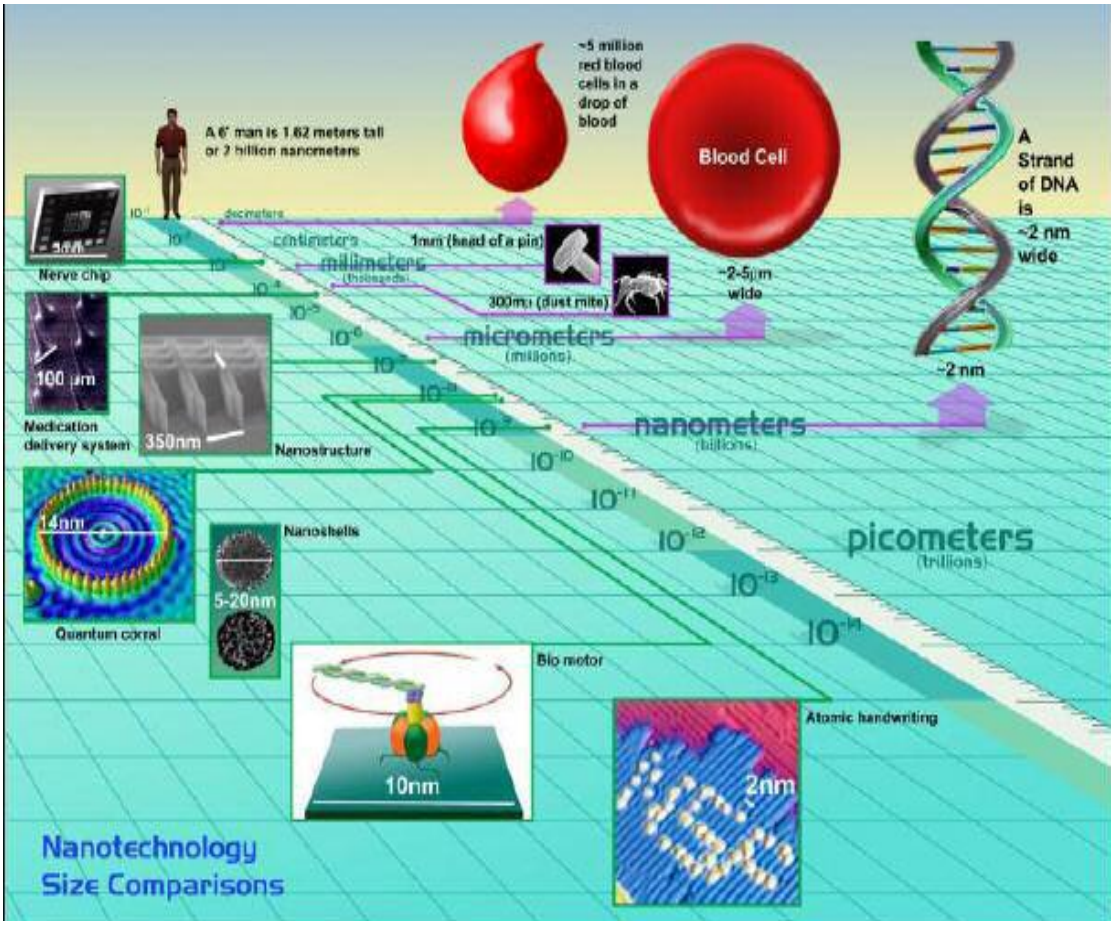
إصدارات مدونة عيون المعرفة

http://knoweyes.blogspot.com

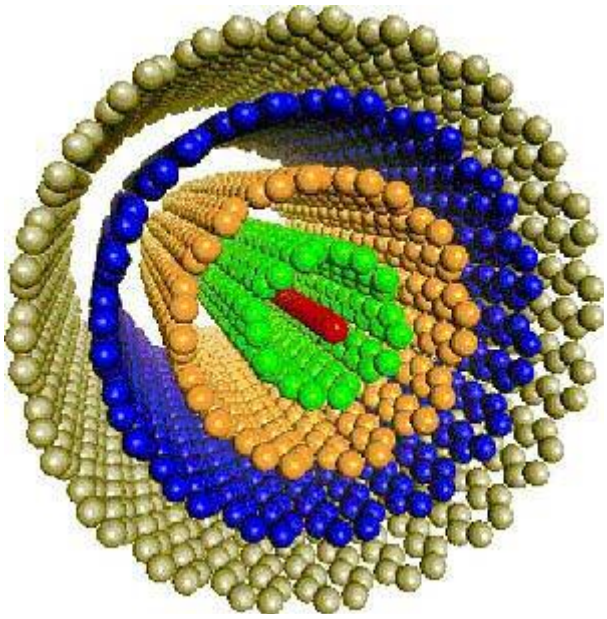
# هذا زمان النانو

المهندس/ عبدالحفيظ احمد العمري




http://knoweyes.blogspot.com

تخيّلْ إذا أخذت حمام فتكتشف انك تتقلص أثناء الغَسلِ عن ذي قبل حوالي ١٥٠٠ مليون مرةَ! فإذا دَخلتَ غرفةَ جلوسكَ، فأنت ما تَراه حولك لَنْ يكُونَ كراسي و مناضد و حاسبات و عائلتكِ لكن ذرّاتَ و جزيئات و بروتين، وخلايا. بالانكماش إلى " مقياس النانو nanoscale" أنت لا تَرى الذرّاتَ فقط – التي كُلّ شيء يتكون مِنْها— بل أنت تَكُونُ في الحقيقة قادر على تَحريكها تقريبا! يَفترضُ الآن بأنّك بَدأتَ بلَصْق تلك الذرّاتِ سوية بطرقِ جديدةِ مثيرةِ، كاللبنة الصغير جداً للطبيعةِ. أنت يُمْكِنُ أَنْ تَبْني كُلّ أنواع الموادِ الرائعةِ، كُلّ شيء مِنْ الأدويةِ الجديدةِ إلى رقاقاتِ الحاسوب السريعةِ جداً. جَعْل الأشياءِ الجديدةِ على هذا النطاق الضيقِ جداً يُدْعَى تكنولوجياً النانو وهو أحد أكثر المناطقِ المثيرةِ والمتسارعةِ في العِلْم والتقنيةِ اليوم.

