******

**الجمهورية العربية السورية**

**وزارة التربية**

**المركز الوطني للمتميزين**

**حلقة بحث بعنوان:**

***النانو و حياة المستقبل***

تقدمة الطالب: محمد سليمانإشراف المدرسة : ريم عابد **المقدمة** لطالما كان العلم في تطور مستمر لتلبية حاجات الإنسان المتزايدة وليشبع فضوله في اكتشاف العالم من حوله حيث تعمق في المواد من حوله وأساس بنائها وحاول السيطرة عليها من هنا انطلق علم النانو الذي دخل الى داخل الذرات وسيطر عليها بأقصى استطاعة .

وقد قطعت الدول المتقدمة اشواطا في هذا العلم بينما ظل مجرد أفكار في وطننا لهذا بات من الضروري التعريف بهذه التقنية المتجددة باستمرار والدخول في سباق تطويرها .

من هنا كان هذا البحث الذي يتناول عدة جوانب من هذا العلم الواسع وبعض الحالات الخاصة لمعرفة

**هل سيكون النانو مستقبل الحياة في عالمنا؟؟!**

**أم أنه سيبقى مجرد عدة أفكار وأبحاث ؟؟**

**الفهرس**

المقدمة ......................................................................................2

الفهرس......................................................................................2

التعريف بالنانو..............................................................................3

تاريخ النانو..................................................................................4

طرق الوصول الى الحجم النانوي ........................................................7

تغير خواص الجسيمات النانوية ........................................................11

بعض استخدامات النانو الحالية والحديثة...............................................12

أنابيب الكربون النانوية..................................................................13

***1-التعريف بالنانو***

**بدايةً يجب التفريق بين عدة مصطلحات :**

|  |  |
| --- | --- |
| ***المصطلح*** | ***التعريف*** |
| نانو | متناهي الصغر(اصل الكمة يوناني وتعني القزم ) |
| النانو متر | وحدة قياس مترية = 1 من مليون جزء من الملليمتر |
| مقياس النانو | القياس من 1 نانومتر الى 100 نانو متر |
| علم النانو | دراسة تركيب وخصائص المواد عند مقيس النانومتر |
| تقنية النانو | تصميم وصنع مواد وآلات عند مقياس النانومتر |

الجدول (1)

***لنفهم هذه المصطلحات......***

إن النواة التي تقع في مركز الذرة تمثل اغلب كتلة الذرة، فأكثر من 99,9 % من كتلة الذرة تمثله النواة، أما الالكترونات التي تدور حول النواة فكتلتها ضئيلة جداً بالنسبة لها إلى الحد الذي يمكن إهمالها في بعض الأحيان وان نسبة حجم نواة الذرة إلى حجم الذرة ككل هو 1 إلى 100000 ، أي انه إذا قسمنا الذرة إلى مئة ألف جزء فجزء واحد فقط به كتلة والباقي فراغ. ليس هذا فحسب بل النواة ذاتها غير متراصة وهنالك فراغات بين الجسيمات التي تكونها كذلك.

لذلك فان الذرة في معظمها عبارة عن فراغ مهول وبالتالي فان المادة بدورها هي أيضا في الواقع في معظمها عبارة عن فراغ شاسع لان المادة ما هي إلا مجموعة كبيرة من الذرات المرتبطة مع بعضها الآخر بطريقة معينة**.** وتقنية النانو استغلت هذا الفراغ الذي سمح بإعادة هيكلة و تشكيل الذرات والجزيئات يمكن لتوليد صوراً أخرى من المواد على هيئة كيانات متناهية في الصغر وهو ما يعرف بالجسيمات أو المواد النانوية**.**

**نستنتج أن**

المادة بفراغها الشاسع وطبيعة تركيبها وتفاعلاتها الداخلية إذا ما تم تعديل أو تغيير ذلك لأمكن الحصول على مواد جديدة ،أو بتعبير أدق تراكيب من نفس المادة لكن ذات خواص تختلف عن تلك للمادة الأصلية من حيث الصلابة وخفة الوزن ومقاومة التآكل والظروف الجوية والبيئية المختلفة ،ويعزى هذا الاختلاف الى المقياس الصغير للمادة التي تؤدي بدورها إلى زيادة المساحة السطحية للتركيب النانوي نسبةً إلى حجمه وزيادة عدد الذرات السطحية بشكل كبير مما يؤدي إلى تغير خواص التركيب النانوي عما هو اكبر منه.

