1- ما هي تقنية النانو:

1-1 تاريخ تقنية النانو:

استخدام تقنية النانو قديم جداً ويعود إلى الحضارة الإغريقية والحضارة الصينية في صناعة الزجاج ولعل الإناء الإغريقي الشهير "ليكوروجز"- والذي يغير لونه تبعاً لزاوية سقوط الضوء- أحد أقدم التطبيقات لهذه التقنية والذي استخدم في صناعته جسيمات نانو من الذهب تم خلطها بالزجاج.[1]

كما أن السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته يعد أحد أقدم التطبيقات لتقنية النانو حيث نشر فريق برئاسة بيتر باوفلير الباحث في علوم المواد في جامعة درزدن التقنية في ألمانيا بحثاً يشير إلى أن الأنابيب الكربونية النانوية كانت موجودة في تصاميم السيوف الدمشقية .

وقد صنعت السيوف الدمشقية من فولاذ أطلق عليه اسم "الووتز" "wootz" وهو فولاذ يصنع في الهند بطريقة خاصة, وقد درس الباحث الألماني صوراً للسيوف الدمشقية التقطها بالمجهر الإلكتروني وعثر فريقه على تراكيب لأنابيب بأحجام نانوية داخل هذا الفولاذ, تشبه الأنابيب الكربونية النانوية التي يوظفها المصممون في التقيات الحديثة لصنع منتجات متينة تتصف بخفة وزنها.[2]

صورة1

وهذه التطبيقات التي ذكرناها إنما هي تطبيقات قديمة عن النانو وغير مقصودة .... وبالنسبة للأبحاث الحديثة فقد قام الفيزيائي الأمريكي "ريتشارد فاينمان" بإلقاء محاضرة بعنوان" هناك متسع كبير في القاع" عام **1959** أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية وتساءل فيها (ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم في تحريك الذرة الواحدة وإعادة ترتيبها كما يريدون؟؟) كما وصف مجالاً جديداً يتعامل مع الذرات والجزيئات المنفردة لصنع مواد وآلات دقيقة بخصائص مميزة وهذا كان بداية الإعلان عن مجال جديد عرف لاحقاً بتقنية النانو.

وفي عام **1974** أطلق الباحث الياباني "نوريو تاينغوشي" تسمية المصطلح (تقنية النانو– Nano Technology) لأول مرة للتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية .

عام 1976 استحدث الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" طريقة ليزرية تسمى (التأين الرنيني) لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم, ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لأول مرة في التاريخ, وتعمل هذه الطريقة على إثارة الذرات بليزر محدد اللون وتأيينها ثم تحسس الشحنات الصابغة.

وفي عام 1981 اخترع الباحثان السويسريان "جيرد بينغ" و "هنريك روهر" جهاز المجهر النفقي الماسح –Scanning Tunneling Microscope) وقد مكن هذا المجهر العلماء لأول مرة من التعامل المباشر مع الذرات والجزيئات وتصويرها وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية.

صورة2

عام 1986ألف "إريك دريكسلر" (محركات التكوين–Engines of Creation) وذكر فيه المخاطر المتخيلة لتقنية النانو, مثل صنع محركات ومركبات نانوية تستطيع نسخ نفسها ولا يمكن الحد من انتشارها, كما بسط فه الأفكار الأساسية لتقنية النانو منها إمكانية صناعة أي مادة بواسطة رصف مكوناتها الذرية واحدة تلو الأخرى.

عام 1991اكتشف الباحث الياباني "سوميو ليجيما" أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nano Tube) وهي عبارة عن اسطوانات من الكربون قطرها عدة نانو مترات ولها خصائص إلكترونية وميكانيكية متميزة مما يجعلها مهمة لصناعة مواد وآلات نانوية مدهشة.

وأخيراً عام 1992كتب العالم منير نايفة بالذرات أصغر خط في التاريخ (حرف p وبجابه قلب) رمزاً لحب فلسطين وانتشرت في كبرى المجلات العلمية ووكالات الأنباء العالمية.

