جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

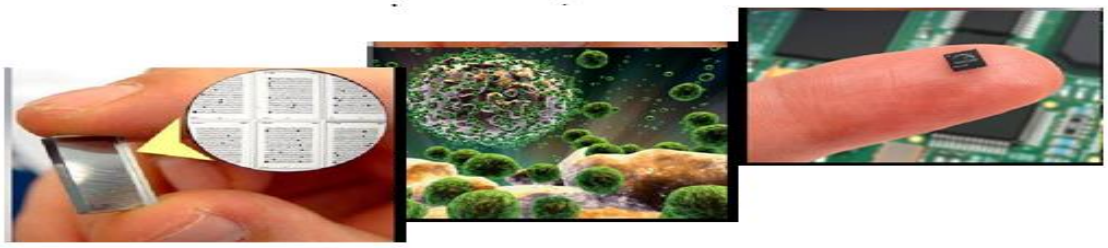
كلية العلوم / قسم الكيمياء

بحث حول

المواد النانونية وتطبيقاته

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم /قسم علوم الكيمياء /جامعة القادسية وهو جزء من متطلبات

نيل درجة البكالوريوس في علوم الكيمياء



مقدم من قبل الطالبة

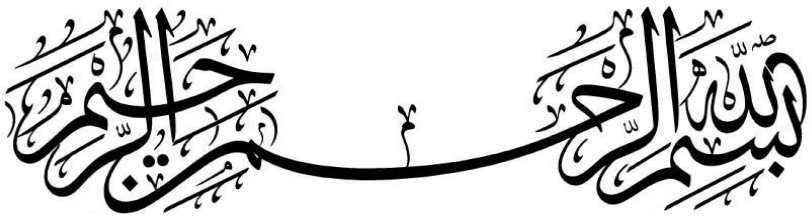
سرى غانم سرحان

بأشرف التدريسي

م.د.حسن محمد لعيبي

1440هـ

2019م



أَمَّنْ هُوَ قَانِتٌ آنَاءَ اللَّيْلِ سَاجِدًا وَقَائِمًا يَحْذَرُ الْآخِرَةَ وَيَرْجُو رَحْمَةَ رَبِّهِ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ

(سورة الزمر: الآية 9)

إهداء

أهدي تخرجي الى النور الذي انار دربي والسراج الذي

لا ينطفئ نوره ابدا والذي بذل جهد السنين

من اجل ان اعتلي سلا لم النجاح والدي العزيز

والى من اخص الله الجنة تحت قدميها وغمرتني

بالحب والحنان واشعرتني بالسعادة والامان

هي حياتي وكل عمري والدتي العزيزة

إلى زوجي الذي يمدني وجوده بالأمان حيث كان خير

سند لي في رحلتي ودفعني لأتجاوز كل الصعوبات

بقلب واسع ودعم قوي.

شكر وتقدير

الحمد لله والصلاة والسلام على خير خلق الله نبينا محمداً عبده ورسوله القائل " لا يشكر الله من لا يشكر الناس".

من منطلق هذا التوجيه النبوي الشريف، أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كلية العلوم جامعة القادسية ممثلة في قسم الكيمياء الذي احتضنتا علمياً حتى نحصل على أعلي درجة من العلم والمعرفة ، ، وقدمت لي كافة المساعدات المعنوية، سهلت لي مهمة إجراءات الحصول على المعلومات لكافة جوانب الدراسة فلها من الباحث جزيل الشكر والعرفان.

وأخص بالذكر والثناء والدعاء والامتنان الى الدكتور: **م.د.حسن محمد لعيبي** المشرف على البحث ، الذي أدين له بإنجازه بعد الله عز وجل، حيث لا يبالغ إذا قال: أنني أجد نفسي عاجز عن إبداء ما يختلج في نفسي من عبارات الشكر والتقدير، التي تفيه حقه ، ولا أستطيع صياغتها أو تسطيرها، وما يكنه قلبي له من تقدير واحترام، فقد كان نعم الأخ والصديق، ونعم الأستاذ الذي يهمه تفوق طلابه، ونعم المشرف الذي كان حرصه يفوق حرصي كباحثه ؛ وقد كان نعم الموجه الدائم الذي يحرص على كل التفاصيل مهما بلغت دقتها، ونعم الأستاذ الأكاديمي الذي يحرص على جودة ودقة البحث العلمي وفق مناهجه وأصوله، والذي كان له الفضل بعد الله في إنجاز وإتمام هذا المشروع العلمي الذي أرجو أن يعم نفعه الجميع، فله مني جزيل الشكر والتقدير، ومن الله تعالى الأجر والمثوبة إن شاء الله.

المحتويات

م	الموضوع	رقم الصفحة
.1	ملخص البحث .	2
.2	أسلوب البحث	3
.3	هدف البحث .	3
.4	مقدمة .	4
.5	مفهوم النانو تكنولوجي	6-5
.6	تاريخ النانو تكنولوجي وتطوره	8-6
.7	ضهور تقنية النانو بوضوح في عصرنا الحالي	9
.8	عالم النانو وتقنية الميكرو	10-9
.9	تصنيع المواد النانوية	10
.10	أشكال المواد النانوية .	17-11
.11	تطبيقات النانو	18
.11.1	تطبيقات النانو في مجال الغذاء.	18
.11.2	تقنية النانو في مجال الزراعة .	20-19
.11.3	تطبيقات النانو في الطب .	25-20
.11.4	تطبيقات النانو في الصناعة .	29-25
.11.5	تطبيقات النانو في المجال العسكري .	31-30
.11.6	تطبيقات على النانو في الألكترونيات .	34-32
.12	تقنيات التقدير النانوي.	42-35
.13	التوصيات .	43
.14	المصادر.	44-47

1.ملخص البحث

تقنية النانو هي مجال العلوم التطبيقية والتكنولوجيا تغطي مجموعة واسعة من المواضيع. الموضوع الرئيسي ذلك كله هو السيطرة على أي أمر في حجم أصغر من الميكروميتر، كذلك تصنيع الأجهزة نفسها . وهو ميدان متعدد الاختصاصات العالية، مستفيدا من المجالات مثل علم صمغي الجهاز مدد الفيزياء والكيمياء. هناك الكثير من التكهنات حول ما جديد العلم والتكنولوجيا وما قد تنتج من الخطوط البحثية. فالبعض يرى النانو تسويقاً لمصطلح موجود من قبل يصف خطوط البحوث التطبيقية الواسعة لكل ما يتعلق بحجم ميكرون. ورغم بساطة ما لهذا التعريف إلا أن النانو تضم مختلف مجالات الحياة ويتخلل النانو مجالات عديدة، بما فيها العلوم والكيمياء والبيولوجيا والفيزياء التطبيقية لذا فانه يمكن أن يعتبر امتدادا لكل العلوم القائمة، ويقدر عادة بإعادة صياغة العلوم القائمة باستخدام أحدث وأكثر الوسائل عصرية. فهناك نهجين رئيسيين تستخدم تكنولوجيا النانو : الأول من "القاعدة إلى القمة " التي هي مواد وأدوات البناء من الجزيئات التي تجمع بينها عناصر كيميائية تستخدم مبادئ الاعتراف الجزيئي ؛ الآخر "من القمة إلى القاعدة" التي تهدف إلى تحقيق مبنى أكبر من الكيانات دون المستوى الذري.

وزخم النانو نابع من اهتمام جديد بالعلوم وإضافة جيل جديد من الأدوات التحليلية مثل مجهر القوة الذرية، ومسح حفر نفق المجهر (آلية المتابعة. العمليات المشتركة و المكررة مثل شعاع الإلكترون والطباعة الحجرية هاتين الأداتين في التلاعب المتعمد، نانوستروستوريس وهذا بدوره أدى إلى رصد ظواهر جديدة.).

النانو أيضا مظله لوصف التطورات التكنولوجية الناشئة المرتبطة الفرعية والمجهرية الأبعاد. وعلى الرغم من الوعد العظيم للتكنولوجيات المتناهية الدقة مثل حجم النقاط والنانومتريه، فقد حققت الطلبات التي خرجت من المختبر إلى السوق والتي تستخدم أساسا مزايا نانو بارتيكليس في معظم أشكاله مثل مستحضرات التجميل والطلاءات الواقية الملابس والصناعات المختلفة.

2. أسلوب البحث

تم جمع المعلومات حول تكنولوجيا النانو من المصادر المتاحة وكان الاعتماد الأساسي على شبكة الانترنت.

وقد تم اتباع الاسلوب التالى فى اعداد هذا البحث:

1- المحاضرات والمناقشات لخطوات البحث.

2- جمع المعلومات من الكتب والمراجع والمجلات العلمية المختلفة.

3- الدخول إلى المكتبات الالكترونية والمجلات العلمية المتخصصة فى المجال عبر شبكة الانترنت.

4- استخدام المواقع التعليمية الالكترونية للبحث عن المعلومات فى موضوع البحث.

هذا بالاضافة إلى جلسات المتابعة الدورية لمتابعة اجزاء البحث والمراجعة من حيث الصياغة والترتيب والطريقة الصحيحة لتسجيل المراجع وغيرها ثم واجراء التعديلات المطلوبة.

3. هدف البحث

التعريف بتقنية النانو وتاريخها العلمى وتطورها ثم استعراض اهم المواد النانوية التى توصل الباحثين لصناعتها و عرض التطبيقات المختلفة لتقنيات النانو في مختلف المجالات والتعرف على انجازات هذه التقنية وتطبيقاتها في الأوساط العلمية المختلفة .

4.مقدمة

أصبحت تقنية النانو في طليعة المجالات الأكثر أهمية وإثارة في الفيزياء، الكيمياء، الأحياء والهندسة ومجالات عديدة أخرى. فقد أعطت أملاً كبيراً لثورات علمية في المستقبل القريب ستغير وجهة التقنية في العديد من التطبيقات. لذا فمن المهم إعطاء فكرة عامة وموجزة لغير المختصين عن هذه التقنية. ويعود الاهتمام الواسع بتقنية النانو إلي الفترة ما بين 1996 إلي 1998م عندما قام مركز تقييم التقنية العالمي الأمريكي (WTEC) بدراسة تقويمية لأبحاث النانو وأهميتها في الإبداع التقني. وخلصت الدراسة إلى نقاط من أهمها أن لتقنية النانو مستقبلاً عظيماً في جميع المجالات الطبية والعسكرية والمعلوماتية والإلكترونية والحاسوبية والبتروكيميائية والزراعية والحيوية وغيرها، وأن تقنية النانو متعددة الخلفيات فهي تعتمد على مبادئ الفيزياء والكيمياء والهندسة الكهربائية والكيميائية وغيرها إضافة لتخصص الأحياء والصيدلة. ولذا فإن الباحثين في مجال ما لابد أن يتواصلوا مع الآخرين في مجالات أخرى من أجل الحصول على خلفية عريضة عن تقنية النانو ومشاركة فعالة في هذا المجال المثير. كما أن المدراء الفنيين وداعمي هذه الأبحاث لابد من أن يَلمُّوا بإيجاز عن عموم هذه المجالات.[1,a]

يعتمد مفهوم تقنية النانو على اعتبار أن الجسيمات التي يقل حجمها عن مائة نانومتر (النانومتر هو جزء من ألف مليون من المتر) تُعطي للمادة التي تدخل في تركيبها خصائص وسلوكيات جديدة. وهذا بسبب أن هذه الجسيمات (والتي هي أصغر من الأطوال المميَزة المصاحبة لبعض الظواهر) تُبدي مفاهيم فيزيائية وكيميائية جديدة مما يقود إلي سلوك جديد يعتمد على حجم الجسيمات. فقد لوحظ، كمثال لذلك، أن التركيب الإلكتروني، التوصيلية، التفاعلية، درجة الانصهار والخصائص الميكانيكية للمادة تتغير كلها عندما يقل حجم الجسيمات عن قيمة حرجة من الحجم، حيث كلما اقترب حجم المادة من الأبعاد الذرية كلما خضعت المادة لقوانين ميكانيكا الكم بدلاً من قوانين الفيزياء التقليدية. إن اعتماد سلوك المادة على حجمها يمكننا من التحكم بهندسة خواصها، وبناءً عليه فقد استنتج الباحثون أن لهذا المفهوم آثاراً تقنية عظيمة تشمل مجالات تقنية واسعة ومتنوعة تشمل إنتاج مواد خفيفة وقوية، اختزال زمن توصيل الدواء النانوي إلي الجهاز الدوري البشري، زيادة حجم استيعاب الأشرطة المغناطيسية وصناعة مفاتيح حاسوب سريعة .[1,b]

5.مفهوم النانو تكنولوجي :

مفهوم النانو :

أن مفهوم النانو يعني مصطلح النانو وهو الجزء من المليار من المتر ؛ فالنانومتر هو واحد على المليار من المتر و لكي 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 عشر ذرات من الهيدروجين فإن طولها يبلغ نانو مترا واحدا فيا له من شيء دقيق للغاية.

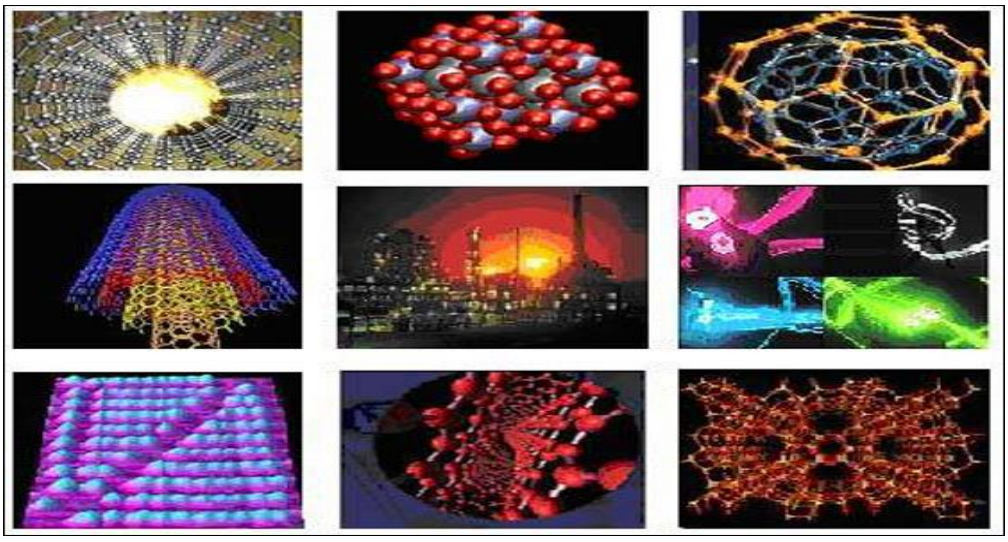
و قد يكون من المفيد أن نذكر التعاريف التالية:

مقياس النانو : يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومترا واحدا إلى غاية الـ100 نانو متر

علم النانو : هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها الـ100 نانو متر.