**حيث أنه :**

من المعروف ان الطريقة التقليدية في تصنيع المواد الكيميائية المختلفة تتم بخلط مكونات التفاعل معا دون الاخذ في الاعتباراتجاه الذرات الداخلة في التفاعل بالتالي فان المادة الكيماوية الناتجة تكون خليطاً من عدة مواد

أما باستخدام تقنية النانو فمن الممكن توجيه وضع الذرات الداخلة بالتفاعل بتوجيه محدد وبالتالي فإن المواد الناتجة سوف تكون أكثر دقة وأكثر نقاوة من التصنيع بالطرق التقليدية ومن ثم توحيد نوعية المنتج وكذلك تقليل تكلفة الانتاج وخفض الطاقة المستهلكة الصفات المستحسنة والمرغوبة ***....***

***2-تاريخ النانو***

**\*إن فهم التطور التاريخي لعلم النانو يساهم بشكل كبير في فهم هذه التقنية وأساليبها**

**ولهذا أسندت لها جزءاً من بحثي**

***عام 1867 م :***أجرى الفيزيائي الإسكوتلندي "جيمس ماكسويل" تجربة ذهنية تعرف باسم عفريت ماكسويل تخيل فيها مخلوقا ذريا يقف حارسا على بوابة ذرية تفصل بين وعائين يحتويان على غاز ، ويقوم بتنظيم جزيئات الغاز ،بوساطة منع ذرات الغاز النشطة من اجتياز البوابة والسماح للذرات الأقل نشاطا بعبورها**،فتجربة ماكسويل ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزيئات.**

***عام 1959 م :*** تسائل الفيزيائي المريكي "ريتشارد فاينمان" ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم في تحريك الذرة الواحدة كما يريدون؟ في محاضرته المعروفة بعنوان (هناك متسع كبير في القاع)،التي ألقاها أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية والتي توقع فيها انه بالإمكان الحصول على خواص جديدة للمادة من خلال إعادة ترتيب الجزيئات والذرات. حيث بين في حينها أن المادة عندما يصغر حجمها اصغر فاصغر تتصرف بشكل مغاير عن المقياس الأكبر. وبذلك يمكن تعديل صفاتها والرفع من سماتها كاستخدامها في صنع آلات متناهية في الصغر وذات كفاءة اكبر من تلك ذات الحجم الأكبر.

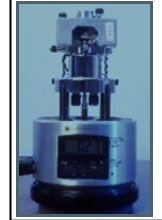
**رغم ان أفكار العالمين السابقين كانت نظرية بل و عدّت خيال علمي غير أنها مهدت الطريق لنشوء علم بأكمله**

***عام 1974 م :***أطلق الباحث الياباني "نوريو تاينغوشي" تسمية مصطلح( تقنية النانو)لأول مرةللتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية.

***عام* *1976* *م :*** استحدث الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة "طريقة ليزيرية تسمى (التأين الرنيني)لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم ، ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لأول مرة في تاريخ العلم ،وتعمل طريقته على إثارة الذرات بليزر محدد اللون،وتأيينها ومن ثم تحسس الشحنات الصابغة.

***عام 1981 م :***اخترع الباحثان السويسريان "جيرد بينيج " و "هنريك رورهر" جهاز( المجهر النفقي الماسح) وأتاح هذا المجهر لأول مرة بتاريخ العلم الحصول على صور للجزيئات والذرات وإمكانية التأثير عليها وتحريكها من مواضعها لبناء تركيبات جديدة للمادة أو لإنتاج مواد جديدة لم تكن معروفة من قبل.