وقد استخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح والفائدة من هذا الرسم بالذرات أنه استطاع التحكم في الذرات الدقيقة وأعاد ترتيبها كما يشاء.[3]

صورة3

1-2مبادئ تميز تقنية النانو:[3]

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول إلى هذا الحجم النانوي فقد يخطر على بال الإنسان ما الفائدة من هذه التقنية ولماذا نحتاج إلى الوصول لهذا الحجم الدقيق (وهو السؤال الذي طرحه العالم الفيزيائي ريتشارد فاينمان وأجاب عنه العالم الفلسطيني منير نايفة) ونعرض في هذا الجدول أهم هذه المبادئ والفائدة منها:

المبدأ	الميزة
إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها	إمكانية بناء أي مادة في الكون لأن الذرة هي وحدة البناء لكل المواد
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي	اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجالات التطبيقية
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربية والالكترونية	تربط العلوم وتشجع الجميع باختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم
إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب	تصبح خصائص المواد والآلات افضل, فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهلاكاً للطاقة
تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في اختراعات واستخدامات مفيدة	تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي

3-1 خواص المواد النانوية:

يمكن القول أن المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1 نانومتر و 100 نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد أن تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجما (أكبر من 100 نانومتر) .

وتعد هذه المواد هي مواد البناء للقرن الحادي والعشرين وركن مهم من أركان تكنولوجيات هذا القرن. وتتنوع المواد النانوية من حيث المصدر, وتختلف باختلاف نسبها , كأن تكون مواد عضوية أو غير عضوية – طبيعية او مخلّقة (مصنّعة) .

خواص المواد النانوية :

1-الخواص الميكانيكية: ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها, فمثلاً إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية إلى إكسابها المزيد من المتانة وهي صفة لا توجد في مواد السيراميك العادية.

2- درجة الانصهار: تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثلاً درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية, وإذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية.

3- الخواص المغناطيسية: تعتمد قوة المغناطيس اعتماداً كلياً على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس, وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.

4- الخواص الكهربائية: إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجاباً على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي, حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية.[4]

5- الخواص الكيميائية: إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فإن تفاعلها يزداد.[3]

سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية :

1- حجم الجسيمات: إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم, إلا عندما يصل حجمها إلى مقياس النانومتر فإن خصائصها تتغير, مثلاً السليكون بالحجم الطبيعي يعتبر مادة معتمة لا تشع, أما عندما يكون بحجم 1 نانومتر يشع بالأزرق, وعندما يكن بحجم 3 نانومتر يشع باللون الأحمر.

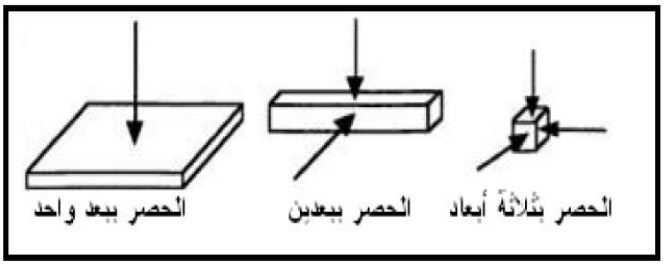
2-شكل الجسيمات: تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كروياً أو أنبوبياً أو سداسياً أو غيرها من الأشكال.

3- تركيب الجسيمات: أي ما نوع الذات أو الجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها.

4- درجة التجمع: بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات أو الذرات فيها متباعدة, والبعض الآخر تكون جزيئاتها أو ذراتها متكتلة ملاصقة لبعضها البعض, واختلاف درجة تجمع الجزيئات من جسيم لآخر يسبب تغير الخصائص.