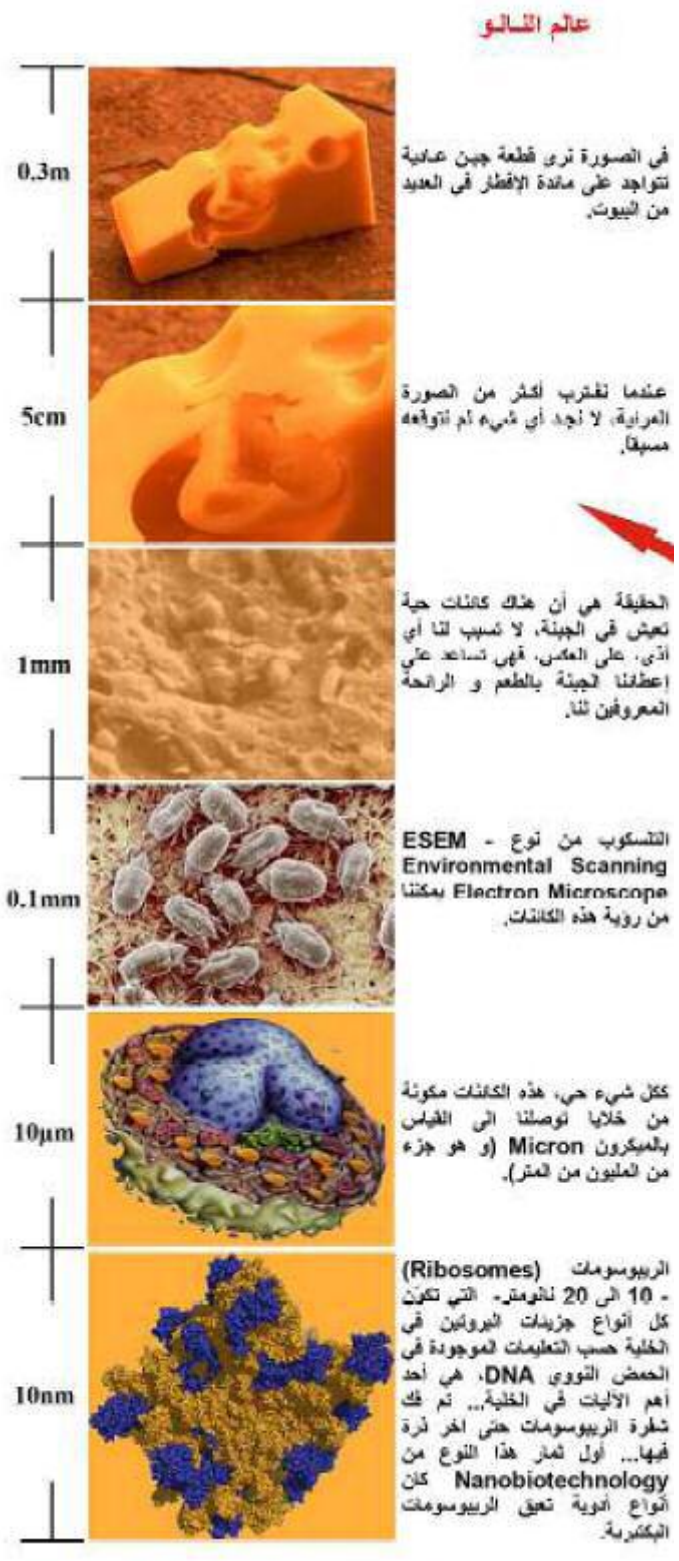


## ما حجم النانو ؟

نحن نعيشُ على مِقياس الأمتارِ والكيلومتراتِ (آلاف الأمتارِ)، لذا هو صعبُ جداً لنا أن نتَخَيَّل العالم الذي هو من الصغر جداً لرُؤيته. من المحتمل انك نَظرتَ بتَعَجُّب للصورِ في كُتُبِ العِلْومِ لأشياءِ مثل قملِ وذرة الغبارِ المصورة بمجاهرِ إلكترونية. تَجْعلُ هذه الأجهزة العلمية القويَّةِ الصورِ التي هي مجهرية، التي تَعْني على مِقياس جزء من المليون من المتر. يَتضمّنُ المجال النانوي أشياء مُتَقلِّصة إلى مستوى جديد كُليةّ. يَعْني"Nano"جزء من المليار، لذا نانو متر nanometer هو واحد من مليار من المتر. بكلمة أخرى،مقياس النانو هو ١٠٠٠ مرةُ أصغرُ مِنْ المِقياسِ المجهري و بليون (١٠٠٠ مليون) مرة أصغرَ مِنْ عالمِ الأمتارِ الذي نعيش فيه. الأجسام العادية ضخمة جداً على المقياس الذي يسميه العلماءَ مقياس النانو:

فشعرة إنسان فقطرها ١٠,٠٠٠ نانو متر وقطعة ورق فسماكتها ١٠٠,٠٠٠ نانو متر وامرأة بطول١.٢ متر: تساوي حوالى ١٢٠٠ مليون نانو متر. أما رجل بطول مترين فيساوي حوالى ٢٠٠٠مليون نانو متر .

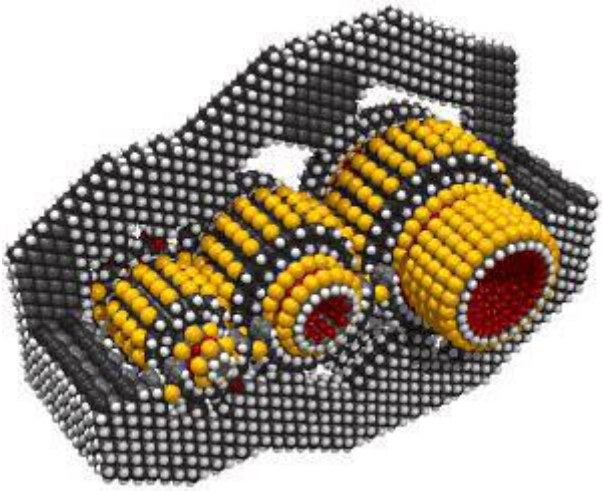
فهَلّ بالإمكان أَنْ تتصور كم طولك بالنانو متر؟



## من علم النانو إلى تكنولوجيا النانو

هذا كُلّه مثير جداً ورائع ، لكن فيما يستعمل ؟ حياتنا لَها بَعْض المعنى على مِقياس الأمتارِ، لَكنَّ مستحيلُ التَفكير بشأن الوجودِ اليوميِ العاديِ على مِقياس ١٠٠٠ مرة أصغر مِنْ عين ذبابةِ. نحن لا نَستطيعُ التَفكير بشأن المشاكلِ مثل الإيدز أوالفقر عالمي، أَو الاحتباس الحراري، لأنها تفقدَ كُلّ المعنى على مقياس النانو. رغم ذلك مقياس النانو — العالم حيث الذرّات و الجزيئات (ذرّاتُ انضمت سوية) والبروتين، و خلايا تتحكم بالجسد — هو مكان حيث العِلْم والتقنيةِ تحرزان معنى جديدَ كليَّاً.