تقنية النانو : هو تطبيق لهذه العلوم وهندستها لإنتاج مخترعات مفيدة

ويعرف النانوتكنولوجي كما يذكر الزهراني (2009م) النانوتكنولوجي Nano technology هو التقنيات المصنوعة بأصغر وحدة قياس للبعد استطاع الإنسان قياسها حتى الآن (النانو متر)، أي التعامل مع أجسام ومعدات وآلات دقيقة جداً ذات أبعاد نانويه، (١ متر= 1000.000.000 نانومتر . فالنانو هو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن، ويبلغ طوله واحد من بليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنغستروم، و حجم النانو أصغر بحوالي 80.000 مرة من قطر الشعرة، وكلمة النانو تكنولوجي تستخدم أيضاً بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أوتكنولوجيا المنمنمات .[1]



شكل (1) مواد نانوية مختلفة

أن كلمة النانو مشتقة من الكلمة الأغريقية (Dwarf) والتي تعنى جزء من البليون من الكل، ويعرف النانومتر بأنه جزء من البليون من المتر، وجزء من الألف من الميكرومتر،وتتمثل تقنية النانو في توظيف التركيبات النانونية في أجهزة وأدوات ذات أبعاد نانوية، ومن المهم معرفة أن مقياس النانو صغير جداً جداً بحيث لا يمكن بناء أشياء أصغر منه.

أن فكرة استخدام تقنية النانو تتلخص في إعادة ترتيب الذرات التي تتكون منها المواد في وضعها الصحيح، وكلما تغير الترتيب الذري للمادة كلما تغير الناتج منها إلى حد كبير. وبمعنى آخر فإنه يتم تصنيع المنتجات المصنعة من الذرات، وتعتمد خصائص هذه المنتجات على كيفية ترتيب هذه الذرات، فإذا قمنا بإعادة ترتيب الذرات في الفحم يمكننا الحصول على الماس، أما إذا قمنا بإعادة ترتيب الذرات في الرمل وأضفنا بعض العناصر القليلة يمكننا تصنيع رقائق الكمبيوتر. وإذا قمنا بإعادة ترتيب الذرات في الطين والماء والهواء يمكننا الحصول على البطاطا.. وما يعكف عليه العلم الآن أن يغير طريقة الترتيب بناء على النانو، من مادة إلى أخرى، وبحل هذا اللغز فإن ما كان يحلم به العلماء قبل قرون بتحويل المعادن الرخيصة إلى ذهب سيكون ممكنا، لكن الواقع أن الذهب سيفقد قيمته في هذه الحالة !! . [2]

6.تاريخ النانو تكنولوجي وتطوره

انه لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لبروز تقنية النانو ولكن من الواضح أن من أوائل الناس الذين استخدموا هذه التقنية (بدون أن يدركوا ماهيتها) هم صانعي الزجاج في العصور الوسطى حيث كانوا يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين. وفي العصر الحديث ظهرت بحوث ودراسات عديدة حول مفهوم تقنية النانو وتصنيع موادها وتوظيفها في تطبيقات متفرقة وسنعرض هنا لبعض الأحداث المثيرة التي صنعت مسيرة هذه التقنية وجعلتها تقنية المستقبل. ففي عام 1959 تحدث العالم الفيزيائي المشهور ريتشارد فيمان إلى الجمعية الفيزيائية الأمريكية في محاضرته الشهيرة بعنوان (هناك مساحة واسعة في الأسفل) قائلاً بأن المادة عند مستويات النانو (قبل استخدام هذا الاسم) بعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس، كما أشار إلى إمكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزئيات بشكل مستقل والوصول إلى الحجم المطلوب، وعند هذه المستويات تتغير كثير من المفاهيم الفيزيائية فمثلاً تصبح الجاذبية أقل أهمية وبالمقابل تزداد أهمية التوتر السطحي وقوة تجاذب فاندر فالز،وقد توقع أن يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو جوراً جذرياً في تغيير الحياة الإنسانية.وقبل هذه المحاضرة، وبالرغم من وجود أبحاث قليلة على مواد بمستوي النانو وإن كانت لم تسمى بهذا الاسم، فقد تمكن أهلير من تسجيل مشاهداته للسيلكون الأسفنجي (Porous silicon) عام 1956، وبعد ذلك بعدة سنوات تم الحصول على أشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة عام 1990 حيث زاد الاهتمام بها بعدئذ. [3]

كما أمكن في الستينات تطوير سوائل مغناطيسية (Ferro fluids) حيث تصنع هذه السوائل من حبيبات أو جسيمات مغناطيسية بأبعاد نانوية، كما اشتملت الاهتمامات البحثية في الستينات على ما يعرف بالرنين البارامغناطيسي الإلكتروني (EPR) لإلكترونات التوصيل في جسيمات بأبعاد نانوية تسمى آنذاك بالعوالق أو الغروانيات (Colloids) حيث تنتج هذه الجسيمات بالفصل أو التحلل الحراري (heat de-composition). وفي عام 1969 اقترح ليو ايساكي تصنيع تركيبات شبه موصلة بأحجام النانو، وكذلك تصنيع شبيكات شبه موصلة مفرطة الصغر، وقد أمكن في السبعينات التنبؤ بالخصائص التركيبية للفلزات النانوية كوجود أعداد سحرية عن طريق دراسات طيف الكتلة (mass spectroscopy) حيث تعتمد الخصائص على أبعاد العينة غير المتبلورة.كما أمكن تصنيع أول بئر كمي (quantum well) في بعدين في نفس الفترة بسماكة ذرية أحادية تلاها بعد ذلك تصنيع النقاط الكمية (quantum dots) ببعد صفري والتي نضجت مع تطبيقاتها هذه الأيام.

وقد ظهر مسمى تقنية النانو عام 1979 عبر تعريف البروفيسور نوريو تانيقوشي في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة حيث قال (أن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل، اندماج، وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء)، وفي نفس الفترة ظهرت مفاهيم علمية عديدة تداولتها الأوساط العلمية حول التحريك اليدوي لذرات بعض الفلزات عند مستوي النانو، ومفهوم النقاط الكمية، وإمكانية وجود أوعية صغيرة جداً تستطيع تقييد إلكترون أو أكثر. ومع اختراع الميكروسكوب النفقي الماسح (Scanning Tunneling Micropscpe STM بواسطة العالمان جيرد بينج وهينريك روهر عام 1981، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو، زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد. وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1986 بسبب هذا الاختراع.وبعد ذلك بعدة سنوات نجح العالم الفيزيائي دون ايجلر في معامل IBM في تحريك الذرات باستخدام جهاز الميكروسكوب النفقي الماسح، مما فتح مجالاً جديداً لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها، وفي نفس الوقت تم اكتشاف الفلورينات بواسطة هارولد كرونو،ريتشارد سمالي وروبرت كيرل، وهي عبارة عن جزيئات تتكون من 60 ذرة كربون تتجمع على شكل كرة قدم (وقد حصلوا على جائزة نوبل في الكيمياء 1996). وفي عام 1995 تمكن العالم الكيميائي منجي باوندي من تحضير حبيبات من شبه الموصلات الكادميوم / الكبريت (أو السلينيوم) أصغرها ذات قطر 3 – 4 نانومتر. أما طرق تحضير العينات النانوية غير المتبلورة والمعتمدة على تقنيات الليزر، البلازما أو الحفر بشعاع الكتروني وغيرها فقد وجدت منذ منتصف الثمانينيات. كما أن المفهوم الفيزيائي للتقييد الكمي الإلكتروني (quantum confinement) قد بدأ في أوائل الثمانينات أيضاً. [4]

وقد سجلت أول قياسات على تكميم التوصيلية في نهاية الثمانينيات وأمكن تصنيع أول ترانزيستور وحيد الإلكترون (single electron transistor). وفي عام 1991 تمكن البروفيسور سوميو ليجيما من جامعة ميجي من اكتشاف أنابيب الكربون النانوية، وهي عبارة عن أنابيب أسطوانية مجوفة قطرها بضعة نانومتر ومصنوعة من شرائح الجرافيت. وبعد ذلك تم اكتشاف ترانزستور أنابيب الكربون النانوية عام 1998، حيث يصنع على صورتين أحداها معدنية والأخرى شبه – موصلة، ويستخدم هذا الترانزستور في جعل الإلكترونات تتردد جيئة وذهاباً عبر إلكترودين. وتكمن أهمية هذا الترانزستور ليس فقط في حجمه النانوي ولكن أيضاً بانخفاض استهلاكه للطاقة وانخفاض الحرارة المنبعثة منه. وفي عام 2000 تمكن العالم الفيزيائي المسلم منير نايفه من اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر 1 نانو وتتكون من 29 ذرة سليكون سطحها على شكل الفولورينات الكربونية إلا أن داخلها غير فارغ وإنما تتوسطها ذرة واحدة منفردة ،هذه الحبيبات عند تعريضها لضوء فوق بنفسجي فإنها تعطي ألوانا مختلفة حسب قطرها تتراوح بين الأزرق والأخضر والأحمر،أما التجمع الذاتي (self-assembly) للجزيئات، أو ربطها تلقائياً مع سطوح فلزية فقد أصبحت في الوقت الحاضر ممكنة لتكوين صف من الجزئيات على سطح ما كالذهب وغيره. إن من وجهة النظر الفيزيائية الالكترونية يعتبر النانوتكنولوجي الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الإلكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية على أساس أنها مرت بعدة أجيال شكلت أسباب الورود الحقيقي للنانو الذي عبر عن المرحلة الراهنة لها :

*الجيل الأول ويتمثل في استخدام المصباح الإلكتروني (Lamp) بما فيه التلفزيون.

*الجيل الثاني ويتمثل في اكتشاف الترانزيستور، وانتشار تطبيقاته الواسعة.

*الجيل الثالث من الإلكترونيات ويتمثل في استخدام الدارات التكاملية (IC، Integrate Circuit) وهي عبارة عن قطعة صغيرة جداً شكلت ما تشكله تقنيات النانو في وقتنا الحالي من قفزة هامة في تطور وتقليل حجم الدارات الالكترونية فقد قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة بل رفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها.

*الجيل الرابع ويتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة(Microprocessor)، الذي أحدث ثورة هائلة في مجال الإلكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية (Personal Computer) والرقائق الكومبيترية السيليكونية التي أحدثت تقدماً في العديد من المجالات العلمية والصناعية.

*الجيل الخامس ويتمثل فيما صار يعرف باسم النانوتكنولوجي nano technology

وهو الجيل الحالي . [5]

7. ظهور مفهوم تقنية النانو بوضوح فى عصرنا الحالي

كان أول من أثار هذا التساؤل عالم الفيزياء ريتشاد فينمان (Richard Feynman) والذي أعلن عن ظهور تكنولوجيا حديثة في مهدها الأول في ذلك الوقت سميت بالنانو تكنولوجى وذلك منذ قرابة 4 عقود، ثم قام إريك دريكسلر (Eric Drexler) عام 1975 بصياغة مفهوم للنانو تكنولوجى، وبالرغم من التأخر في هذه التقنية مقارنة بالتقدم الهائل في علوم الكمبيوتر وغيرها من تكنولوجيا الاتصالات، إلا أن هذه التقنية عاودت الظهور بكثافة عالية مؤخراً منذ عام 1990م وهى البداية الحقيقية لعصر تكنولوجيا النانو . [6]

وقد وضع عالم الرياضيات الأميركي أريك دريكسلر، المؤسّس الفعلي لهذا العلم، كتاباً اسمه «محرّكات التكوين»، بسّط فيه الأفكار الأساسية لعلم «نانو تكنولوجي». وعرض فيه أيضاً المخاطر الكبرى المرافقة له. تتمثّل الفكرة الأساس في الكتاب بأن الكون كلّه مكوّن من ذرّات وجزيئيات، وأن لا بد من نشوء تكنولوجيا للسيطرة على هذه المكوّنات الأساس. وإذا عرفنا تركيب المواد، يمكن صناعة أي مادة، أو أي شيء، بواسطة وصف «مكوّناتها الذرية» ورصّها الواحدة إلى جانب الأخرى. إن في كل صناعة «نانو تكنولوجي»، هناك ضرورة للسيطرة على الذرة الواحدة والجزيء الواحد، وذلك من خلال الراصف الذي هو عبارة عن إنسان آلي متناهي الصغر، لا يُرى بالعين المجرّدة، ولا يزيد حجمه عن حجم الفيروس أو البكتيريا. ويملك الراصف «أيدياً» تمكّنه من الإمساك بالذرة أو الجزيء، مما يعطيه القدرة على تفكيك أي مادة إلى مكوّناتها الذرية الأصغر. ومثل كل روبوت، فإنه مزوّد بعقل إلكتروني أي كمبيوتر يدير كل أعماله. ويتحكّم البشر بالرواصف عبر تحكّمهم بالكمبيوترات التي تدير الرواصف وبرامجها. ويمكن تخيّل راصف طبّي بحجم ال؟يروس مبرمجاً لملاحقة البكتيريا التي تسبّب أمراضاً في الإنسان. ويمكن حقن مجموعة من تلك الرواصف، في دم مريض مهدّد بالتهاب عجز الطب عن علاجه، حيث تلاحق البكتيريا وتمزّقها . [7]

8. عالم النانو وتقنية الميكرو

قبل ظهور النانو كانت تقنية الميكرو هي المستخدمة في الأنظمة التقنية، مثل الشرائح الإلكترونية، حيث تتراوح أحجامها في المدى من الميكرومتر إلى الميليمتر، والميكرومتر هو مقياس طولي يساوي جزء من المليون من المتر أو يقابل 10/1 من حجم قطرة من الرذاذ او الضباب، ويستخدم الميكرومتر لقياس الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء.