والمجهر النفقي الماسح هو عبارة عن آلة لها إبرة راسها معدني وحاد جداً،مخصصة للتصوير على السطوح ، وتستخدم هذه الإبرة ليس فقط للكتابة والتصوير بل ايضا لتحريك الذرات الواحدة تلو الأخرى ،حيث يتم تقريب الإبرة من الذرة المطلوب تحريكها ،فتنتزعها ،ثم يتم سحبها للمكان المطلوب على طول السطح ، وبإجراء هذه العملية مرارا وتكرارا وبطريقة منظمة ،يمكن بناء تراكيب في المقياس الذري وبصورة دقيقة .**وكان اختراع المجهر اكبر قفزة يحققها علم النانو.**

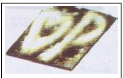


الصورة(1)المجهر النفقي الماسح

***عام 1986 م :*** ألف "إريك دريكسلر" كتاب **(محركات التكوين-Engines of (Creation**  ويعده كثير من العلماء بأنه المؤسس الحقيقي لتقنية النانو ، حيث وصف في كتابه الأفكار الأساسية لتقنية النانو ، منها إمكانية صناعة أي مادة بواسطة رصف مكوناتها الذرية الواحدة تلو الأخرى.

***عام 1991 م :*** العالم الياباني سوميو ايجيما اكتشف أنابيب الكربون النانوية الشهيرة التي هي عبارة عن تراكيب اسطوانية متعددة الجدران ومجوفة من الكربون أقطارها بالنانوميترات، وهذه **الأنابيب تمتلك خصائص ميكانيكية وفيزيائية وكيميائية متميزة .**

***عام 1992م:*** كتب الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة"بالذرات اصغر خط في التاريخ (حرفP وبجانبه قلب)رمزا لحب فلسطين،وانتشرت في كبرى المجلات العلمية ووكالات الأنباء العالمية.والفائدة من الكتابة والرسم بالذرات أنه استطاع التحكم **بتحريك الذرات بدقة وإعادة ترتيبها كما يشاء بالإضافة الى تصويرها مكبرة**،واستخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح.



أصغر رسم الصورة(2)

***عام 1996 م :*** اكتشف العالم ريتشارد سمالي مع عالمين آخرين هما هارولد كروتو وروبرت كيرل **"الفوليرينات"**، و احد صورها عبارة عن تراكيب نانوية تتكون من 60 ذرة كربون تتجمع على شكل شبيه بكرة القدم.

 تمثيل الكربون 60 "فوليرين"الصورة (2)

***3-طرق الوصول الى الحجم النانوي***

في البداية يجب التأكيد أنه عند تصنيع مواد النانو فإن الحجم الصغير ليس هو الهدف النهائي **فهناك خصائص ومظاهر أخرى قد تهم مصنعي المواد النانوية هي** **:**

***1\_***حجم الجسيمات أو المواد النانوية :رغم أن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم،إلا أنه عندما تصل الى مقياس النانومتر فإن هذا المفهوم يتغير

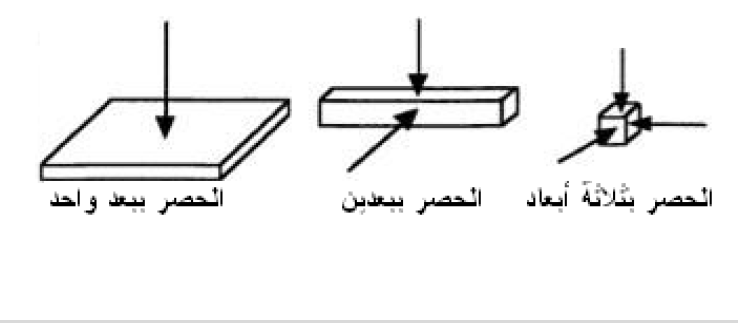
**مثال** السيليكون بالحجم الطبيعي لا يشع (مادة معتمة)أما عندما يكون بحجم 1 نانومتر يشع بالازرق أو 3 نانومتر يشع بالأحمر .س

***2\_*** شكلها : يجب أن تكون المادة المنتجة ذات شكل محدد فإن خصائص الجسيم النانوي تعتمد على الشكل الذي قد يكون كروياً أو انبوبياً أو سداسياً أو غيرها من الأشكال،وبخلاف الأجسام عند المقاييس الأكبر من مقياس النانومتر،فإن خصائصها لا تختلف مثل مكعب خشب أو لوح خشب .