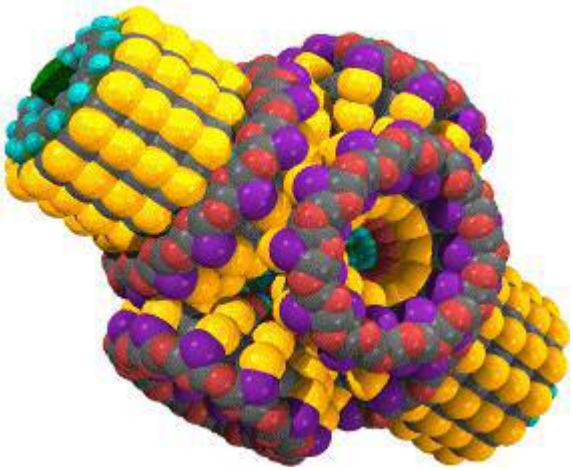
بالتَكبير إلى مقياس النانو، نحن يُمْكِنُ أَنْ نَفْهمَ كَيفَ ان بعض مِنْ الأشياءِ المُحيّرةِ في عالمِنا تَعْملُ في الحقيقة برُؤية كَيفْ ان الذرّات والجزيئات تَجْعلانِها تحدث. أنت من المحتمل رَأيتَ برامج الخدعِ التلفزيونية المتعلقة بصورِ القمر الصناعي، حيث تَبْدأ الصور بصورة الأرضِ الخضراءِ والزرقاءِ وتكبر حقاً بسرعة، وبتكبير المِقياسِ بتّزايدِ، حتى أنك تُحدّقُ في خلفية حديقةِ شخص ما. تُدركُ ان الأرضَ خضراءُ لأنها مكونة مِنْ خليط من العشبِ الأخضرِ. باستمرار التَكبير سَتَرى البلاستيدات الخضراء في العشبِ- الكبسولات الخضراء داخل خلايا النباتَ التي تنتج الطاقةَ مِنْ ضوء الشمس. كبّرْ أكثراً سَتَرى في النهاية الجزيئاتَ مكونة مِنْ الكربونِ و الهيدروجين والأوكسجين تنُقسّمَ على حِدة ويعاد توحيدها داخل البلاستيدات. لذا مقياس النانو جيدُ لأن يَتْركُنا نَعمَلُ علم نانو nanoscience : الذي يُساعدُنا على فهم كيفية تَحْدثُ الأشياءَ بدِراسَتها في المِقياسِ الأصغرِ الممكن. عندما نَفْهمُ علم نانو ، نحن يُمْكِنُ أَنْ نَعمَلُ بَعْض تكنولوجيا النانو: نحن يُمْكِنُ أَنْ نَضِعَ العِلْم موضع التّطبيق للمُسَاعَدَة على حلّ مشاكلِنا. ذلك هو معنىُ كلمة "تقنيةِ" وهي كيفية ان التقنيةُ (عِلْم تطبيقي) تَختلفُ عن العِلْم النظري، التي حول دِراسَة الأشياءِ من أجل أغراضها الخاصة.



## ما هو الشيء المميز بمقياس النانو؟

يظهر هناك بعض الأشياءَ المثيرة جداً عند مقياس النانو. تَتصرّفُ الكثير مِنْ الموادِ بشكل مختلف جداً في عالمِ الذرّاتِ والجزيئاتِ. على سبيل المثال، النحاس المعدني شفّافُ على مقياس النانو بينما الذهب- الذي هو غير نشط عادة- يُصبحُ نشيطَ جداً كيميائياً. الكربون، الذي هو ناعمُ جداً في حَدوَثه عادة بشكلِ (جرافايت)، يُصبحُ صلبَ جداً متى حُشر بإحكام بترتيب في مجال النانو سمي أنبوب نانو nanotube. بكلمة أخرى، مواد يُمكنُ أَنْ تَأخُذَ صفات فيزيائيةَ مختلفةَ بمقياس النانو بالرغم من أنَّها لا تزال نفسَ المواد! بمقياس النانو من الأسهلُ للذرّاتِ والجزيئاتِ ان تتَحَرُّك بالقرب وبين بعضها البعض، لذا الخواص الكيمياوية للموادِ يُمْكِنُ أيضاً أَنْ تكون مختلفة. الجزيئات النانوية لها مساحة سطحيّةُ أكثر بكثيرُ معرضة إلى جزيئات نانوية أخرى، لذا هي جيدة جداً كمحفّزات catalysts (المواد التي تُسرّعُ التفاعلات الكيميائية).

أحد الأسباب لهذه الاختلافات هو تلك العواملِ المختلفةِ تُصبحُ مهمة بمقياس النانو. في عالمِنا اليومي، الجاذبية هي القوةُ الأكثر أهميةً التي نُصادفها: إنها تُسيطرُ على كُلّ شيءِ حولنا، مِنْ طريقِة تدلي شَعرِنا المتواجد في رؤوسِنا إلى أسلوب ان الأرضِ لها فصولُ مختلفةُ في أوقاتِ مختلفةِ مِنْ السَنَةِ. لكن بمقياس النانو ،الجاذبية أقل أهمية بكثيرُ مِنْ القوي الكهرومغناطيسيةِ بين الذرّاتِ والجزيئاتِ. عوامل مثل الاهتزازات الحراريةِ (طريقة تَخْزنُ الذرّاتَ وجزيئاتَ الحرارةً بالهَزْهَزَة تقريبا) تُصبحُ أيضاً هامّةَ جداً. باختصار، لعبة العِلْمِ لَها قواعدُ مختلفةُ عندما تَلْعبُها بمقياس النانو.