ومن الأنظمة الميكروية المعروفة هي الأنظمة الكهروميكانيكية الميكروية MEMS Microelectro mechanical systems)) ويتم تصنيع هذه الأنظمة بواسطة تقنيات مختلفة، مثل تصنيع شرائح السيلكون المستخدمة في الإلكترونيات، الكحت الرطب والجاف، وآلات التفريغ الكهربي. [8]

وقد استخدمت الأجهزة الميكروية في عدد كبير من الصناعات مثل طابعات الحبر النفاثة، ومجسات الضغط لقياس ضغط الهواء في إطارات السيارات وقياس ضغط الدم، القافلات الضوئية المستخدمة في الاتصالات وإرسال المعلومات. ومن المواد المستخدمة في تصنع الأجهزة الميكروية هي مادة السيلكون حيث تعتبر العصب الرئيس لصناعة الدوائر الإلكترونية المتكاملة، وهذه المادة تعطي عمرا طويلاً للأجهزة وتعمل لمدة تتجاوز البليون والترليون دوره بدون عطب. ويمكن كذلك استخدام البوليمرات لتصنيع الأجهزة الميكروية حيث مكن تصنيعها بإحجام كبيرة وذات خصائص مختلفة. وأخيراً تستخدم الفلزات في تصنيع الأجهزة المكروية حيث تعطي درجة عالية من الاعتمادية ومن الأمثلة على الفلزات المستخدمة الذهب، النيكل، الألمونيوم، الكروميوم، والفضة. واليوم تأتي تقنية النانو لتحل بديلاً عن الميكرو حيث يمكن تصنيع الأجهزة الكهروميكانيكية والإلكترونية النانوية، وتقليل حجم جميع تلك الأجهزة المستخدمة بمقدار ألف مرة عن حجم أجهزة الميكرو مما يؤدي إلى تغيير خصائص تلك الأجهزة إلى الأفضل. [9]

9.تصنيع المواد النانوية

عند تصنيع المواد بحجم النانو فإن التركيب الفيزيائي والتركيز الكيميائي للمواد الخام المستخدمة في التصنيع تلعب دوراً مهماً في خصائص المادة النانوية الناتجة، وهذا خلافاً لما يحدث عند تصنيع المواد العادية. تتركب المواد عادة من مجموعة من الحبيبات والتي تحتوي على عدد من الذرات وقد تكون هذه الحبيبات مرئية أو غير مرئية للعين المجردة بناء على حجمها، ويمكن ملاحظتها بواسطة الميكروسكوب. ففي هذه المواد يتفاوت حجم الحبيبات يكون من مئات الميكرومترات إلى سنتيمترات، أما في المواد النانوية فإن حجم الحبيبات يكون في حدود 1-100 نانومتر. هناك طريقتان لتصنيع حجم نانوي من المادة أحدهما من الأعلى للأسفل (UP – DOWN) حيث تبدأ هذه الطريقة بحجم محسوس من المادة محل الدراسة وتصغر شيئاً فشيئاً حتى الوصول إلى المقياس النانوي. ومن التقنيات المستخدمة في ذلك الحفر الضوئي، القطع، الكحت والطحن. وقد استخدمت هذه التقنيات للوصول إلى مركبات الكترونية مجهريه كشرائح الكمبيوتر وغيرها. أصغر حجم أمكن الوصول إليه في حدود 100 نانومتر ولا زال البحث مستمراً فلي الحصول على أحجام أصغر من ذلك. [8]

أما الطريقة الأخرى فهي من الأسفل للأعلى (BOTTOM-UP) حيث تبدأ هذه الطريقة بجزيئات منفردة كأصغر وحدة وتجمع في تركيب أكبر. وغالباً ما تكون هذه الطرق كيميائية، وتتميز بصغر حجم النواتج (نانومتر واحد)، قلة هدر للمادة الأصلية والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة. يمكن فحص ودراسة خصائص المواد النانوية والتأكد من تركيبها باستخدام عدد من الأجهزة والتقنيات العلمية من أهمها : المجهر الإلكتروني

الإنفاذي (tem)، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، مجهر القوى الذرية (AFM) مع العوازل، وحيوية الأشعة السينية (XRD). ويمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناء على الاستخدام المقرر لهذه المواد. [10]

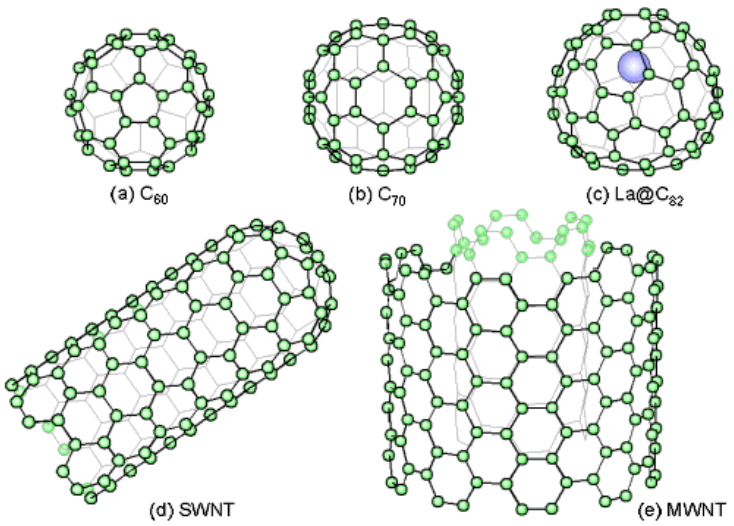
10. أشكال مواد النانوية

10.1. النقاط الكمية Quantum dots :

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح إبعاده بين 2 إلى 10 نانومتر، وهذا يقابل 10 إلى 50 ذرة في القطر الواحد أو تقريباً 100 إلى 100000 ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة. وتقوم النقطة الكمية بتقييد إلكترونات شريط التوصيل وثقوب شريط التكافؤ أو الاكسبتونات (وهي عبارة عن زوج مرتبط من الكترونات التوصيل وثقوب التكافؤ). كما تبدى النقاط الكمية طبقاً طاقياً مكمما متقطعا وتكون الدوال الموجية المقابلة متمركزة داخل النقطة الكمية. وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه يمكن رصف 3 ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان . [11]

10.2. الفولورين Fullerene :

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزئ مكون من 60 ذرة من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C60، وقد اكتشف عام 1985م. إن جزئ الفولورين كروي المظهر ويشبه تماماً كرة القدم التي تحتوي على 12 شكلاً خماسياً و20 شكلاً سداسياً. ومنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام 1990م وهو يحضر بكميات تجارية. كما أمكن الحصول على جزئيات بعدد مختلف من ذرات الكربون مثل C36 وC48 وC70 إلا إن العلماء أبدوا اهتماما خاصا بالجزئي C60كما في شكل 2. [12,11]



شكل (2)

لقد سمى هذا التركيب بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري وبكمنستر فولر (R. Buckminster Fuller). وهكذا فقد نشأ فرع جديد يسمى كيمياء الفولورين حيث عرف أكثر من 9000 مركب فولورين منذ عام 1997م، وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات، ومنها المركبات K3C60 وRbcs2C60 وC60-CHBr3 التي أبدت توصيلية فائقة (superconductivity). كما امتشقت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي إضافة إلى الكروي . [11]

10.3. الكرات النانوية: Nanoballs :

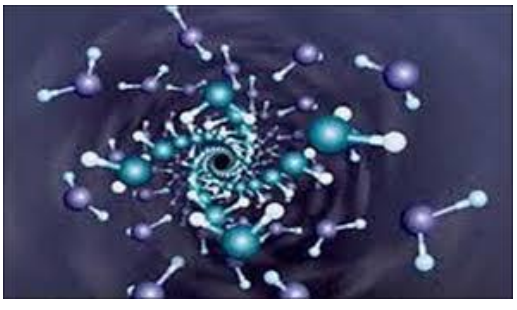
من أهمها كرات الكربون النانوية والتي تنتهي إلى فئة الفولورينات، من مادة C60، لكنها تختلف عنها قليلاً بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة كما في شكل 3.

شكل (3)

كما أنها خاوية المركز، على خلاف الجسيمات النانوية، بينما لا يوجد على السطح فجوات كما هي الحال في الأنابيب النانوية متعددة الغلاف. وبسبب أن تركيبها بشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل) Bucky وقد يصل قطر الكرات النانوية إلى 500 نانومتر أو أكثر . [12,11]

10.4. الجسيمات النانوية : Nanoparticles :

على الرغم من أن كلمة (الجسميات النانوية) حديثة الاستخدام إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعة منذ زمن قديم. فعلى سبيل المثال، تبدو أحياناً بعض الألوان الجميلة من نوافذ الزجاج الصدئة وذلك بسبب وجود مجموعات عنقودية صغيرة جداً من الأكاسيد الفلزية في الزجاج حيث يصل حجمها قريباً من الطول الموحى للضوء كما في شكل 4. [13]



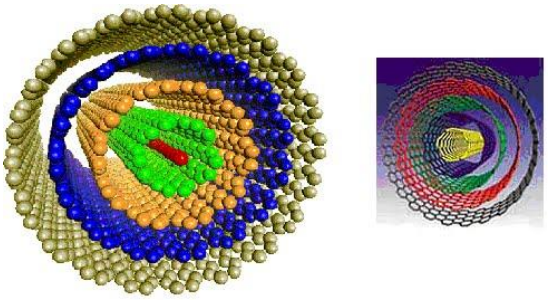
شكل (4)

وبالتالي فإن الجسيمات ذات الأحجام المختلفة تقوم بتشتيت أطوال موجبة مختلفة من الضوء مما ينتج عنه ظهور ألوان مختلفة من الزجاج. يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزئي ميكروسوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزئي) إلى مليون ذرة، مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريباً بنصف قطر أقل من 100 نانومتر. فجسيم نصف قطري نانومتر واحد سوف يحتوي على 25 ذرة أغلبها على سطح الجسيم، وهذا يختلف عن الجزئي الذي قد يتضمن عدداً من الذرات بأن أبعاد الجسيم النانوي تقل عن أبعاد حرجة لازمة لحدوث ظواهر فيزيائية معينة مثل : متوسط المسار الحر الذي تقطعه الإلكترونات بين تصادمين متتالين مع الذرات المهتزة، وهذا يحدد التوصيلية الكهربائية. وللتجمع الذري أعداد سحرية من الذرات لتكوين الجسيمات النانونية، فجسيمات السيلكون النانوية، مثلاً، تتكون من أعداد محددة من الذرات وليس عند أي عدد، لينشأ جسيمات بأنصاف أقطار محددة 1، 1.67، 2.15، 2.9 نانومتر فقط. عند تعرض هذه الجسيمات لأشعة فوق بنفسجية فإنها تبعث ضوء بلون مرئي طوله الموجي يتناسب عكسياً مع مربع قطر الجسيم، وبالتالي يمكن رؤية ألوان مرئية معينة. عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (quantum well)، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمي السلك الكمي (quantum wire)، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تعرف بالنقاط الكمية (quantum dots). ولابد من الإشارة هنا إلى أن التغير 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. تكتسب الجسيمات النانوية أهمية علمية حيث أنها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة وبين التركيب الذري والجزئي، حيث تحتوي هذه الجسيمات في العادة على 106 ذرة أو أقل، أما الجزئي فإنه يمكن أن يحتوي على 100 ذرة أو أقل وقد يصل نصف قطرة إلى أكثر من نانو متر واحد.ومن الخصائص المهمة وغير المتوقعة للجسيمات النانوية هو أن الخصائص السطحية للجسيمات تتغلب على الخصائص الحجمية للمادة. [13] وبينما تكون الخصائص الفيزيائية للمادة الحجمية ثابتة بغض النظر عن حجمها، فإن تلك الخصائص للمادة عندما تصل إلى مقياس النانو سوف تتغير وبالتالي تعتمد على حجمها، مثل التقييد الكمي في الجسيمات النانوية شبه الموصلة، رنين البلازمون السطحي في بعض الجسيمات النانوية الفلزية. ويلاحظ كذلك أن النسبة المئوية للذرات السطحية للمادة تصبح ذات أهمية بالغة عندما يقترب حجم المادة من مقياس النانو، بينما عندما تكون المادة الحجمية أكبر من 1 ميكرومتر فإن النسبة المئوية للذرات عند سطحها ستكون صغيرة جداً بالنسبة للعدد الكلي للذرات في المادة. ومن الخصائص الأخرى للجسيمات النانوية هو إمكانية تعلقها داخل سائل أو محلول بدون أن تطفئ أو تنغمر

وذلك لأن التفاعل بين سطح الجسيمات والسائل يكون قوياً بحيث يتغلب على فرق الكثافة بينهما لقد أمكن حديثا تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلقة) وكذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبه – صلبه وهي الليبوزومات. ومن الصور الأخرى للجسيمات النانوية هي النقاط الكمية شبه الموصلة واللورات النانوية.وتعتبر جسيمات النحاس النانوية التي يصل حجمها إلى أقل من 50 نانومتر ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق أو السحب وذلك عكس ما يحدث لمادة النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها بسهولة . [14]

10.5. الأنابيب النانوية : Nanotubes :