***3\_***درجة التكتل (التجمع): حيث تختلف خواص المادة النانوية أيضا تبعا لتباعد الذرات والجزيئات المكونة لها او تكتلها .

***4\_***تركيبها : يعني أن يكون التركيب الكيميائي لمادة النانو المنتجة متجانسا كما يقصد بها نوع الذرات والجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها

***5\_*** الحصر الكمي : تختلف صفات المادة باختلاف انحصارها الكمي فبعض المواد تكون ذراتها محصورة في بعدين فتكون حركة الالكترونات في اتجاه واحد كحركة الماء في الأنابيب و بعض المواد تكون الذرات فيها محصورة في بعد واحد فتكون حركة الإلكترونات في اتجاهين مثل البئر الكمي .



تبسيط الحصر بثلاثة أبعاد الصورة (3)

طرائق الوصول الى الحجم النانوي:

هناك أسلوبان مختلفان ومتعاكسان لتحضير مختلف التراكيب والجسيمات النانوية، ويندرج تحت كل من هذين الأسلوبين أقسام أخرى. ومن الجدير بالذكر أن الأنواع المختلفة من التراكيب النانوية يمكن تحضيرها من مواد مختلفة فلزية أو شبه موصلة أو عضوية أو لا عضوية. إن لكل أسلوب من هذين الأسلوبين محاسنه ومساوؤه. بالرغم من وجود صفات وخواص معينة للمادة عند الحجم النانوي، إلا أن اختلاف أساليب وطرائق التصنيع يمكن أن تؤدي إلى ظهور صفات فيزيائية وميكانيكية وكيميائية مختلفة. كما أن التراكيب النانوية يتم فحصها بأجهزة معينة تمتاز بالدقة والكفاءة العاليتين لتحاكي الحجم الصغير للتراكيب النانوية.

**-1-أسلوب أعلى \_أسفل:**

في هذا الأسلوب تستخدم مادة كبيرة الحجم ومن ثم تخضع لإحدى التقنيات لغرض تصغيرها وصولاً إلى الحجم النانوي. ويؤخذ على هذه الأسلوب أن التراكيب النانوية المحضرة تكون غير متجانسة أو منتظمة بصورة عامة. كما أن التراكيب النانوية المحضرة بهذا الأسلوب يمكن أن تحتوي على شوائب وعيوب بلورية في هيئاتها وسطوحها كما في الأسلاك النانوية، كما يمكن أن تحصل هنالك عيوب أخرى خلال عملية التصنيع ذاتها، وهذه العيوب يمكن أن تؤثر على الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للتركيب النانو و لكن الطرق المنطوية تحت هذا الأسلوب بصورة عامة تمتاز برخص ثمنها ومنها ما يمكن إجرائه بدون استخدام الغرف النظيفة، والتراكيب النانوية ما زالت تحضر بهذا الأسلوب وتطبيقاتها واسعة ومتعددة.

ولهذه الطريقة أمثلة متعددة**.........**

**الطحن** هي طريقة ميكانيكية تنتج مسحوق نانوي (بودرة) بحجم من 3 الى 25 نانومتر حيث يستخدم وعاء اسطواني الشكل مثبت عند قاعدته على ماطور كهربائي له القدرة على الدوران بسرعة عالية، ثم توضع المادة المراد طحنها وتحويلها إلى أحجام نانوية داخل الوعاء مع كرات من مادة عالية الصلابة كالفولاذ لتساعد على طحن المادة المطلوبة أثناء الدوران، فعند دوران الماطور ستصطدم الكرات الفولاذية بالمادة المطلوب طحنها وتسحقها وبعد فترة زمنية طويلة نسبيا وتقدر بالساعات )يعتمد ذلك على طبيعة المادة التي يراد طحنها والماطور وسرعته والأدوات الأخرى المستخدمة في الطحن( يمكن طحن وسحق المادة إلى أبعاد اقل من 100 نانوميتر، بعد ذلك يتم تجميع المادة وبعد عدة مراحل يمكن الحصول على جسيمات منتظمة ومتجانسة الشكل، مثل جسيمات الذهب أو جسيمات الفضة النانوية**.**

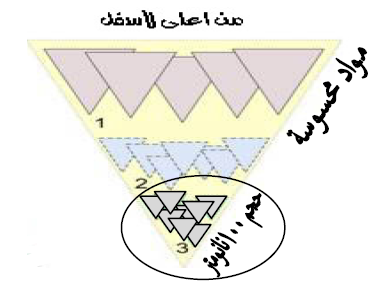
**طريقة الحفر** يكون الحفر إما كيميائياً أو إلكتروكيميائياً

تتم الطريقة الكيميائية بوضع شرائح رقيقة من المادة في مواد كيميائية تقوم بحك الشرائح فتخرج جسيمات نانوية من الشرائح على سطحها ثم توضع في محلول مثل الميثانول وتدخل في جهاز الموجات فوق الصوتية فتسقط الجسيمات النانوية من سطح الشرائح وتتعلق في المحلول .