## كَيفَ تَعْملُ بمقياس النانو ؟

أصابعكَ بطول ملايينَ النانومترات ، لذا هي غير جيّدة لمُحَاوَلَة التقاط الذرّاتِ والجزيئاتِ وتُحرّيكها بأيديكَ العاريةِ. تلك سَتَكُونُ مثل المُحَاوَلَة لأَكْل عشائِكَ بشوكة طولها ٣٠٠ كيلومتر (١٨٦ ميل)! بشكل مدهش، طوّرَ علماءَ مجاهرَ الكترونية التي تَسْمحُ لنا بـ"رُؤية" الأشياءِ بمقياس النانو والتعامل معها أيضاً. هي تسمى مجاهرَ القوةِ الذرّيةِ (AFMs)، و مجاهرَ التحقيقِ المسحي (SPMs)، ومجاهرَ النفقي المسحي (STMs).

إنّ الفكرةَ الأساسيةَ للمجهرِ الإلكتروني هي استعمالَ حزمة الإلكترونات لرُؤية الأشياءِ التي من الصغرِ رُؤيتها باستعمال شعاع الضوءِ. أي مجهر في مجال النانو يَستعملُ الالكترونات و تأثيراتَ ميكانيكا الكم لرُؤية الأشياءِ حتى الأصغر منها.و لَهُ أيضاً جس صغير جداً لها الذي يمكن أن يُستَعملَ لتَحريك الذرّاتِ والجزيئاتِ بالقرب منها وتُرتّبها مثل لبنة بناء صغيرة جداً.

في ١٩٨٩، باحث في شركة IBM هو دون ايجر Don Eigler أستعمل مجهر مثل هذا لفصل كلمةِ IBM بالذرّاتِ الفرديةِ إلى مواضعِها. أستعمل العلماءُ الآخرونُ تقنياتُ مماثلةُ لرَسْم صورِ قيثاراتِ و كُتُب في مجال النانو وكُلّ أنواع الأشياءِ الأخرى. هذه تجارب طائشةَ في الغالب، صمّمتَ لإبْهار الناسِ بمقدرة النانو، لَكنَّها لها تطبيقاتُ عمليةُ مهمةُ أيضاً. هناك الكثير مِنْ الطرقِ الأخرى للعَمَل بتكنولوجيا النانو، يتضمن ذلك ترسب حزمة جزيئية في البلورات molecular beam epitaxy ، الذي هي وسيلة لنَمُو بلوراتِ وحيدةِ واحد مِنْ طبقةِ الذرّاتِ في كل مرة على حدة .

## في ماذا يمكن استعمال تكنولوجيا النانو؟

اغلب منافع تكنولوجيا النانو ستحدث في عقود المستقبل لكنها تساعد لتحسين عالمنا بالعديد من الطرق المختلفة . نميل إلى اعتبار تكنولوجيا النانو كالشيء الجديد الاجنبي ربما لأن كلمة "تقنيةِ" تدل على صنع انساني اصطناعي ، لكن الحياة نفسها مثال لتكنولوجيا النانو : البروتين والبكتريا والفيروسات والخلايا كلها تعمل ضمن مقياس في مجال النانو .

## المواد النانوية

أنت يُمكنُ أَنْ تَكُونَ تَستعملُ تكنولوجياَ النانو. فقَدْ تَلْبسُ ملابس تكنولوجيا النانو الداخلية وتمشي على بساط تكنولوجيا النانو، وتَنَامُ على ملايات تكنولوجيا النانو، أَو تَسْحبُ أمتعةَ تكنولوجيا النانو إلى المطارِ. كُلّ هذه المُنتَجاتِ مصنوعة من ألياف مكسوة بخيوط بلورية نامية "nanowhiskers." هذه الألياف السطحيّةِ صغيرة لدرجة ان الوسخِ لا يَستطيعُ الاختراق إليها، الذي يعني ان الطبقاتَ الأعمقَ من المادة تبقى نظيفة.

### أنابيب نانو الكربون Carbon nanotubes

بين أكثر المواد النانوية إثارة. هي جزيئاتِ الكربونِ على هيئةِ قضيبَ تقريباً بعرض واحد نانومتر. بالرغم من أنّها مجوّفة، فتركيبها المكتظ بشكل كثيف يَجْعلُها قوية بشكل لا يصدق ويُمْكِنُها أَنْ تصبح ألياف واقعية بأي طول. أقترح علماءُ ناسا مؤخراً ان أنابيب نانو الكربون يُمْكِنُ أَنْ تُستَعملُ لصنع مصعد عملاق يَمتدُّ طولا مِنْ الأرضِ إلى الفضاءِ. الأجهزة والناس يُمْكِنُ أَنْ يذهبوا جيئة وذهابا "بسلّمِ الكربونِ هذا إلى النجومِ، "والاحتفاظ برحلاتِ الصواريخِ المكلفة.