تصنع الأنابيب النانوية، أحيانا، من مواد غير عضوية مثل أكاسيد الفلزات (أكسيد الفاناديوم، أكسيد المنجنيز)، تبتريد البرون والموليبدينوم، وهي شبيهة من ناحية تركيبها بأنابيب الكربون النانوية، ولكنها أثقل منها وليست بنفس القوة مثل أنابيب الكاربون وتعد أنابيب الكربون النانوية التي اكتشفت عام 1991م أكثر أهمية نظراً لتركيبها المتماثل وخصائصها المثيرة واستخداماتها الواسعة في التطبيقات الصناعية، والعلمية، وفي الأجهزة الإلكترونية الدقيقة، والأجهزة الطبية الحيوية كما في شكل 5. [15]



شكل (5)

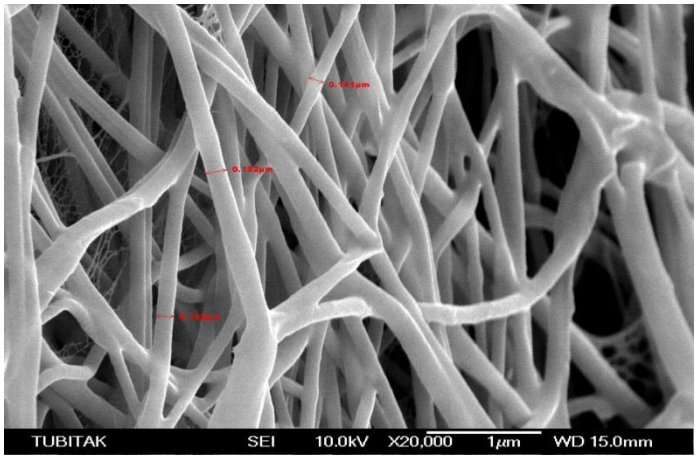
يمكن وصف أنابيب الكربون على أنها عبارة عن شرائح من الجرافيت يتم طلبها حول محور ما لتأخذ الشكل الأسطواني حيث ترتبط ذرات نهايتي الشريحة مع بعضها لتغلق الأنبوب. تكون إحدى نهايتي الأنبوب في الغالب مفتوحة والأخرى مغلقة على شكل نصف كرة، كما قد يكون جدار الأنبوب فردي الذرات وتسمي في هذه الحالة بالأنابيب النانوية وحيدة الجدار (SWNT (singl wall nanotube، أو ثنائي أو أكثر وتسمى الأنابيب متعددة الجدار (MWNT (multi wall nanotube ويتراوح قطر الأنبوب بين أقل من نانومتر واحد إلى 100 نانومتر (أصغر من عرض شعرة رأس بمقدار 50000 مرة)، أما طوله فقد يصل إلى 100 مايكرومتر ليشكل سلكاً نانوياً. للأنابيب النانوية عدة أشكال فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية أو مخروطية وغير ذلك. [13]

كما أن لهذه الأنابيب خصائص غير اعتيادية من حيث القوة والصلابة والتوصيلية الكهربائية وغيرها. كما أن للكربون النانوي أشكالاً أخرى مثل الكرات النانوية والألياف النانوية. ويتم إنتاج أنابيب الكربون النانوية بعدة تقنيات منها، التفريغ القوسي، الكحت الليزري، الترسيب بواسطة أول أكسيد الكربون ذي الضغط العالي، والترسيب بواسطة البخار الكيميائي . [13,14]

10.6. الألياف النانوية Nanofibres :

لاقت الألياف النانوية اهتماماً كبيراً مؤخراً لتطبيقاتها الصناعية. وقد اكتشف العديد من أشكالها كالألياف السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح (coen-shaped).

إن الجزء الجانبي لليف النانوى اللويحي أو الأنبوبي له شكل سداسي، مثلاً، وليس أسطوانياً ومن أشهر الألياف النانوية تلك المصنوعة من ذرات البوليمرات. إن نسبة مساحة السطح إلى الحجم كبيرة في حالة الألياف النانوية، كما للأنابيب النانوية،حيث أن عدد ذرات السطح كبير مقارناً بالعدد الكلي، وهذا يكسب تلك الألياف خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها مما يؤهلها بلا منافس لاستخدامها كمرشحات في تنقية السوائل أو الغازات، وفي الطب الحيوي وزراعة الأعضاء كالمفاصل ونقل الأدوية في الجسم وفي التطبيقات العسكرية كتقليل مقاومة الهواء إلى آخره من التطبيقات لا سيما بعد تطوير طرق التحضير كما في شكل 6. [15]



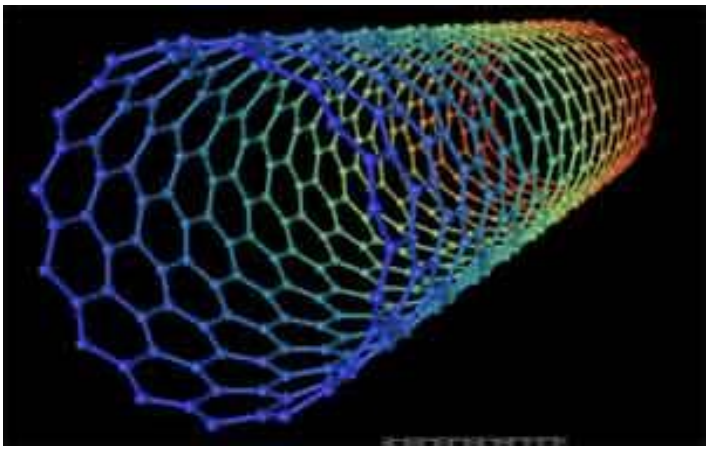
شكل (6)

هناك أكثر من طريقة لتحضير الألياف البوليمرية، من أشهرها التدوير الكهربي(electrospinning)ولا زالت تواجه العديد من الصعوبات للتحكم بخصائص الألياف الناتجة كاستمراري واستقامتها وتراصفها .

10.7. الإسلاك النانوية : Nanowires :

هي أسلاك بقطر قد يقل عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة أي بنسبة طول إلى عرض تزيد عن 1000 مرة.

لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد، وكما هو متوقع ن فهي تفوق على الأسلاك التقليدية (ثلاثية الأبعاد)، وذلك بسبب أن الإلكترونات تكون محصورة كميا باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة الحجمية. وهنا تتضح أهمية الذرات السطحية مقارنة بالداخلية لظهور ما يعرف بالتأثير الحافي. وبسبب خضوعها للحصر الكمي المبني على ميكانيكا لكم، فسيكون لها توصيلية كهربية تأخذ قيما محددة تساوي تقريباً مضاعفات المقدر 12.9 كيلو أوم – 1. وهي لا توجد في الطبيعة ولكنها تحضر في المختبر حيث منها الفلزي (كالنيكل والفضة والبلاتينيوم).وشبه الموصل (كالسيلكون ونترات الجاليوم وفوسفات الانديوم) والعازل (كالسيليكات وأكسيد التيتانيوم)، ومنها الأسلاك الجزيئية العضوية (DNA) وغير العضوية (مثل Mo6S9-xlx Li2Mo6Se6 التي ينظر لها كتجمعات بوليمرية) ذات القطر 0.9 من النانومتر وبطول يصل لمئات من المايكرومتر. يمكن استخدامها، في المستقبل القريب، لربط مكونات الكترونية دقيقة داخل دائرة صغيرة أو عمل وصلات ثنائية p–n وكذلك بناء الدوائر الإلكترونية المنطقية وقد تستخدم متقبلاً لتصنيع الكمبيوتر الرقمي. لذا فتطبيقاتها الإلكترونية المتوقعة كثيرة جداً مما سيقود إلى الحساسات الحيوية الجزئية النانوية وللأسلاك النانوية عدة أشكال فقد تكون حلزونية (spiral) أو تكون متماثلة خماسية الشكل وقد تكون الأسلاك النانوية عند تحضيرها في المختبر على شكل أسلاك متعلقة من طرفها العلوي أو تكون مترسبة على سطح أخر. ومن الطرق المستخدمة لإنتاج الأسلاك المتعلقة عمل كحت كيميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية كما في شكل 7. [16]



شكل (7)

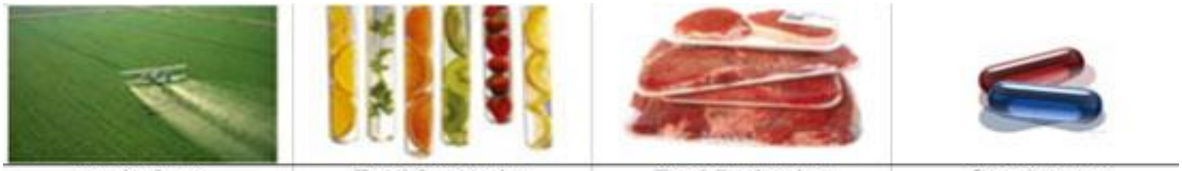
10.8. المركبات النانوية : Nanocomposites

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسناً كبيراً في خصائصها. فعلى سبيل المثال، يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربائية والحرارية للمادة. وقد يؤدي إضافة أنواع آخري من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربي 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 إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية تجرى البحوث حالياً للحصول على مركبات نانوية جديدة ذات خصائص ومميزات تختلف عن المركبات الأصلية. ومن المركبات النانوية المعروفة الآن هي المركبات البوليمرية النانوية. [17]

11. تطبيقات النانو :

11.1. تطبيقات النانو في مجال الغذاء

إن "الغذاء النانوي" أوnanofood تعبير يطلق على الغذاء الذي استعمل في إنتاجه أو في إي مرحلة من مراحل إنتاجه تقنية النانو، و بعبارة أخرى هو الغذاء الذي يتم إستخدام تقنية النانو في زراعته أو معالجته أَو تغليفه. وحالياً يعتبر التغليف إحد أكثر التطبيقات العملية لتقنية النانو حيث يتم فيها إستعمال جسيمات النانو طين(Nanoclay) في صنع أغلفة بلاستيكية قوية وخفيفة ومقاومه للحرارة و قادرة على منع الأوكسجين وثاني أكسيد الكاربون من الدخول و إفساد الأطعمة، و إضافة الى ذلك يتم تطبيق تقنية النانو ايضاً لصنع تغليف خاص مقاوم للمكروبات والبكتيريا.وتسعى شركات الغذاء لتطبيق التقنيات الحديثة مثل تقنية النانو من أجل انتاج افضل للمحاصيل الزراعية، حيث يعتقد العلماء إن إستخدام تقنية النانو سيساعد شركات الغذاء على إنتاج مواد غذائية خالية من أضرار المواد الحافظة واقل كذلك ثمناً مما هي عليه اليوم، وذلك من خلال إستخدام اقل للمواد الكيميائية في تحضير و إنتاج المواد الغذائية مستقبلاً. وهناك بعض المنتجات أنتجت عن طريق تقنية النانو ومثل هذه المنتجات موجودة في بعض أنواع الغذاء مثل بعض أنواع العصائر، ومن المتوقع أن تساهم تقنية النانو في تحقيق تقدم في كثير من مجالات الزراعة والغذاء والطاقة وكذلك توفير الماء النقي،تعتبر هذه التقنية حديثة على المستوى العالمي. [18]



Agriculture	Food Processing	Food Packaging	Supplements
• Single molecule detection to determine enzyme/ substrate interactions • Nanocapsules for delivery of pesticides, fertilizers and other agrichemicals more efficiently • Delivery of growth hormones in a controlled fashion • Nanosensors for monitoring soil conditions and crop growth • Nanochips for identity preservation and tracking • Nanosensors for detection of animal and plant pathogens • Nanocapsules to deliver vaccines • Nanoparticles to deliver DNA to plants (targeted genetic engineering)	• Nanocapsules to improve bioavailability of neutraceuticals in standard ingredients such as cooking oils • Nanoencapsulated flavor enhancers • Nanotubes and nanoparticles as gelation and viscosifying agents • Nanocapsule infusion of plant based steroids to replace a meat's cholesterol • Nanoparticles to selectively bind and remove chemicals or pathogens from food • Nanoemulsions and –particles for better availability and dispersion of nutrients	• Antibodies attached to fluorescent nanoparticles to detect chemicals or foodborne pathogens • Biodegradable nanosensors for temperature, moisture and time monitoring • Nanoclays and nanofilms as barrier materials to prevent spoilage and prevent oxygen absorption • Electrochemical nano-sensors to detect ethylene • Antimicrobial and antifungal surface coatings with nanoparticles (silver, magnesium, zinc) • Lighter, stronger and more heat-resistant films with silicate nanoparticles • Modified permeation behavior of foils	• Nanosize powders to increase absorption of nutrients • Cellulose nanocrystal composites as drug carrier • Nanoencapsulation of neutraceuticals for better absorption, better stability or targeted delivery • Nanocochleates (coiled nanoparticles) to deliver nutrients more efficiently to cells without affecting color or taste of food • Vitamin sprays dispersing active molecules into nanodroplets for better absorption

شكل (8)

11.2. تقنية النانو في مجال الزراعة

أما في مجال الزراعة فإن تقنية النانو سوف تعمل على تحسين قوة المبيدات الكيميائية مع تخفيض تكلفة المعالجة الكيميائية للمحاصيل مما يعطي فعالية كبيرة في القضاء على الحشرات و الآفات التي تفتك بالمحاصيل الزراعية، إلى جانب كونها مأمونة الإستعمال ، و ايضاً يتم تطوير أدوات نانو خاصة تساعد على تحسين الإمتصاص الغذائي للنباتات مما يؤدي إلى الزيادة في نمو النباتات وتحسين إنتاجها، و كذلك بإستخدام تقنية النانو يمكن صنع noll نانو لها القدرة على إكتشاف الأمراض التي تصيب النباتات وعرضها بشكل واضح مما يساعد المنتجين على مراقبة محاصيلهم بطريقة أكثر علمية و إحترافية. ولقد تطورت طرق الزراعة و إنتاج الأغذية بشكل كبير خلال العشر سنوات الماضية، وتسعى شركات الغذاء لتطبيق التقنيات الحديثة مثل تقنية النانو من اجل انتاج افضل للمحاصيل الزراعية، حيث يعتقد العلماء إن إستخدام تقنية النانو سيساعد شركات الغذاء على إنتاج مواد غذائية خالية من أضرار المواد الحافظة واقل كذلك ثمناً مما هي عليه اليوم، وذلك من خلال إستخدام اقل للمواد الكيميائية في تحضير و إنتاج المواد الغذائية مستقبلاً. [16]