أما الطريقة الإلكتروكيميائية فتتم بوضع شريحة المادة في القطب الموجب وشريحة بولي كاربونات في القطب السالب ، ويمر التيار الكهربائي وهي داخل حمام كيميائي يساعد على الحك فتخرج الجسيمات النانوية .استخدم هذه الطريقة البريفسور منير نايفة لصنع النانو سيلكون.

**طريقة النقل** توضع المادة تحت ضغط منخفض جدا مفرغ من الهواء وبقاعدة باردة معرضة لمجال مغناطيسي ، وتؤدي هذه العوامل إلى نزع جسيمات نانوية من المادة ، وتترسب في القاعدة لتكون فيلما رقيقا،ويستخدم غاز يكسو الجسيمات النانوية ليمنعها من التكتل والتجمع مع بعضها.

وطرائق أخرى مثل : الاستئصال الليزري ، تكثيف الغازات الخاملة



صورة (4)تمثل طريقة من أعلى لأسفل

**-2-أسلوب أسفل\_اعلى**

في هذا الأسلوب يتم تجميع ذرات المادة ذرة تلو أخرى أو جزيئة تلو أخرى لحين الوصول إلى الحجم النانوي المطلوب فالتركيب النانوي. أي البدء بما هو اصغر من النانو إلى حين الوصول إلى الحجم الأكبر الذي يمثل الحجم النانوي في هذه الحالة.

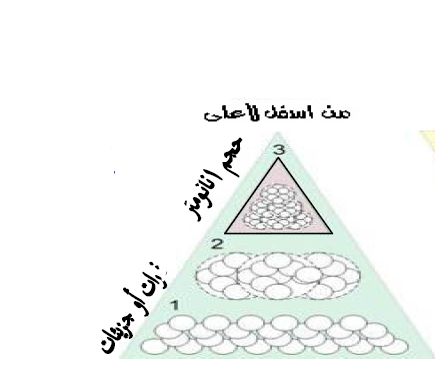
وتمتاز التراكيب النانوية المحضرة بهذا الأسلوب بكونها تحتوي على عيوب بلورية اقل وأكثر تجانسا من الناحية الكيميائية من الأسلوب السابق، لكن يمكن أن يؤدي إلى إجهاد داخلي في التركيب النانوي إضافةً إلى بعض العيوب بالسطح فضلا عن التلوث إذ أن بعض طرائق هذا الأسلوب سامة، وتحضير التراكيب والجسيمات النانوية بهذا الأسلوب أغلى تكلفة من الأسلوب السابق بصورة عامة.

**خطوات بناء المادة بترتيب جزيئاتها...........**

**الخطوة الأولى \التزاوج الانتقائي:**يجب أن يكون لكل جزيء جزيء آخر يتراكب معه،فإذا كان الجزيء الأول مقعراً يجب أن يقابله جزيء محدب.

**الخطوة الثانية\الإمساك بالجزيئات:**يجب إمساك الجزيء في الاتجاه والزاوية الصحيحة حتى لا يتم تركيبه بزاوية خاطئة وإنتاج مركبات مختلفة غير مرغوب بها.

**الخطوة الثالثة\وسيلة الإمساك:**يجب إيجاد ذراع بمقياس النانومتر طوله 100 نانومتر وعرضه 30 نانومتر تقريبا حتى يصبح بالإمكان بناء المادة بترتيب جزيئاتها.



الصورة(5)تمثل طريقة من اسفل لأعلى

**أجهزة فحص وتوصيف التراكيب النانوية** هناك أجهزة متنوعة لفحص وتوصيف التراكيب النانوية على اختلاف أنواعها وهئاتها، وهذه النوعية من الأجهزة تكون ذات دقة وكفاءة عاليتين وتحتاج إلى كادر متمرس على استخدامها وتكون هذه الأجهزة عادة مرتبطة بحواسيب و ت دار ببرامج خاصة، إضافة إلى كونها باهظة الثمن.