5- التوزيع: قد يكون توزيع الجزيئات أو الذرات داخل الجسيم منتظماً أو غير منتظم, وقد يكون مستقراً أو غير مستقر, فمثلاً جزيئات السيلكون متوزعة بانتظام في المحلول فيشع المحلول كله, لكن بعد تركها لعدة أيام يصبح توزيعها غير منتظم وتنزل للقاع فلا يعد المحلول يشع بالكامل.

6- الحصر الكمي: فبعض المواد تكون محصورة ببعدين فتكون حركة الإلكترونات باتجاه واحد, وبعد المواد تكون محصورة في بعد واحد فتكون حركة الإلكترونات في اتجاهين. [3]



صورة4

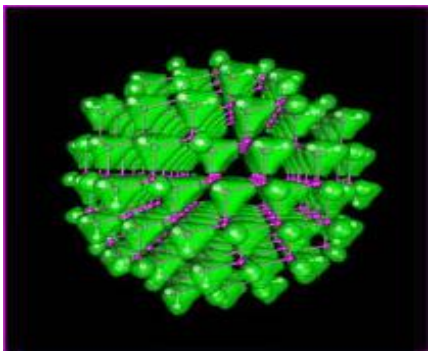
1-4 أشكال المواد النانوية [5]:

تتخذ المواد النانوية أشكالاً عدة , لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها , ولكل منها استخدامات مميزة أيضا , ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى :

1- النقاط الكمية (Quantum Dots):

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح بعدة بين 2 و10 نانومتر, وهذا يقابل 10- 50 ذرة في القطر الواحد, و 100- 100000 ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة.

وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه إذا رصفنا 3 ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض نحصل على طول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان.



صورة5

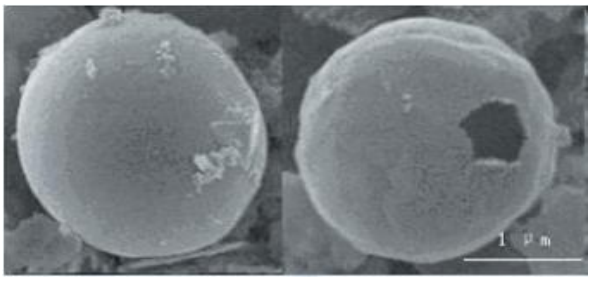
2- الفولورين (Fullerene):

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ورمز لها بالرمز C_{60}, وقد اكتشف عام 1985. إن جزيء الفولورين كروي يشبه كرة القدم المنقطة كما في الشكل أدناه. وهو يحضر منذ اكتشافه وحتى الآن بكميات تجارية, وقد سمي بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري "بكمنستر فولر". وقد نشأ فرع كيمياء جديد يسمى الفولورين حيث عرف أكثر من 9000 مركب فولورين منذ عام 1997 وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ومنها المركبات K_3C_{60} و$RbCs_2C_{60}$ التي ابدت توصيلية فائقة, كما اكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي والكروي.

صورة6

3- الكرات النانوية (Nano balls):

من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادة C_{60}ولكنها تختلف عنها قليلاً بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة, كما أنها خاوية المركز. والكرات النانوية لا يوجد على سطحها فجوات وبسبب أنا تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل), وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى500 نانومتر أو أكثر.



صورة7

4- الجسيمات النانوية (Nanoparticles):

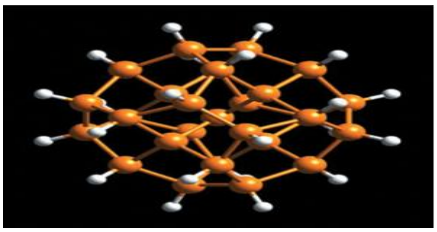
على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام, إلا ان هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان.

ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة, وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره أقل من 100 نانومتر.

عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (Quantum well), اما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Quantum wire), وعندما يكون ب 3 أبعاد تسمى النقط الكمية (Quantum dots). ولا بد

هنا من الإشارة إلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإلكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية.