النانو».. الحل لمشكلات العالم في الطاقة والغذاء ونقص الماء

توقع الدكتور ريكي يادا المدير العلمي لكرسي كندا البحثي لتركيب بروتين الغذاء، أن يكون علم وتقنية النانو أحد حقوق العلم الأكثر إثارة منذ أمد بعيد، مشيرا إلى أن لهذه التقنية قدرة على إعطاء حلول مبتكرة للمشكلات الكبيرة التي يواجهها العالم فيما يخص إنتاج الطاقة والتغلب على نقص الغذاء والمياه الصالحة للشرب.وقال خلال المؤتمر السعودي الخامس للغذاء والتغذية الذي دشنه الأمير الدكتور منصور بن متعب بن عبد العزيز وزير الشؤون البلدية والقروية، أمس في الرياض: «إن التطبيقات المحتملة لتقنية النانو في مجال علوم وتقنية الأغذية تعد من المجالات الجديدة في هذا الخصوص».وعاد ليتوقع أن يكون لسوق الغذاء والزراعة على مستوى النانو تأثير اقتصادي كبير يقدر بمليارات الدولارات، وتأثير خاص في مجالات الزراعة مثل جزيئات النانو ومستحلبات النانو في المبيدات، وسلامة الغذاء والأمن الحيوي وتطوير المنتجات . [17]

Kitchen Nano Garden حديقة نانو داخل المطبخ

صممت شركة Hyundai حديقة نانو داخل المطبخ وهو يشبه الثلاجة وهي تستخدم الزراعة المائية ويتم التحكم وتحديد الضوء والماء والإمدادات الغذائية المناسبة بدلا من ضوء الشمس وهي تتيح للمستخدمين تحديد سرعة النمو وبدون اللجوء إلى المبيدات أو الأسمدة. وهي كذلك تعمل على تنقية الهواء ، والقضاء على الروائح الكريهة. وبذلك يمكن الحصول على محاصيل نظيفة غير مضرة بالبيئة كما في شكل 9 . [19]

Hyundai Engineering & Construction and Gromo

شكل (9)

11.3. تطبيقات النانو في الطب :

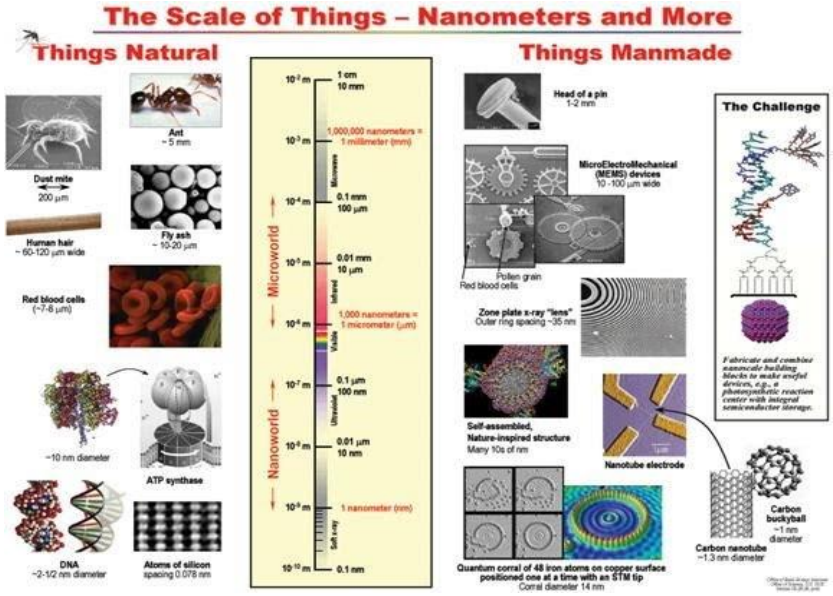
تقنية النانو تقنية فتحت آفاق جديدة في مختلف مجالات الحياة ، ومن احد أهم المجالات التي نجحت فيها هذه التقنية مجال الطب ، ومن المعلوم أن تقنية النانو متعددة الخلفيات فهي تعتمد على الفيزياء والكيمياء والهندسة والأحياء والصيدلة لذا فلابد للباحثين أن تكون لهم قاعدة عريضة تشمل كل هذه التخصصات ولابد أن يكون بين هذه التخصصات روابط مشتركة. و لقد ساعدت تقنية النانو على تغيير طريقة النظر إلى علاج كثير من الأمراض وأعطت أملا كبيرا لشفاء كثير من الإمراض المستعصية. وقد توجهت دول عديدة إلى دعم النانو بقوة فمثلاً دعمت الولايات المتحدة النانو بخطط خمسية بدأت من عام 2005 م ، كما أنها تصرف سنويا ما يقارب 4 بليون دولار على أبحاث النانو في جميع المجالات بشكل عام والمجال الطبي بشكل خاص ، ومن جهة أخرى يوجد ما يقارب 130 مشروعاً دوائياً مهتما بتقنية النانو وفقاً لإحصائية 2006م. والدراسات المبدئية قائمة حول العالم لتوظيف التطور الحاصل في تقنية النانو في المجالات الطبية ، وسيتبع ذلك الدراسات المرتبطة بسلامة استخدامها على الإنسان حتى

تتحول هذه التطبيقات إلى واقع يومي في المستشفيات والمراكز الصحية لتساهم في اكتشاف المرض مبكراً وتقليل تكلفة علاجه والحفاظ على صحة الإنسان. [20]

والتطبيقات الطبية لتقنية النانو هي التطبيقات الأهم لهذه التقنية من بين كل التطبيقات المتوقعة من هذه التقنية الحديثة وذلك لارتباطها المباشر بحياة وصحة الإنسان ، فتقنية النانو تعد بالكثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بالتشخيص الدقيق والعلاج عالي الكفاءة وكذلك الكثير من التطبيقات في مجال الرعاية الصحية ، فمواجهة أكثر الأمراض فتكا بالإنسان مثل أمراض السرطان ستكون ممكنة بإذن الله في غضون العشر السنوات القادمة وذلك من خلال طب النانو nano- medicine والذي بدأت الكثير من أبحاثه وتطبيقاته التجريبية في الكثير من مراكز الأبحاث حول العالم. وفي ما يلي نستعرض أهم التطبيقات الطبية المستقبلية لتقنية النانو :

11.3.1. جهاز الناتئ النانوني (الكانتيلفير) :

(أجهزة النانو(كانتيلفير) تستطيع اكتشاف خلايا السرطان بدقة فائقة تصل الى حد رصد خلية واحدة)



شكل (10)

الكانتيلفير cantilever هو جهاز دقيق جداً بمقياس النانو حيث تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء وهو احد أجهزة النانو المستقبلية والتي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة. وأجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسيا بشكل خاص يمكنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان ، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة ، وذلك بدقة تصل إلى حد اكتشاف خلية سرطانية واحدة ، والجدير بالذكر أن هذه الأجهزة أجهزة

النانو كانتيلفير ما زالت في مراحل تطويرها الأولى ، وهي من تطبيقات تقنية النانو المتقدمة جداً والتي ما زالت في حاجة لمزيد من البحث والدراسة. [21]

11.3.2. توصيل الأدوية :

أجهزة النانو الخاصة بتوصيل الدواء (ديندريمر) تتميز بقدرتها على اكتشاف الخلايا المصابة وتشخيص نوع الإصابة وكذلك تتميز بقدرتها على معالجة هذه الخلايا. من المعلوم أن علم الأدوية من العلوم التي تحتاج لدقة عالية وذلك لارتباطها ارتباطا مباشراً بصحة الإنسان ، فوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم الغير مصابة تقلل من فعالية الدواء وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية غير مرغوب فيها. فعلى سبيل المثال نجد أن الوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكيمائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة مع انخفاض فعاليتها في معالجة هذا المرض ، وعليه فان من المهم أن يتم إيصال الأدوية المضادة للسرطان إلى الأجزاء المصابة بدقة متناهية جدا للحصول على أقصى فائدة ممكنه من الدواء. وحاليا يعكف العلماء على دراسة احد تطبيقات النانو المستقبلية والمتمثلة في تقنية إيصال الدواء باستخدام احد أجهزة النانو والمسمى الديندريمر DENDRIMER وهو احد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة وتزويدها بكميات متعددة من الدواء دون حدوث أي نتائج سلبية ، وأجهزة النانو (الديندريمر) تتميز بقدرتها على تحديد الخلايا المصابة وعلاجها وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء . [22]

11.3.3. في مجال الأدوية والعقاقير العلاجية :

أُدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانو بيوتك وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية. ففي جامعة (هانج بانج) في سيؤول أستطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل 650جرثومه ميكروبيه دون أن تؤذى جسم الإنسان. هذه التقنية سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحول دون تأثير المضاد على هذه البكتيريا ومن أمثله البكتريا المقاومة : Staphylococcus aureus و Pseudomonas.حيث يقوم النانو بيوتك بثقب الجدار الخلوي البكتيري أو الخلايا المصابة بالفيروس مما يسمح للماء من الدخول إلى داخل الخلايا فتباد. [18]

11.3.4. استخدام النانو تكنولوجي كمساعد في العمليات الجراحية:

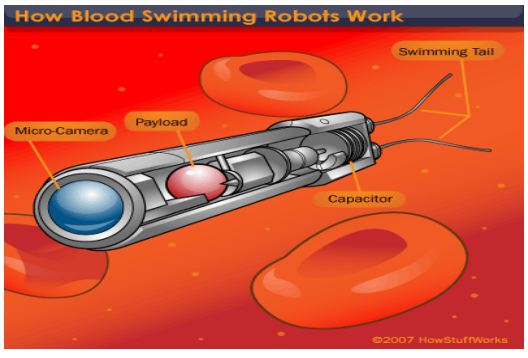
قامت شركت (كورفس) بصناعه محولات مرئية (روبوت صغير) بحجم النانومتر يُستخدم كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، يستطيع الطبيب أن يتحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاح العملية بكفائه عاليه وبدقه متناهية وهي أفضل من الطرق التقليدية وتقلل من المخاطر كثيراً. حيث يستخدم الجراح عصاة التحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغره وذلك ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة وهذا يتيح مزيدا من الدقة الجراحية. [19]

11.3.5. استخدام التقنية في علاج مرض السكري :

نجحت جامعه (الينوى) في الولايات المتحدة الأمريكية في تطوير جهاز مُهَندس بالتقنية النانونية يزرع في الجسم يعمل على تنظيم السكر في الدم وهى تغني مرضى السكري عن حقن الأنسولين والجميل أنها سوف تنزل بالأسواق قريباً.

11.3.6. التصوير الطبي :

يمكّن التصوير بالنانو الباحثين والأطباء من تعقب أي حركة تحدث في النسيج الحي داخل جسم الإنسان. وفي مستطاع الأطباء هنا التعرف بدقة على حركة الدواء داخل النسيج المريض ، هذا وان دراسة بعض خلايا الجسم يكون صعباً، ومن هنا يلجأ العلماء إلى تلوينها وهناك مشكلة أخرى ألا وهي أن الخلايا التي تصدر أمواجا ضوئية مختلفة في الطول لا تعمل بشكل واحد أو بكيفية واحدة على الدوام ، الأمر الذي يجعل عمليات التصوير الطبي تواجه مشاكل على صعيد التشخيص الصحيح، وقد تمكن العلماء من حل هذه المشكلة وذلك باستخدام بعض جزئيات النانو التي تبدي ردود فعل مختلفة إزاء الترددات الموجية المختلفة الناشئة بطبيعة الحال عن اختلاف طول الموجةكما في شكل11. [24]



شكل (11)(تقنية النانو في التصوير الطبي)

11.3.7. مكائن تعمير الخلايا التالفة :

في طرق العلاج التقليدية المتبعة في علم الطب والجراحة، يقوم الأطباء بمعالجة الأنسجة والخلايا التالفة بواسطة العمليات الجراحية المختلفة والأدوية المتعددة. بيد أن الحال يختلف فيما لو استخدمت مكائن تعمير الخلايا التالفة. وبواسطة زرق ابر خاصة لا تؤدي إلى قتل الخلايا، تدخل المكائن المعمرة إلى الخلايا التي يراد الدخول إليها. وفي هذه الطريقة العلاجية الحديثة يتم الاستفادة من حقيقة أن خلايا الجسم تبدي ردود فعل إزاء المحركات الخارجية مهما كانت فإذا ما وصلت إليها محركات النانو أو المحركات الدقيقة أبدت رد الفعل هذا. الأمر الذي يغير من عمل الخلايا ويأخذ بها من المرض إلى الشفاء وهذه الطريقة كما يبدو طريقة مباشرة في العلاج. أيضاً هناك مركبات تم هندستها بتقنية النانو لتتوافق مع مستوى الجزيئات والذرات، لذا فاستخدام هذه التقنية يساعد في كل من التشخيص والعلاج للأمراض من شتى المجالات منها أمراض القلب و المخ والأعصاب والحروق والإصابات والإنجاب، ومستحضرات التجميل كما في شكل 12. [23]

شكل (12)

11.3.8. التشخيص :