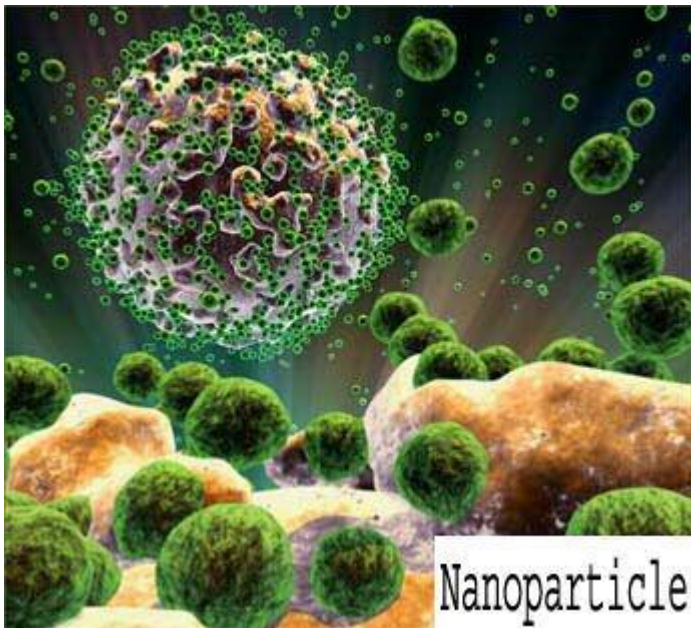
## رقائق النانو Nanochips

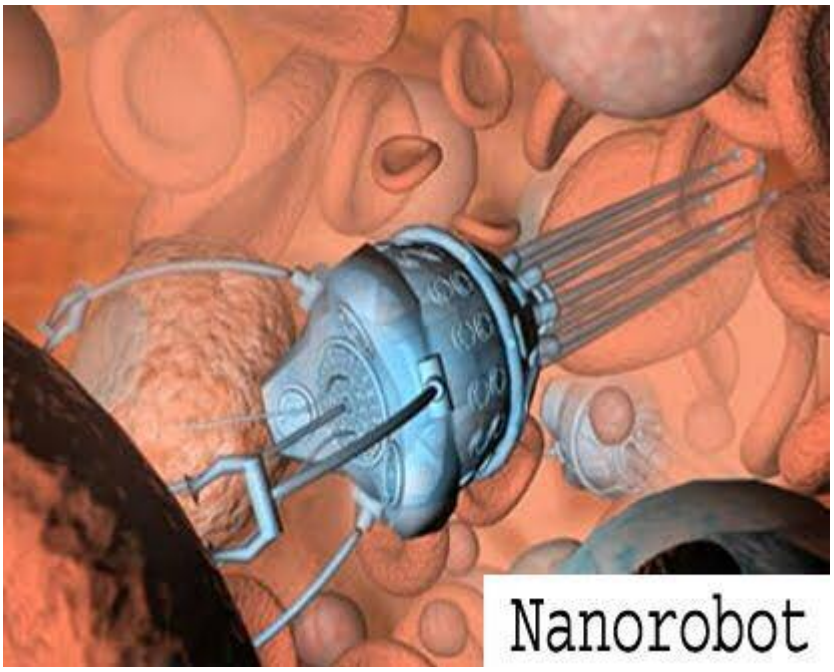
واحد مِنْ شكلِ تكنولوجيا النانو كلنا نَستعملُه في عِلْم الالكترونيات الدقيقةُ. الجزء "الدقيق" تلك الكلمةِ تَقترح عملَ رقاقاتَ الحاسوب على المِقياسِ المجهريِ — وهي تعمل هكذا. لكن مصطلح مثل "الرقاقةِ" صيغت منذ السبعيناتِ، وَجدَ مهندسو الإلكترونيات طرقَ لحشو أكبر عدد من ترانزستور في دوائرِ لصنع حاسباتِ أرخص وأسرع وأصغر أكثر من أي وقت مضى. هذه الزيادةِ الثابتةِ في استعمال قوة الحوسبة تَمْرُّ بقانونِ مور Moore's Law، وتكنولوجيا النانو سَتَضْمنُ بأنّ يَستمرُّ ذلك كثيرا في المستقبلِ. الترانزستورات اليومية في أوائِل القرن الحادي والعشرينِ فقط بعرض ١٠٠ ـ ٢٠٠ نانومتر، لكن التجاربَ الأخيرة طورت أجهزة أصغرَ بكثير. في ١٩٩٨، علماء صنعوا ترانزستور مِنْ أنبوب نانو الكربون.