و تستطيع هذه الأجهزة أن تعطي معلومات واسعة عن التراكيب النانوية )تسمى عينة عند وضعها تحت الفحص في جهاز معين( من حيث الهيئة والتركيب الداخلي والالكتروني وغيرهم، والعينات بالعادة تكون على هيئة صلب كشريحة أو باودر أوبالحالة السائلة، كما إن بعض الأجهزة تحتاج إلى تحضير العينة بشكل معين لغرض فحصها و البعض الآخر لا يحتاج إلى مثل هذا التحضير،

واهم هذه الأجهزة هي:

ميكروسكوب القوة الذرية AFM

المجهر الالكتروني الماسح SEM

المجهر الالكتروني النافذ TEM

المجهر الماسح النفقي STM

حيود وتحليل الأشعة السينية XRD

**4-تغير خواص الجسيمات النانوية**

الخصائص الفيزيائية : لبعض الجسيمات النانوية صلابة عالية مع قلة وزنها الخصائص الكيميائية : إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فإن تفاعلها يزداد .

الخصائص الكهربائية : يمكن التحكم بالطاقة الكامنة للأيون بالتحكم بحجم الجسيم النانوي وطبيعته الكيميائية .

الخصائص الحرارية : كلما قل حجم الجسيم النانوي قلت درجة حرارة إذابته.

الخصائص المغناطيسية :كلما صغر حجم الجسيمات النانوية زادت مغناطيستها.

الخصائص الضوئية : إذا كان حجم الجسيم النانوي أقل من الطول الموجي الحرج للضوء فإن الجسيم يصبح شفافا!!!

**5-بعض استخدامات النانو الحالية والحديثة ...**

**ميكانيكية :** تخفيف وزن المراوح وزيادة قوتها فتزداد الطاقة الناتجة من الرياح..

**في الأجهزة المنزلية**

ثلاجات : بالرغم من أن الحرارة المنخفضة في الثلاجات تقلل تكاثر البكتيريا إلا أنها لا تمنعهالذا قامت شركة سامسونج للالكترونيات بتبطين الثلاجات بطبقة مجهرية من محلول نانو الفضة،لمنع البكتيريا من القيام بعملية التمثيل الضوئي والتنفس وبالتالي موتها . مما جعل هذه الثلاجات تحافظ على الطعام صالحا لفترة أطول .

غسالات : قامت شركة سامسونج للالكترونيات بتجهيز غسالات بنظام التنظيف بالفضة ، الذي يعتمد على التحليل الكهربائي لجزيئات الفضة ،فتقوم بتعقيم الملابس وحمايتها من البكتيريا والفطريات بنسبة 99,9% لمدة 30 يوما .

منقيات مياه (فلترات):يتميز فلتر الاستحمام AQ-1000 باحتوائه على ثلاث طبقات هي : نانو الكربون والفضة والنحاس والزنك،وتقوم هذه الطبقات الوسيطة بترشيح وتنقية المياه من الكلور والبكتيريا والمعادن الثقيلة وباقي الملوثات التي تضر بالشعر والجلد .

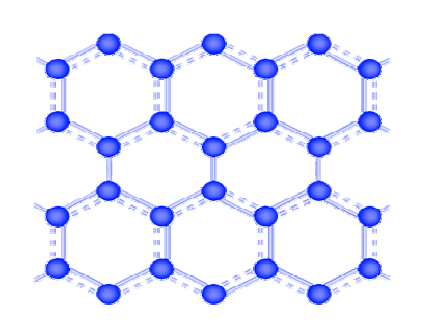
**دراجات هوائية :** تعمل شركتا إيستون الرياضية وزاي فيكس معا لوضع أنابيب الكربون النانوية داخل بعض أجزاء الدراجة مما يقلل من 15% الى 20% من وزنها الحالي ، وهذا له دور إيجابي في سباق الدرجات الهوائية،ولكن لا تزال عملية تصنيعها صعبة .