الهدف الأساسي هو اكتشاف المرض في مراحل مبكرة قدر المستطاع حتى يمكن القضاء عليه قبل أن يتسبب في أعراض أو مضاعفات. باستخدام تقنية النانو تصبح الاختبارات الحيوية لقياس وجود أو نشاط المواد المختبرة أسرع، أكثر دقة و أكثر مرونة. فيمكن دمج جزيئات النانو المغناطيسية مع الأجسام المضادة المناسبة و استخدامها كعلامات على وجود جزيئات محددة أو ميكروبات ،و بالمثل استخدام جزيئات الذهب المدمجة مع مقاطع قصيرة من الحمض النووي للتعرف على تسلسل من الجينات في عينة ما. هناك أيضاً تقنية ثقوب النانو لتحليل الحمض النووي و التي تحول تسلسل وحداته مباشرة إلى إشارات كهربية.و باستخدام جزيئات النانو كعوامل للتباين (كبديل عن الصبغة) نحصل على صور بالرنين المغناطيسي و الأشعة فوق الصوتية ذات تباين و توزيع أفضل. بل إن جزيئات النانو المضيئة تستطيع أن تساعد الجراح أثناء العملية الجراحية في التعرف على مكان الورم و بالتالي تجعل من عملية استئصاله أمراً أكثر سهولة . [18]

11.3.9. من الأدوات المستخدمة في تقنية النانو في المجال الطبي :

a. الأجهزة المجهرية الدقيقة والمطورة مثل المجهر الإلكتروني الماسح.
b. المعدات المستخدمة في تصوير الخلايا والبكتيريا والفيروسات والوحدات الجزيئية.
c. جزيئات الكربون حيث يتم تشكيلها لإنتاج مواد أقوى 100 مرة من الفولاذ على الرغم من أن وزنها سدس وزن الفولاذ وأكثر من النحاس من ناحية التوصيل، ويمكن أن يستخدم بأمان في بعض التطبيقات الطبية مثل أنظمة إيصال الأدوية وتعتبر من أشهر الأمثلة
d. في استخدام تقنية النانو في الطب مثل Nanotubes، Fullerenes..
e. الأجهزة الدقيقة التي تضم النظم الكهربائية الصغيرة (MEMS) والتي تحتوي على أجزاء متحركة مصغره للعمليات الجراحية والأجهزة المنظمة لضربات القلب.
f. ميكرو فلويديكس (Microfluidics) لإجراء اختبارات الحمض النووي .
g. ميكرو ارايس (Microarrays) والتي تستخدم للكشف عن الكميات القلية للبكتريا المرضية .

11.4. تطبيقات النانو في الصناعة :

لقد فتحت العلوم والتقنيات المتناهية في الصغر الباب أمام تطبيقات متعددة ومتنوعة تشمل مختلف المجالات العلمية والصناعية. تهتم هذه العلوم وهذه التقنيات بأجسام ذات أبعاد نانومترية؛ تتميز بخواص ميكانيكية، كيميائية، إلكترونية وكهربائية جديدة، نظرا لارتفاع نسبة سطحها على حجمها. وفي هذا الجزء سنتطرق إلى تطبيقات النانوتكنولوجي في الصناعة والتي بدأت تنتشر انتشارا واسعا وتلقى قبولا كبيرا نظرا لجودتها ودقتها،وتطبيقات النانو في الصناعة كثيرة ولايمكن حصرها في هذا الجزء من البحث الذي سنحاول من خلاله التطرق إلى أهم هذه التطبيقات في عصرنا الحالي ومنها:

11.4.1. في مجال صناعة الورق :

تم استخدام تقنيات النانو تكنولوجي لتطوير صناعة الورق في مصر في إنجاز علمي مهم، وقد تمكن فريق بحثي بالمركز القومي للبحوث من تحضير أنواع متطورة من الورق من ألياف نانو متربة تم استخدامها من المخلفات الزراعية مثل قش الأرز ومصاصة القصب. ويتميز هذا النوع من الورق المحضر بتكنولوجيا النانو بمواصفات عالية الجودة والمتانة تتفوق علي الورق المحضر بالطرق التقليدية. وأشار الدكتور هاني الناظر رئيس المركز القومي للبحوث، إلى أنه باستخدام النانو

تكنولوجي سوف يحدث طفرة في صناعة الورق في مصر، حيث يمكن الاستغناء نسبياً عن استيراد لب الورق ذي الألياف الطويلة كما يمكن تصنيع ورق بمواصفات أعلي في الجودة بطرق ميكانيكية حديثة ومتطورة. وقد تم التوصل من خلال النتائج الأولية للأبحاث الى أنواع متطورة من الورق من الألياف النانومترية لقش الأرز ومصاصة القصب لها قوة شد تعادل من أربعة الى خمسة أضعاف قوة الشد للورق المحضر صناعيا بالطرق التقليدية . [16]

11.4.2. بطاريات جديدة من فيروسات معدلة وراثياً ـ وبتقنية النانو :

أعلن باحثون بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس أنهم توصلوا إلى صنع بطاريات صديقة للبيئة يمكنها تزويد السيارات الهجين والهواتف النقالة بالطاقة اللازمة، وذلك باستخدام تقنية النانو المتناهية الصغر والفيروسات المعدلة وراثيا وفق تقرير مجلة "كومبيوترورلد". وذكرت مصادر المعهد أن فيروسات تصيب البكتيريا ولا تضر الإنسان، قد استخدمت لبناء الطرفين المشحونين بالسالب والموجب (القطبين) لبطاريات أيونات ليثيوم، لها نفس الطاقة والقدرة والأداء لأحدث الطرازات القابلة للشحن، بحيث تُشغّل سيارات الطاقة الهجينة والأجهزة الإلكترونية الشخصية. ولدى اختبار تلك البطاريات في المعامل، أمكن لمادة القطب السالب الجديدة (الكاثود) أن تشحن وتفرغ أكثر من مائة مرة دون أن تفقد أي جزء من سعتها وقدرتها الكهربائية.وكانت رئيسة المعهد سوزان هوكفيلد قد أخذت الأسبوع الماضي نموذجا أوليا من البطارية الجديدة إلى البيت الأبيض، وناقشت التمويل الاتحادي لمشروعات تطوير تقنيات الطاقة النظيفة مع الرئيس باراك أوباما. وتمكن هذه التقنية بطاريات أيونات ليثيوم من الشحن في ثوان وليس ساعات. ويأملون أن يؤدي هذا الإنجاز إلى بطاريات أصغر وأسرع شحنا لاستخدامها في الهواتف النقالة والأجهزة الأخرى. وكان فريق بحثي آخر من المعهد قد أعلن أيضا في فبراير/شباط الماضي عن تصميم رقاقة رقمية ذات كفاءة عالية باستخدام الطاقة، يمكنها تشغيل أجهزة طبية مزروعة بجسم الإنسان، باستخدام حرارة الجسم كمصدر للطاقة. ولكن لا تزال الرقاقة الجديدة في مرحلة إثبات صحة الفكرة، وهي تستخدم طاقة أقل بعشر مرات من الرقاقات التقليدية الأخرى. وهذا ما قد يزيد من عمر بطارية الجهاز الطبي. أما في البطاريات الخضراء الجديدة، فقد أمكن للفيروسات المعدلة وراثيا أن تكوّن في الواقع الأقطاب الموجبة (الأنودات) للبطاريات. ويذكر تقرير المعهد أنه في بطاريات أيونات ليثيوم التقليدية، تتدفق أيونات ليثيوم بين الأنود سالب الشحن المصنوع من الغرافيت والكاثود موجب الشحن المصنوع من أكسيد الكوبلت أو فوسفات الحديد. وبحسب علماء مشروع البحث، فإن تقنية الفيروسات المعدلة قد تم التوصل إليها منذ سنوات حيث تقوم ببناء أنود سالب الشحنة بتغليف نفسها بطبقة من أكسيد الكوبلت والذهب، ثم تتجمع الفيروسات لتكوّن سلكا متناهي الدقة. لكن في الآونة الأخيرة، قام فريق البحث بهندسة تعديل فيروسات تغلف نفسها بفوسفات

الحديد. ثم تقيد نفسها إلى أنابيب نانومترية (متناهية الصغر) من الكربون لإيجاد شبكة فائقة التوصيل. ويمكن للإلكترونات الانتقال عبر شبكات أنابيب الكربون النانومترية، ناقلة الطاقة بسرعة كبيرة. وجاءت إضافة أنابيب الكربون النانومترية لتزيد مستوى الموصلية بدون إضافة وزن ثقيل للبطارية. ويرجح لبطاريات تبنى بهذه التقنية أن تكون خفيفة الوزن ومرنة بما يكفي لاتخاذ شكل حاوياتها . [12]

11.4.3. صناعة الطائرات و السيارات:

تقدّم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال، فمثلا تتدخل هذه التقنية في صناعة الأبواب و المقاعد و الدعامات، و من أهم مميزات هذه القطع المحسّنة أنها صلبة و ذات مرونة عالية في نفس الوقت كما أنها تتميز بخفة وزنها. و تدخل النانو أيضا في تحسين الزجاج بشكل عام و تحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية، و ذلك باستخدام نوع معين من جسيمات النانو في صناعة نوع من الزجاج يعرف باسم "الزجاج النشط"، حيث أن هذه الجسيمات تتفاعل مع الأشعة الفوق بنفسجية فتهتز مما يزيل الرواسب و الأوساخ و الغبار الملتصق بالسيارات كما أن هذه الجسيمات تتميز بأنها تشكل سطحا قابلا للماء مما يجعل تنظيفها أمرا سهلا لدرجة أنه أطلق عليه اسم "زجاج التنظيف الذاتي".و من ميزات القطع المحسنة المستخدمة في صناعة الأجزاء الداخلية أنها تقلل من استهلاك الوقود.،كما أنها ستساعد في صنع محركات نفاثة تتميز بهدوئها و أدائها العالي. [26]

11.4.4. المنتجات الرياضية:

تستخدم تقنية النانو في هذا المجال بشكل عام لهدفين، أولا لتقوية الأدوات الرياضية، و ثانيا لإكسابها المرونة و الخفة. حيث أن بعض جسيمات النانو أقوى بمائة مرة من المعدن الصلب و أخف منه بست مرات. و من المنتجات التي تم تحسينها: مضارب الهوكي، مضارب البيسبول، مضارب و كرات التنس، كرات القولف . [26]

11.4.5. صناعة الدهانات و الأصباغ:

تتميز هذه الدهانات بأن لها القدرة على مقاومة الخدش و التآكل و التفتت مما سيجعلها مناسبة تماما لدهن السفن والمراكب. [26]

11.4.6. صناعة الشاشات:

تتميز الشاشات التي تم تحسينها بتقنية النانو بأنها توفر كثيرا من الطاقة التي تستهلك في تشغيلها، كما أنها ستتميز بوضوح و دقة عالية. أما بالنسبة لحجمها فهي تتميز بصغر سماكتها و خفة وزنها . [26]

11.4.7. تنقية المياه:

و يعتبر من أهم التطبيقات التي تستخدم النانو حيث أن الكثير من الدول النامية تعاني من نقص في المياه و إذا ما استخدمت النانو في تنقيتها و معالجتها و تحليتها فإن ذلك سيؤدي إلى توفر المياه بشكل أكبر. كما أن درجة نقاء المياه ستكون أعلى من السابق حيث ستعمل جسيمات النانو المستخدمة على حجز و منع مرور العوالق و الكائنات الحية الدقيقة في المياه. و الجدير بالذكر هنا قيام فريق بحثي سعودي باسم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية بالحصول على تسجيل حقوق اختراع لأغشية جديدة تحلي الماء من الأملاح و تنقيها من المواد السامة بكفاءة و سرعة عالية و ذلك بالاعتماد على تقنية النانو . [26]

11.4.8. صناعة الملابس :

كشف علماء في معهد فراونهوفر الألماني المعروف عن إنتاج أنسجة رقيقة يمكن للإنسان أن يغير لونها حسب الطلب. وأوضح العلماء أنه يمكن لتقنية النانو تكنولوجي أن تحدث ثورة في عالم الأنسجة والملابس بعد أن اقتحمت في السابق عوالم صناعة الأجهزة والمعدات والمواد الدقيقة. وجاء في تقرير للمعهد لاقتصاد العمل والتنظيم أن أربعة معاهد تابعة له، تهتم بأبحاث البوليمر والسيلكون والمواد والفيزياء، شاركت في الاختراع. وتتكون الأقمشة الرقيقة، التي تصلح أيضا لكسو الأقمشة والسطوح من الخارج، من كريات نانوية بالغة الصغر تغير لونها حسب طول الموجات الضوئية التي تنعكس عليها. وذكر فلوريان روتفوس، من معهد فراونهوفر،أن العلماء توصلوا إلى صنع «ماتريكس» النسيج من خلال مزج الكريات النانوية مع صبغة عديمة اللون. وأبدت صناعة الأنسجة من كافة أنحاء العالم اهتمامها بالاختراع بغية إحداث ثورة في عالم الموضة والأنسجة والملابس. كما أعربت شركات أخرى تهتم بالبناء بالاختراع برغبة صناعة ورق جدران يغير لونه حسب الطلب.

واعتمد العلماء الألمان في اختراعهم على نتائج دراسة نشرها الأميركي يادون ين عام 2007، من جامعة كاليفورنيا، في مجلة «الكيمياء التطبيقية.