## مكائن النانو Nanomachines

إحدى أكثر المناطقِ المثيرةِ مِنْ تكنولوجيا النانو إمكانيةُ بناء المكائنِ الصغيرةِ جداً —أشياءَ مثل التروسَ، والمفاتيح، والمضخات، و المحرّكات — مِنْ الذرّاتِ الفرديةِ. مكائن النانو يُمْكِنُ أَنْ تصنع ربوتات النانو nanorobots (أحياناً تسمّى "nanobots" ) الذي يُمْكِنُ أَنْ تُحْقَنَ إلى أجسامِنا لتَنفيذ التصليحاتِ أَو ترسلَ إلى البيئاتِ الخطرةِ ، او ربما لتَطهير محطات الطاقة النوويةِ الغير مستعملةِ. كما في أغلب الأحيان الحالةُ، تَقُودُ الطبيعةَ بشراً هناك. وَجدَ العلماءُ أمثلةَ عديدةَ لمكائن النانو في العالمِ الطبيعيِ. على سبيل المثال ، بكتيريا مشتركة سميت

**E.coli يُمْكِنُ أَنْ تبني بنفسها بقليل من تكنولوجيا النانو ذيل الذي يخبط تقريبا مثل نوع مِنْ من المراوح لتَحريكها بالقرب إلى الغذاءِ. صنع مكائن النانو مَعروف كذلك بِالتصنيع الجزيئي وتكنولوجيا النانو الجزيئيةِ (MNT).**

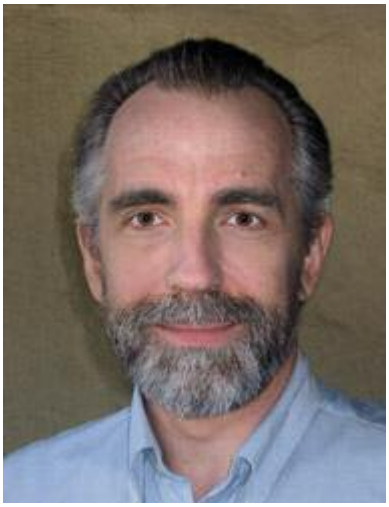


## تاريخ تكنولوجيا النانو

الأمثلة الطبيعية مثل هذه تُخبرُنا بأنّ تكنولوجيا النانو قديمة كالحياةِ نفسها، لكن مفهومَ مقياس النانو وعلم النانو يُمْكِنُ أَنْ نَدْرسَه، وتكنولوجيا النانو يُمْكِنُ أَنْ نستخدم كُلّ التَطَوّرات الجديدة نسبياً. إنّ الفيزيائي الأمريكيَ الرائعَ ريتشارد فاينمان Richard Feynman (1918-1988) ساهم على نحو واسع ببَدْء الاهتمام الحديثِ بتكنولوجيا النانو. ففي عام ١٩٥٩، في خطاب مشهور بعد عشاء صرح ان "هناك مجال واسع في القاعِ" فاينمان البارع خَمّنَ بعالمِ صغير جداً لا يصدق حيث الناسِ يُمْكِنُ أَنْ يَستعملوا أدواتَ صغيرة جداً لتَرتيب الذرّاتِ والجزيئاتِ ثانية. بحلول عام ١٩٧٤، سَمّى أستاذَ الهندسة الياباني NorioTaniguchi هذا الحقلِ "تكنولوجيا النانو."

بدأت تكنولوجيا النانو حقاً في الثمانيناتِ ذلك كَانَ عندما نَشرَ داعيةَ تكنولوجيا النانو الدّكتور كْي . إيريك دريكسلر Drexler كتابه الرائد الاول محركات الإنشاء: عصر تقنية النانو القادم.



كَانَ أيضاً عقد تكنولوجيا النانو عندما ظَهرتْ مجاهرَ تلك التي كَانتْ قادرة على التلاعب بالذرّاتِ والجزيئاتِ على مقياس النانو. في ١٩٩١، أنابيب نانو الكربون اكتشفت بواسطة عالمِ ياباني آخرِ،هو Sumio Iijima، ليَفْتحُ اهتماما ضخماً في تطبيقاتِ الهندسة الجديدةِ. إنّ الجرافيت graphite في أقلامِ الرصاص هو شكل ناعم مِنْ الكربونِ. في عام ١٩٩٨، بَعْض العلماءِ الأمريكانِ بَنوا بأنفسهم نوعَ آخرَ مِنْ قلمِ الرصاص مِنْ أنابيب نانو الكربون وبعد ذلك استعملوه تحت مجهر لكِتابَة الكلماتِ "Nanotube Nanopencil" بحروف ذات مقطع ١٠نانو متر فقط.

أعمال مثيرة مثل هذه تأسر الخيالِ العامِّ، لَكنَّها قادت بتكنولوجيا النانو أيضاً لأنْ تكون معترف بها وأخذت بجدية في المستويات السياسيةِ الأعلى. ففي عام ٢٠٠٠، اكّد الرّئيسَ بيل كلينتون على أهميةَ تكنولوجيا النانو عندما أنطلق برنامج حكومي أمريكي رئيسي سمي مبادرةَ تكنولوجيا النانو الوطنيةِ (NNI)، صمّمَ لتَمويل البحوثِ الرائدِة وإثارة الاهتمام العام.