المشغلات الرقمية : تتنافس عدة شركات مثل ابل و آي بود وغيرها في بيع الأجهزة المشغلة لملفات الفيديو و الصوت ،التي تتميز بخفتها وصلابتها وسعتها الكبيرة ووضوح شاشتها ،وأصبحت متوفرة في الأسواق بتصميمات ومميزات مختلفة ، مثل مكعب موبي بلو اصغر مشغل صوت ومسجل يزن 18 غرام.

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

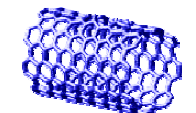
**6-أنابيب الكربون النانوية**

أنابيب الكربون بحجم النانو ، تقنية شديدة التطور ، وهى عبارة عن أسطوانات فارغة في شكل أنابيب بحجم النانومتر وتتكون من مجموعة ضخمة من الهياكل السداسية التي تتكون بدورها من ذرات الكربون . والكربون نانوتيوب ظاهرة فيزيائيية تم رصدها اول مرة عام 1991 في شركة NEC للصناعات الإلكترونية في اليابان بواسطة العالم سوميو ليجيما ،حينما كان يدرس الرماد الناتج عن عملية التفريغ الكهربي بين قطبين من الكربون باستخدام ميكروسكوب إلكتروني عالي الكفاءة ولاحظ ليجيما ان هناك بعض اللمعان او البريق داخل هذا الرماد فاعتقد أن الكربون تحول إلى ماس فقرر فحصة بطريقة جيدة ،استخدم سوميو ليجيما الميكروسكوب الإلكترونى لفحص الرماد ووجد أن جزيئات الكربون فى وضع غير طبيعى حيث أنه من المفترض أن يكون ترتيب جزيئات الكربون كما فى الشكل التالى:

****

**صورة(6)**

ولكن فوجئ ليجيما بشيء آخر وهو أن جزيئات الكربون قد التفت لتتصل ببعضها البعض مكونة ما يشبه الأنبوب

الصورة(7) 

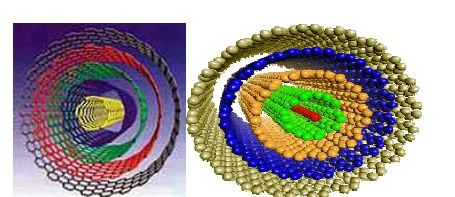
وتم تكرار التجربة عدة مرات وفى كل مرة كان هناك جديد بعد كل فحص وكان مجمل ما توصل إلية سوميو

ليجيما هو أن:

-1 جزيئات الكربون تأخذ ترتيبًا يشبه الأنابيب.

-2 أنابيب الكربون الناتجة غير متساوية فى الحجم.

(Multi-Wall) -3 تنتج أنابيب متعددة الطبقات بمعنى أنها مجموعة من الأنابيب المتداخلة ومختلفة في اللون والخصائص



الصورة (8) مجموعة من الأناببيب النانوية المتداخلة ومختلفة في اللون والخواص

ففي عام 1993 تمكن العالم دونالد بثيون من رصد أنابيب كربون نانوية ذات جدار واحد يبلغ قطر الأنبوب الواحد منها 12 نانومتر ثم انطلق العلماء بعد ذلك في مجال النانوتيوب،حتى استطاع فريق من العلماء الصينيين من رصد أصغر نانوتيوب في العالم الذي يصل قطره إلى 0.5 نانومترفقط، مع العلم أن أقل قطر لأي شيء في العالم نظرياً هو 0.4 نانومتر. و تم رصد هذا الأنبوب الصغير جدابعد ما طور العلماء الصينيون طرق جديدة فى تقنية النانو.