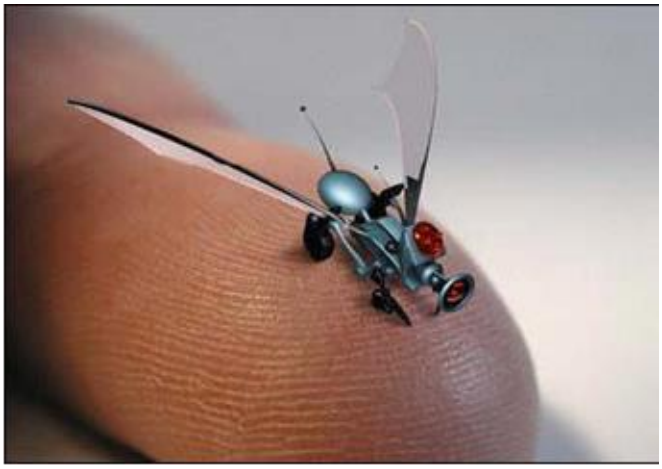
وذكر «ين» حينها أنه نجح في التوصل إلى إنتاج بلورات من أكسيد الحديد تغير لونها باستخدام مادة رابطة تتفاعل مع مجال مغناطيسي معين. كانت مشكلة ين آنذاك هي أن النسيج المنتج من البلورات يعود إلى لونه الرمادي الأصلي حينما ينتهي مفعول المجال المغناطيسي، وهي المشكلة التي تغلب عليها الألمان حاليا من خلال استخدام الكريات النانوية محل البلورات والتخلي عن أكسيد الحديد لصالح إنتاج عجينة ما لم يكشف عن مكوناتها، أو ماتريكس، يربط الكريات ببعضها،وبدلا من الحقول المغناطيسية، نجح علماء معهد فراونهوفر في تغيير لون النسيج المنتج بهذه الطريقة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية. وأكد روتفوس أن التقنية لا تشكل أي خطر على صحة الإنسان.وهذا يعني أن من الممكن مستقبلا شراء بدلة واحدة وتغيير لونها عدة مرات في الحفلة الواحدة، أو الاحتفاظ بالبدلة وتغيير لون القميص وربطة العنق فقط. ويمكن أن يكون الاختراع مهما للعاملين في المواقع التي تتطلب تغيير الملابس باستمرار كما هي الحال مع مقدمي برامج التلفزيون . [27]

11.4.9. صناعة البلاستيك:

تقوم حالياً شركة (هايبرد بلاستيكس)، أو البلاستيك المهجن، بإضافة مواد مصنعة عن طريق التقنية النانوية لمواد تمتد من مزيتات المحركات النفاثة وحتى ألواح الدوائر الكهربائية في القوارب وأحواض السباحة. وتعتبر هذه الجسيمات الدقيقة التي تبيعها الشركة صغيرة جداً لدرجة أن قطر أكبر جسيم يقدر بحوالي 3 نانومتر،(أي واحد من مليار من المتر). وتُكسب هذه الجسيمات البلاستيك خواص فريدة كالقدرة على مقاومة الحرارة واللهب والبرد، فضلا عن زيادة صلابته. وتختبر (ناسا) أنواعاً جديدة من البلاستيك الذي يحتوي على هذه الجسيمات على هيكل محطة الفضاء الدولية، وتختبره أيضا القوات العسكرية وشركات الطيران لاستخدامه كبديل للهياكل المعدنية على الطائرات والصواريخ والأقمار الصناعية. ويعتبر صنع هياكل الصواريخ من البلاستيك المحتوي على هذه الجسيمات أرخص وأسهل من الهياكل المعدنية التي يمكنها حماية الحمل سواء كان ذخيرة أو قمراً صناعياً من الاصطدام مع النفايات التي تطوف بالفضاء وتتحمل برد الفضاء القاسي وحرارة الاحتكاك عند العودة للأرض. وتصنع نفس الشركة الآنفة الذكر زيتاً لسلاح الجو الأمريكي يمكنه تحمل حرارة تصل إلى 500 درجة فهرنهايت، أي حوالي 100 درجة أعلى من الزيوت الحالية من دون الاحتراق أو الانحلال. وتقوم شركة (ترايتون) بتطوير تغليف بلاستيكي مقاوم للخدش لخوذات الطيارين في البحرية الأمريكية. وقد يُستخدم هذا التغليف بعدسات النظارات العادية قريبا . [22]

11.5. تطبيقات النانو في المجال العسكري :

أن الصناعة الجزيئية رفعت احتمال إمكانية تصنيع أسلحة ذات تأثير شنيع جداً. فعلى سبيل المثال فإن أصغر حشرة تكون بحجم 200 مايكرون وهذا يمثل الحجم المناسب للأسلحة القادرة على تعقب الأشخاص غير المحميين وحقن السموم في أجسادهم. هذه الجرعات المميتة تبلغ 100 نانو جرام أو 100/1 من حجم السلاح. ولذلك فإن جهازاً واحدا يمكن حمله في حقيبة يد واحدة يمكنه قتل 50 بيليون شخص، وهي كافية لقتل كل إنسان على الأرض. ستكون الأسلحة اليدوية بجميع أشكالها أقوى أكثر بكثير من ذي قبل، ورصاصاتها قد تتمكن من التعقب الذاتي للضحية. كما أن الأجهزة الفضائية ستكون أخف وأعلى في الأداء من ذي قبل، وذلك بصناعتها بقليل من المعادن إن لم يكن بدونها، وستكون أصعب في الضبط على الرادار أما بالنسبة للحواسيب فستتمكن من التحكم وتشغيل الأسلحة عن بعد وستتطور صناعة الروبتات المستقبلية كما في شكل 13 . [27]



شكل (13)

ولكن السؤال المهم، هل هذه الأسلحة ستكون مصدراً للاستقرار أو العكس؟ فعلى سبيل المثال فإن الأسلحة النووية كانت المقيدة والمانعة للحروب الكبيرة منذ اختراعها، ولكن أسلحة النانو تكنولوجي مختلفة عن الأسلحة النووية. فالاستقرار النووي ناتج عن أربعة عوامل على الأقل، أوضحها هو التدمير الهائل الذي قد ينتج عن الحروب النووية الشاملة. وحرب النانوتيك الشاملة مكافئة لذلك على المدى القصير إلا أن الحرب النووية تتسبب في إفراز الدمار والتلوث الذي يكون أقل بكثير مع أسلحة النانوتيك والأسلحة النووية تتسبب في خراب شامل وغير محدد بعكس أسلحة النانو التي يمكنها أن تحدد أهدافها. كما أن الأسلحة النووية تحتاج إلى جهود مضنية في البحث والتطوير الصناعي وهذا يجعل من الممكن تعقب تطوراتها بسهولة أكثر من نماذج أسلحة النانو التي تتطور باستمرار وبسرعة وبتكلفة أقل. [25]

وأخيراً، فإن الأسلحة النووية لا يمكن تسليمها ونقلها بسهولة قبل الحاجة إلى استخدامها والعكس صحيح مع أسلحة النانوتك. إن مميزات مثل عدم القدرة على تحديد ومعرفة قدرات العدو، و عدم امتلاك الوقت الكافي للتحرك ورد الفعل تجاه الاعتداء، و الاستهداف الأفضل الذي يمتلكه العدو ضد موارد وثروات الطرف الآخر من الحرب، جميعها تجعل من جيل أسلحة النانو أقل استقراراً. بالإضافة إلى ذلك فإنه عند عدم التحكم الكامل وبشدة في النانوتك فإن عدد الدول التي ستمتلك النانوتك في العالم سيكون أعلى بكثير من الدول النووية مما يزيد من فرصة انفجار النزاع الإقليمي. يقول الأدميرال ديفيد جيريمايا نائب رئيس قيادة الأركان في الولايات المتحدة الأمريكية المتقاعد في خطاب ألقاه عام 1995 في مؤتمر التنبؤ بتكنولوجيا النانو الجزيئية: الاستخدامات العسكرية للصناعات الجزيئية محتملة بشكل أكبر من الأسلحة النووية وذلك لتغيير موازين القوى جذرياً. عادة ما تقول المجموعات الصناعية :إن هذه النتائج بعيدة الاحتمال، أو بعيدة لدرجة لا تحتاج إلى إنذارنا اليوم. إلا أن CRN وهو مركز تكنولوجيا النانو المسؤول يؤمن بأن تطوير تكنولوجيا النانو يمكن أن يتسارع بخطوات تجعلنا في لحظة ما غير مدركين وغير مستعدين لها. [27]

11.6. تتطبيقات على النانو في الألكترونيات :

11.6.1. انتاج أجهزة الكترونية لاسلكية فائقة السرعة ، اضافة الى صغر حجمها وانخفاض أسعارها . حيث مكنت هذه التقنية من انتاج وسائل اتصال لاسلكية تستخدم فى عمليات نقل البيانات وذلك بشكل فائق السرعة حيث تعتمد على استخدام الألياف البصرية والليزر كوسيلة سريعة لنقل البيانات ، وهذه الوسائل تعد مفيدة فيما يخص شبكات المعلومات فضلا عن تميزها (بعدم التقيد بالكابلات والاسلاك لربط الأجهزة ، مما كان لذلك دوره الكبير فى توسيع نطاق عمل الشبكات حيث أن محطات العمل فى الشبكات أصبحت محمولة وهذا أدى الى عدم التقيد بخصوص استعمالها فى مكان محدد ، فأمكن التنقل بالحاسب واستخدامه فى وضع الاتصال بالشبكة وذلك عن بعد – التغلب على المشكلات الناتجة من استخدام الاسلاك والكابلات فى الشبكات وذلك لربط الأجهزة مع بعضها البعض) .

11.6.2. السعى الى انتاج ما يسمى بالكمبيوتر النانومترى (الكمبيوتر الجزيئى) : وهو جهاز كمبيوتر من حيث الحجم يكون أصغر من ما يسمى بالـ Micro computer والذى يعد هو الأخر أصغر من ما يسمى بالـ mini computer ، وهذا الجهاز يكون حجمه صغير جدا (حجم مكعب السكر) ، ويمكن لهذا النوع من الكمبيوترات أن يحتوى على أدوات تخزين تصلح لخزن " تريليونات من البايتات " من المعلومات. وتقوم فكرة هذه الكمبيوترات على استخدام مواد بيلوجية من الكائنات الحية لتندمج فى الأسلاك وسائر أنواع الموصلات .

11.6.3. انتاج ما يسمى بـ " نقاط النانو " " nano dots " : وهى أجهزة صغيرة جدا تستخدم لتخزين البيانات والمعلومات ، وكل جهاز يصلح لتخزين 5 تيرابيت أى ما يعادل 5000 جيجا بيت.

11.6.4. مكنت هذه التقنية من انتاج ما يسمى (بالحاسب الكمى) ات القدرة على التعامل مع البيانات بحجم (الكيلوبت) بدلا من البيانات المقاسة (بالبت) وهذا أدى الى التعامل مع البيانات بكميات ضخمة بدلا من الحاسبات التقليدية .

11.6.5. انتاج أجهزة توسيع الشبكات (الموسعات) مثل : مكبرات الاشارة .

11.6.6. تصنيع وحدات معالجة تمتاز بالسرعات الهائلة فضلا عن قدرتها على توفير الطاقة والانبعاث الحرارى وذلك يعود الى استخدام الموصلات الضوئية .

11.6.7. تطوير مواد جديدة يمكن استخدامها فى تصنيع الكترونيات أصغر وأسرع وأقوى ، حيث تمكن العلماء من انتاج " ترانزستورات " دقيقة (متناهية الصغر) وذلك لبناء وحدات معالجة حجمها يعادل جزء من تلك المستخدمة فى شرائح السليكون المتطورة .

11.6.8. تطوير ذاكرة الوصول العشوائى : حيث تم انتاج ما يسمى " بذاكرة الوصول العشوائى النانوية NRAM والتى تمتاز بسرعتها وقدراتها الهائلة والتى تفوق امكانيات ذاكرة الفلاش ،و أقراص التخزين الصلبة ،و ذاكرة DRAM ،و ذاكرة SRAM ؛ حيث تمتاز ذاكرة NRAM (بسعتها التخزينية الهائلة – مقاومتها للحرارة والبرودة – البيانات المخزنة بها تتسم بالديمومة حتى بعد انفصال مصدر الطاقة – أسرع وأقل استهلاكا للطاقة) ولهذه الميزات فان هذه الذاكرة تصلح للاستخدام مع أجهزة الخوادم فى الشبكات (فالخوادم فى الشبكات يتصل بها محطات عمل تقوم باستخدام ما هو مخزن فى ذاكرتها من ملفات وبرامج وبالتالى تحتاج هذه الخوادم الى ذاكرة ذات سعة تخزينية كبيرة ، فضلا على أن هذه الذاكرة تحقق الكثير من الفوائد لشبكات الخادم والعميل ، فالمطلوب دائما فى مثل هذه الانواع من الشبكات اجراء عمليات النسخ الاحتياطى للملفات وذلك للحفاظ على نسخة احتياطيه من الملفات يتم العمل بها فى حالة حدوث اى عطل فى ذاكرة الخادم ، وبالتالى نجد أنه ومع استخدام ذاكرة NRAM لا نحتاج الى اجراء عمليات النسخ الاحتياطى وبالتالى نوفر نفقات اجراء هذه العملية ، فهذه الذاكرة تمتاز بعدم فقدان ما تحتويه من بيانات فالبيانات عليها تمتاز بالديمومة) . والى جانب ذاكرة NRAM ، توصل المتخصصين بفضل تقنية النانو الى انتاج نوع آخر من الذاكرة يسمىMRAM والتى تعتمد على استخدام " أنابيب الكربون النانوية – وهى أنابيب من الكربون النقى سمكها لا يتجاوز بضعة نانومترات " كبديل " للترانزستورات " التى اعتمدت عليها ذاكرة التخزين فى الماضى (، كذلك توصل علماء من مركز أبحاث IBM الى تصنيع وحدة تخزين بيانات تسمى (ملىبيد) وتتميز بسمكها الصغير وقدرتها على مسح ما عليها من معلومات أكثر من مرة واعادة التخزين عليها .

11.6.9. فيما يخص بطاريات اجهزة الكمبيوتر المحمول ، نجح العلماء من تطوير بطاريات الليثيوم ، حيث عملوا على زيادة قدرتها الى 10 مرات لتخدم وتعمل 20 ساعة بدلا من ساعتين .