## مستقبل تكنولوجيا النانو: أحلام النانو أَم كابوس النانو ؟

مهندسو العالمُ يتحمسون لتكنولوجيا النانو. هذا الذي يَجِبُ أَنْ يَقُولَه علماءُ في أحد معاهدِ بحوث أمريكا الممتازة، مختبر Los Alamos الوطني،: "ان المفاهيم الجديدة لتكنولوجيا النانو عريضة وواسعة الانتشار جداً، التي ستؤثر على كُلّ مجالات التقنيةِ والعِلْمِ، في طرق متقلبة بثبات . . . . إنّ التأثيرَ الحضاريَ الكليَّ لتكنولوجيا النانو متوقع أن يكون أعظم مِنْ التأثيراتِ المشتركةِ التي لدائرة السيليكونَ التكاملية، والتصوير الطبي، و الهندسة بمساعدة الحاسوبِ، والمركبات الكيميائية التي صنعها الإنسان في هذا القرنِ." ذلك إدّعاء مُدهِش جداً:

ان تكنولوجيا النانو القرن الحادي والعشرينِ سَتَكُونُ أكثر أهميَّةً مِنْ كُلّ التقنيات العظمى للقرنِ العشرينِ إذا وَضعتْ سويّة!

تَبْدو تكنولوجياُ النانو مثل عالم الوعدِ العظيمِ، لكن هناك قضايا جدالية أيضاً التي يجب أنْ تؤخذ بنظر الاعتبار وتحل. اثار بَعْض الناسِ مخاوفَ ان كائنات حية أَو مكائنَ بمقياس النانو يُمْكِنُ أَنْ تَوْذي حياةَ الإنسانيةَ أَو البيئةَ. مشكلة واحدة بأنّ الجزيئاتِ الصغيرة جداً يُمكنُ أَنْ تَكُونَ سامّةَ جداً للجسمِ الإنساني. لا أحد يَعْرفُ حقاً ما هو التأثيرَ الضارَّ الجديدَ الممكن ان تملكه المواد النانوية. مبيدات الحشرات الكيميائية لَمْ تُعتَبرْ ضارّة عندما استعملت لأول مرة في أوائل عقود القرنَ العشرينَ؛ هي ما كَانتْ كذلك قبل الستّيناتِ والسبعيناتِ حيث فهمت تأثيراتِهم الضارّةِ فعلاً بشكل صحيح. فهَلْ يُمْكِنُ أَنْ يَحْدثَ نفس الشيء مع تكنولوجيا النانو؟

كابوس النانو النهائي، مشكلة جراي جو "gray goo"، برزَت أولاً مِن قِبل إيريك دريكسلر. فماذا يَحْدثُ إذا صنع البشرَ الحسنو النيّةَ ربوت نانو الذي يطلق له العنان خلال المحيط الحيوي،و يَلتهمُ كُلّ الأشياء الحيّة و لا يَتْركَ وراءه شيء سوى كتلةَ من مضغة ملتهمة من جراي جو ؟

يُجادلُ نقّادُ تكنولوجيا النانو ان البشر يَجِبُ أَنْ لا يَتدخّلَوا في العوالمِ التي لا يَفْهمونَها، لكن إذا أَخذنَا تلك الحجّةِ إلى خاتمتِها المنطقيّةِ، نحن لن يَكونُ عِنْدَنا اختراعات على الإطلاق — لا أدويةَ، و لا نقلَ، و لا زراعةَ، ولا تعليمَ — ونحن ما زِلنا نعيش في العصر الحجري. إنّ المسألة الحقيقيَة على اية حال هي ان وعدُ تكنولوجيا النانو أعظمُ مِنْ أيّ مخاطر كامنة مرافقة مَعها. وهو الذي سَيُقرّرُ مستقبلَنا مع النانو هل يصبح حلماً أَم كابوسا.

## دعوة

.. لماذا لا يكون لدينا في اليمن مركز لتكنولوجيا النانو – ولو واحدا- إذا علمنا مدى تطبيقات علم النانو الداخلة في الحياة المعاصرة والتي نحتاجها في يمننا العزيز وبالنسبة للعقبات المالية الكبيرة التي قد تصل إلى مئات الملايين لتجهيز مثل هذا المركز فلا ننسى ان لدينا حوالى ٢٠جامعة فلو كونت تكتلات فيما بينها فلا ريب تستطيع تمويل بناء مركزا للنانو ...مجرد فكرة!

***

# مع تحيات

## مدونة عيون المعرفة

## http://knoweyes.blogspot.com