الصورة(9) أنبوب كربوني ذو طبقة واحدة

وعند دراسة الخواص الفيزيائية لأنابيب الكربون النانوية كانت النتائج مبشرة للغاية ؛ فقد وجد أنها أقوى من الحديد بمقدار 100 مرة، وأخف منه في الوزن بمقدار 6 مرات كما أنها من موصلات الحرارة الممتازة، وهي خاملة كيميائيا ،ومهما تعرضت هذه الأنابيب للكبس فإنها تنثني وتلتوي دون أن تكسر،وتعود لشكلها الأصلي فور السماح لها بذلك والأهم من ذلك أن أنابيب الكربون النانوية تعتمد على طريقة ترتيب الذرات فعندما توضع ذرات الكربون بترتيب معين على طول الأنبوب يتصرف الأنبوب النانوي كمادة شبه موصلة ،وإذا وضعت بترتيب آخر مختلف يتصرف الأنبوب كمعدن ناقل أي أنها ذات خواص مزدوجة فهي في بعض الأحيان تتمتع بخواص المعادن،وفي أحيان أخرى تتمتع بخواص أشباه الموصلات التي تستخدم في بناء الترانزيستورات حيث تقوم المعالجات بتخزين المعلومات فيها ،فأشباه الموصلات تمتاز بأنها تنقل التيار الكهربائي عند فولتات معينة ولا تنقله عند الفولتات الأخرى،بالتالي يمكن استخدام الأنابيب النانوية الكربونية كسلك معدني ينقل التيار الكهربائي من مكان لأخر كما يمكن استخدامها كترانزيستور ،عن طريق تطبيق فولت معين،يسري التيار بحرية في الأنبوب النانوي ، ويفتح الترانزيستور بوابته سامحا للتيار بالعبور ، وعند تطبيق فولت مختلف ،يغلق الترانزيستور بوابته ويتوقف مرور التيار..

ومن التطورات المهمة لأنابيب الكربون هي تمكن علماء من جامعة تكساس الامريكية في دالاس من صنع طبقات صناعية من الأنابيب النانوية الكربونية ذات خصائص فريدة من خصائصها :

1\_أنها تعزز نفسها بنفسها وشفافة وأقوى من الفولاذ ومن أقوى المواد البلاستيكية المتينة ، وصنعت بشكل طبقات مرنة ، ويمكن تسخينها كي تشع ضوء.

2\_أن 2.6 كلم مربع من أقل هذه الطبقات سمكاً(0.8 من المليون من السنتيمتر) تزن حوالي 77.11 كلغم

3\_في التجارب المخبرية،أثبتت هذه الطبقات قدرتها للعمل كخلايا شمسية تلتقط أشعة الشمس لإنتاج الكهرباء وقد طور الفريق طريقة أوتماتيكية لإنتاج شريطين بعرض (1.9 سم تقريبا)من الأنابيب النانوية بمعدل (16 متر تقريبا)في الدقيقة.

وسوف تشمل التتطبيقات المقبلة التي ستوظف فيها هذه الطبقات:

-إنتاج عضلات صناعية تحمل شحنات كهربائية اثناء حركتها

-سيارات سباق عالية المتانة

-انتاج دروع جسدية ناعمة واقية من الرصاص والذخائر الباليستية الصغيرة الأخرى

**يتوقع الباحثون** أن القدرة على غزل أنابيب النانو الكربونية إلى خيوط سيجعل صناعة خيوط نانو نقيةممكنة اقتصادياً مشيرين إلى أن تطور الخيوط الكربونية المغزولة يعتمد على فكرة إنقاص أبعاد الألياف والخيوط التقليدية من قياس المايكرو إلى قياس النانو باستخدام التكنولوجيا القديمة للغزل اللولبي .

**>الخاتمة<**

بعد أن تعرفنا على النانو بشكل دقيق نستطيع الجزم بأن النانو سيكون جزء من مستقبل البشرية فهو زاد من فعالية معظم الاجهزة والأدوات التي نستخدمها وقلل من الطاقة اللازمة لحياتنا اليومية بل وساعد على إنتاجها من مصادر متجددة لهذا يجب علينا الخوض في ضمار هذا العالم ومحاولة التفوق فيه لأنه المستقبل وما زالت الفرصة سانحة للارتقاء الى مستوى الدول المتقدمة ومنافستها فيه مما يسمح من رفع مستوانا العلمي والاقتصادي والصناعي وزيادة الصادرات وإلا أصبحت هذه المنتجات عبئا جديدا على ميزاننا التجاري في المستقبل .

**المصادر والمراجع**

1-مدخل الى علم النانو د.عبد الله,رافد , إصدارات إي-كتب ,لندن 2014

2-النانو تكنولوجي نايفة,منير, إصدارات ش.م.ل 2009

3-ما هي تقنية النانو ؟ ,الحبشي,نهى , إصدارات وزارة الثقافة والإعلام في المملكة العربية السعودية,2009

4-أنابيب الكربون النانوية,إعداد د.محمود محمد سليم صالح