التقدم. وتجدر الإشارة إلى أن هذا المعهد هيئة لا تسعى للربح، هدفه تعريف الرأي العام بخصوص نتائج التقدم في تقنيات النانو. وأضاف مايز لا تتوقعوا قفزات هائلة في تقنية النانو في الوقت الراهن، بل زيادات تدريجية بدأت تظهر بالفعل في مجالات المجسات والمنتجات التجارية من مستحضرات التجميل إلى المعدات الرياضية.

وذكر أن معهد فورسايت يفحص في الوقت الراهن كيف يمكن لتقنية النانو مواجهة مجموعة من التحديات التي تواجه البشرية اليوم. ومن بين قائمة أهم 10 موضوعات بالإضافة إلى مواجهة الأمراض المعدية وعلاج السرطان، وتوفير المياه النظيفة للجميع، هي توفير رحلات فضائية رخيصة للفضاء. وانه من الصعب القول أن تطبيقا معينا أكثر أهمية من التطبيقات الأخرى.

## انتقادات وردود

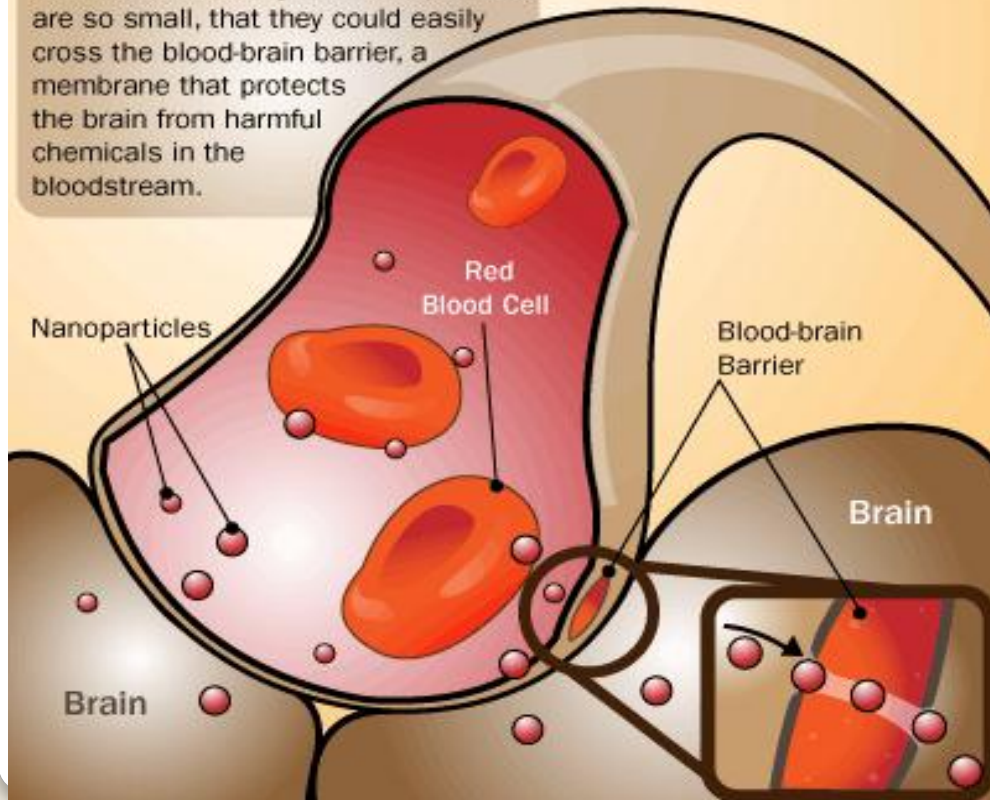
تحصل دوما عند كل تطور علمي أو تقني انتقادات وتنتشر المخاوف. كما حصل في الثورة الصناعية الأولى. وعند اختراع الكمبيوتر وظهور الهندسة الوراثية وغيرها. وتتركز الانتقادات هنا على عنصرين :

الأول هو أن النانو جزيئات صغيرة جدًا إلى الحد الذي يمكنها من التسلل وراء جهاز المناعة في الجسم البشري، وبإمكانها أيضًا أن تتفد من خلال غشاء خلايا الجلد

## How Nanotechnology Works

©2007 HowStuffWorks

Some doctors worry that nanoparticles are so small, that they could easily cross the blood-brain barrier, a membrane that protects the brain from harmful chemicals in the bloodstream.



والرئة، وما هو  
أكثر إثارة للقلق انه  
بإمكانها أن تتخطى  
حاجز دم الدماغ !!

ففي سنة 1997 أظهرت دراسة في جامعة أكسفورد أن نانو جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم الموجودة في المراهم المضادة للشمس أصابت الحمض النووي DNA للجلد بالضرر. كما أظهرت دراسة من مركز جونسون للفضاء التابع لناسا، أن نانو أنابيب الكربون هي أكثر ضرراً من غبار الكوارتز.

والثاني من المخاوف، هي أن يصبح النانو بوت ذاتي التكاثر، أي يشبه التكاثر الموجود في الحياة الطبيعية فيمكنه أن يتكاثر بلا حدود ويسيطر على كل شيء في الكرة الأرضية.

وقد بدأت منظمات البيئة والصحة العالمية تنظم المؤتمرات لبحث هذه المخاطر بالذات. وتم عقد اجتماع في بروكسل في شهر يونيو من عام 2008 برئاسة الأمير تشارلز، وهو أول اجتماع عالمي ينظم لهذا الهدف.

كما أصدرت منظمة كرين بيس بيانا تشير فيه إلى أنها لن تدعو إلى حظر على أبحاث النانو. ومهما كان فالإنسان على أبواب مرحلة جديدة تختلف نوعياً من جميع النواحي عما سبقها، جديدة بايجابياتها وكبيرة بسلبياتها وكما يقول معظم العلماء "لا يمكن لأي كان الوقوف في وجه هذا التطور الكبير، فلنحاول تقليص السلبيات".



إن المخاطر التي تكمن من استخدام تقنية الصغائر أو التقنية النانوية هي مخاطر لا تتمثل فيما ينبعث من مواد ضارة عند القيام بعمليات التصنيع أو عند استخدامها، ولكنها مخاطر ترتبط بجميع مراحل هذه التقنية، فهي مخاطر قد تتجم من عملية التصنيع أو من عملية التخزين والتوزيع أو من تطبيقاتها أو من إساءة استخدامها أو من التخلص الخاطيء منها. وهناك مخاوف من استخدام هذه التقنية الحديثة في زيادة كافة أشكال الحياة على سطح الأرض.

ويتوقع المراقبون أن تُشعل تكنولوجيا النانو سلسلة من الثورات الصناعية خلال العقدين القادمين والتي ستؤثر على حياتنا بشكل كبير. ويشير البعض إلى أن تقنية النانو ستصبح في القريب أكبر من الإنترنت وابتعد مدى منه وستجلب ثورة هائلة جديدة محطة الكثير من الثروات المالية القديمة تهز كل ما هو قائم من أعمال في كوكبنا.

وبعد استعراضنا المتواضع لهذه التقنية وتعرفنا على ما يدور في عالمنا من أمور، والتعرف أيضا على توقعات المراقبين، هناك سؤال يطرح نفسه، أين نحن من كل هذا !!!؟

شكراً لإصغائكم