لقد أمكن حديثاً تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجَنة (مثل الجسيمات النانوية المغلَفة) وكذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبه صلبة. وتعتبر جسيمات النحاس النانوية (أقل من 50 نانومتر) ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق والسحب على عكس جسيمات النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها.

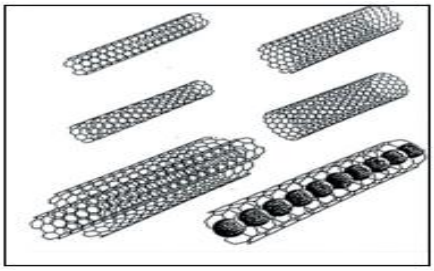


صورة8

5- الأنابيب النانوية (Nanotubes):

هي عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني, وغالباً تكون نهاية الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة. تصنع من مواد عضوية (كربون) أو مواد غير عضوية (أكاسيد الفلزات كأسيد الفناديوم والمنجنيز). تتمتع هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والناقلية الكهربائية, ولكن أكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون.

ويتراوح قطر الأنبوب النانوي بين 1 نانومتر و 100 نانومتر وطولها يبلغ 100 ميكرومتر ليشكل سلك نانوي, للأنابيب النانوية عدة أشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية، أو مخروطية وغير ذلك.



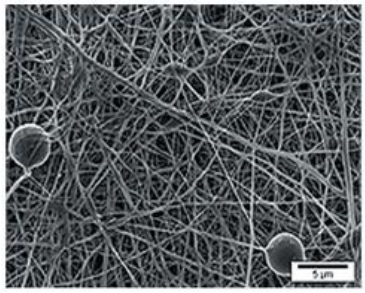
صورة9

6- الألياف النانوية (Nano fibers):

لاقت هذه المواد اهتماماً كبيراً مؤخراً لأهميتها الصناعية. وتتخذ عدة أشكال كالألياف السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح.

تتميز الألياف النانوية بأن مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي, وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها, ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها.

تستخدم هذه الألياف في الطب وزراعة الأعضاء كالمفاصل والتئام الجروح ونقل الأدوية في الجسم, كما تستخدم في المجالات العسكرية كالتقليل من مقاومة الهواء.



صورة10

7-المركبات النانوية (Nanocomposites) :

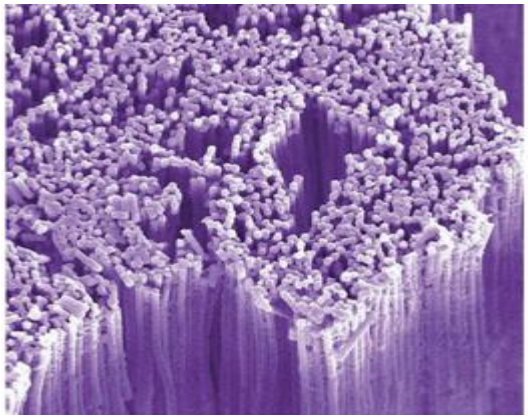
هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تُبدي تحسناً كبيراً في خصائصها. فعلى سبيل المثال، يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربية والحرارية للمادة. وقد يؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي, وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة. يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جداً (في حدود 0.5% إلى 5%) وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلي الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية.

8- الأسلاك النانوية (Nano wires):

هي أسلاك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة, أي نسبة طول إلى عرض تزيد عن 1000 مرة, لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الأسلاك العادية التقليدية, لأن الالكترونات فيها تكون محصورة كمياً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة.

وهذه الأسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة منها الكحت الكيميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية. وتتخذ أشكالاً عديدة متعددة منها حلزونية أو متماثلة خماسية وعند تحضيرها تكون معلقة من الطرف العلوي أو مترسبة على سطح آخر.

للأسلاك النانوية العديد من الاستخدامات المستقبلية كربط مكونات الكترونية داخل دائرة صغيرة وبناء الدوائر الالكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلاً لتصنيع الكمبيوتر الرقمي.



صورة 11