11.6.10. وسينزل عملاق الكمبيوتر ‘‘هاولت باكارد ’’ قريبا إلى السوق 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 تملق وجمع جزيئين غير قابلين للاجتماع إلى بلور ثلاثي الأبعاد . وبذلك تم اختراع ماده غير موجودة في الطبيعة ’’ ملغنسيوم مع خصائص مولده للضوء مصنوعة من نانو ’’ و ’’ أوكسيد الحديد محاطا برصاص السيليناید ’’ . وهذه المادة تعد نسف موصلة للحرارة وقادرة على توليد الضوء. وهذه الميزة الخاصة لها استعمالات كثيرة في مجالات الطاقة والبطاريات . وقد أوردت مجله الايكونوميست مؤخرا أن الكلام بدأ عن ماده جديدة مصنوعة من نانو جزيئات تدعى قسم ’’ Quasam ’’ ’’ كأنها كلمه عربية ’’ تضاف إلى البلاستيك والسيراميك والمعادن فتصبح قويه كالفولاذ خفيفة كالعظام وستكون لها استعمالات كثيرة خصوصا في هيكل الطائرات والأجنحة ، فهي مضادة للجليد ومقاومه للحرارة حتى 900درجه مئوية.طوير تكنولوجيا النانو يمكن أن يتسارع بخطوات تجعلنا في لحظة ما غير مدركين وغير مستعدين لها.

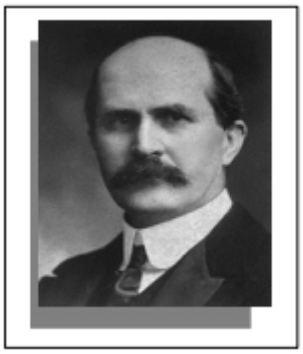
12. تقنيات التقدير النانوي

هنالك عدة تقنيات تعتبر اساسية ومهمة في تشخيص الدقائق النانوية :

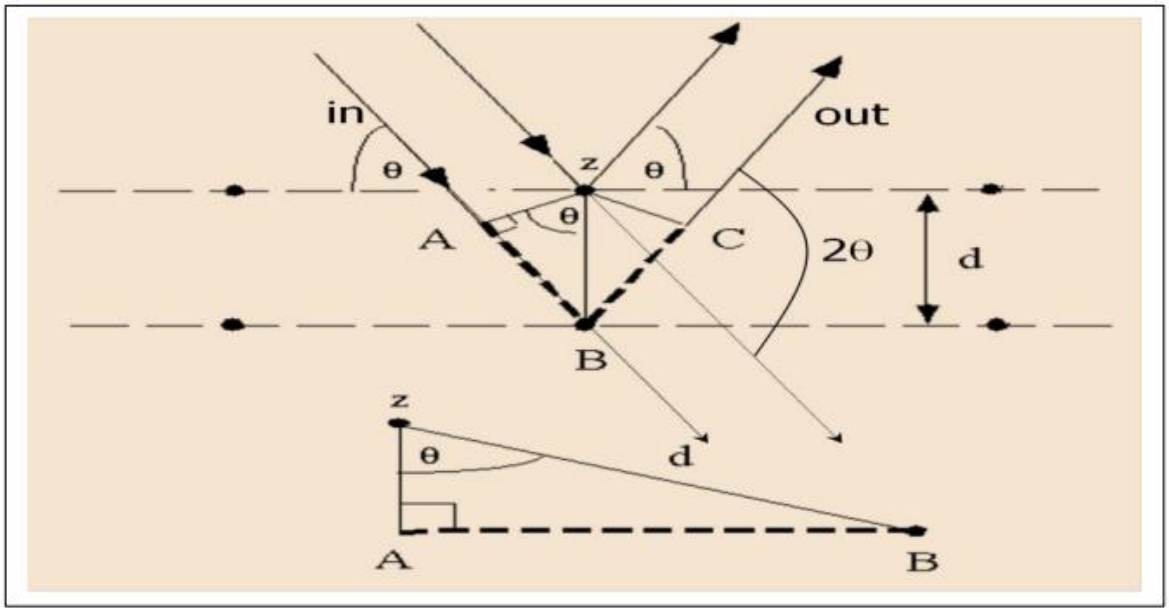
12.1. السينية االشعة حيود تقنية X-Ray diffraxtion XRD

اكتشفت اشعة اكس(X)من قبل العالم الفيزيائي االلماني رونتكن Rontgen عام 1895 واسماها X اشارة الى عدم معرفة اصلها. وهي عبارة عن اشعة كهرومغناطيسية طولها الموجي 0.01 . 10 نانو متر. [30]

12.1.1. Bragg's Law براك قانون



وجد العالم براك معادلته الشهيرة عام 1912.وحصل على جائزة نوبل عام 1915 لتصنيعة جهاز لقياس اشعة اكس لبلورة ملح الطعام باستخدام البالتين كمصدر للاشعة كاثود. فعند سقوط اشعة على بلورة اومادة بلورية سوف ينعكس الضوء مولد زاوية A ومعطية شكل أشبه بالمثلث . [32]



شكل14 مبدا حيود االشعة السينية في البلورات

$AB+BC = n\lambda$ .....(1)

n= 2, 3....., 2 is 2nd order and 3 is 3rd order .

حيث ان: λ يمثل الطول الموجي للضوء المولد لالشعة السينية ويكون غالبا لعنصر

النحاس $K\alpha 1$ Cu =1.5405Å = 0.1540 nm

$AB+BC= 2d \sin\theta$ .....(2)

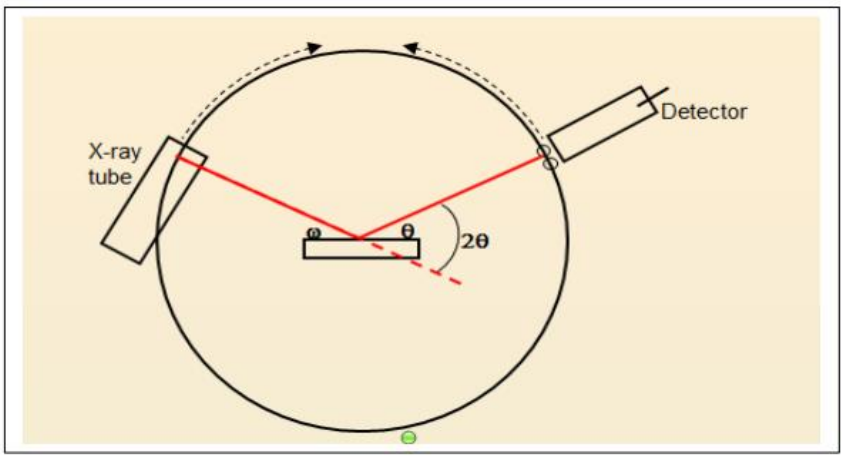
و تمثل d المسافة بين مستويين في البلورة (Spacing-d)و تمثل θ زاوية براك وبمساواة معادله (1)مع (2)ينتج معادلة براك (Bragg)

ملحوظة: λ المناسبة يجب ان تكون اقل او تساوي 2d

$n\lambda = 2d \sin \theta$ .....(3)

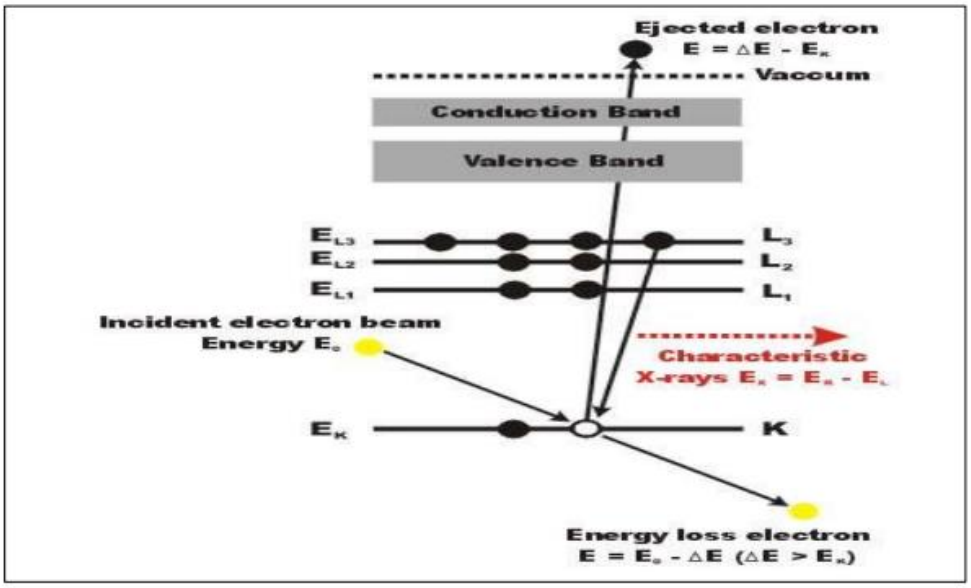
12.1.2. XRD: الـ جهاز مكونات

يتكون جهاز XRD من انبوب للعنصر المولد الشعة الـ Ray.X(كاثود(مثل Cu باالضافة الى موحد الطول الموجي مثل الـ Ni وخلية فحص العينة (بهيئة باودر) وأخيرا جهاز الكاشف detector.



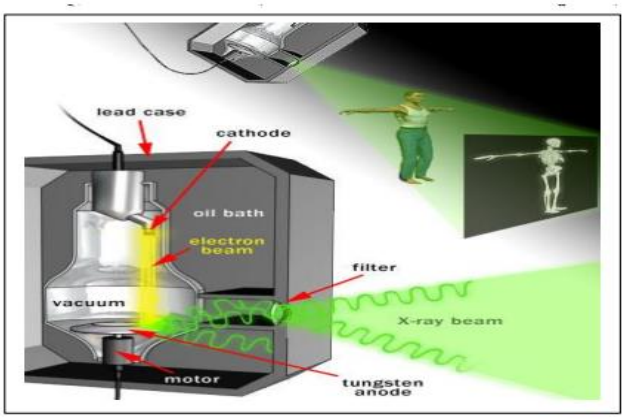
شكل15مبدا عمل جهاز قياس حيود االشعة السينية الـ Dif

اذ تتولد اشعة X عند قصف معدن معين باشعة معينة عندئذ سوف يقفز الكترون من المستويات الداخلية القريبة من النواه (K)عندئذ سيضطر (e)الكترون من المستوى L من النزول الى المستوى K محررا طاقة كهرومغناطيسية بهيئة اشعة اكس . [31]



شكل 16ميكانيكية تولد اشعة اكس

حيث تكون شدة االشعة المتولدة لدى نزول الكترون من المستوي L3 الى المستوى K اكثر شدة مقارنة بنزول الكترون من المستوي L1 الى المستوى K .ويستفاد من تحليل حيود االشعة السينية لمعرفة مكونات الطور وتشخيصها (التعرف على نقاوة المادة) والنسب المئوية للمكونات، وحساب الحجم البلوري بشكل تقريبي)لمعرفة هل البلورة نانوية ام ال(. و للأشعة السينية استخدام طبي يهدف الى تصوير العظام لأغراض العلاج. [32]



شكل17يوضح استخدام االشعة السينية في تصوير حاالت امراض العظام والمفاصل.

12.1.3. معادلة شرر Scherrer Equation

وضع العالم شرر معادلته الخاصة بحساب الحجم البلوري عام 1918 من تحوير معادلة براك واصبحت تعرف بمعادلة ديباي – شرر equation Scherrer - Debye. [33]

$$L = \frac{K.\ \lambda}{B.\ \cos\theta} \qquad \ldots\ldots(4)$$

L = Size of crystallite (nm)

K = constant dependent on crystallite shape (0.94 -0.89)

λ = x-ray wavelength (mostly λ for Cu)

B = FWHM (full width at half max) or integral breadth

θ = Bragg Angle

فكلما كان عرض الحزمة B كبير كلما كان الحجم البلوري صغير. كما ان افضل مدى لـ 2θ يكون عند مدى بين 30-50 درجة لكون الحزم متمائلة ومعظمها احادية لذا تعطي نتائج اكثر دقة. بالنسبة للثابت K فهو المسؤل عن شكل البلورة. فاذا كانت البلورة كروية فتعوض القيمة 0.94واذا كانت انبوبية او شبه كرويه فتعوض 90.0 ،واذا كانت بهيو سلك مثال فتعوض 0.89.....وهنالك مصادر تشير ان له قيم 62.0 الى 08.2.

0.25 منها يطرح ان يجب(FWHM B)Full Width half at maximum الى بالنسبة وهو ما يسمى بعرض الحزمة العائده للجهاز

$$B = B - 0.25 \qquad \ldots\ldots(5)$$

فالقيمة المعطاه محسوبة بوحدة الدرجة degree لذا يجب ان تحول الى النظام النصف قطري radians بضرب القيمة بـ$(\frac{\pi}{180})$ اي $\rightarrow \frac{2\pi}{360}$

12.1.4. عملية تحليل مادة الباودر باستخدام تحليل XRD

تعد هذه الطريقة من اكثر الطرائق استخداما، اذ تستخدم العينة بهيئة باودر وبحجم قليل جدا (1- 2 ملغم) في خلية معدنية وتوضع بالجهاز الذي يدور بزوايا مختلفة ليعطي حزم مختلفة المواقع والشدد والتي يمكن من خاللها تحديد نوعية المادة، باالضافة الى قيم عديدة لمعامالت مختلفة يمكن من خاللها احتساب معدل حجم البلورة وغيرها. مثال على هذه الطريقة استخدام عينه من TiO_2 واخذ تحليل XRD لها سوف ينتج رسم بياني بين الشدة و ؟؟2 فتظهر عدة حزم دليل على ان TiO_2 هي متعددة البلورات اي تمتلك معامل بلورية > 1 . ان موقع القيمة نسبه الى ؟؟2 هي دليل على المسافة بين المستويات d فكلما كانت الحزمة عالية الشده علما دل على وجود عدد كبير من هذه المستويات ضمن ذلك االتجاه وتعطي بلورة اكبر حجما وأصغر مساحة سطحية. فمن خالل تحليل XRD سوف نحصل على نتائج هي قيم 2θ و I(الشدة) و I/I_1(النسبة المئوية) و FWHM(منتصف اعلى حزمة) وغيرها . يستفاد من هذه القيم المجدولة بحساب معدل الحجم البلوري Size Crystallite mean باستخدام معادلة ديباي شيرر equation Scherrer – Debye .[34]

12.2. الميروسكوبات

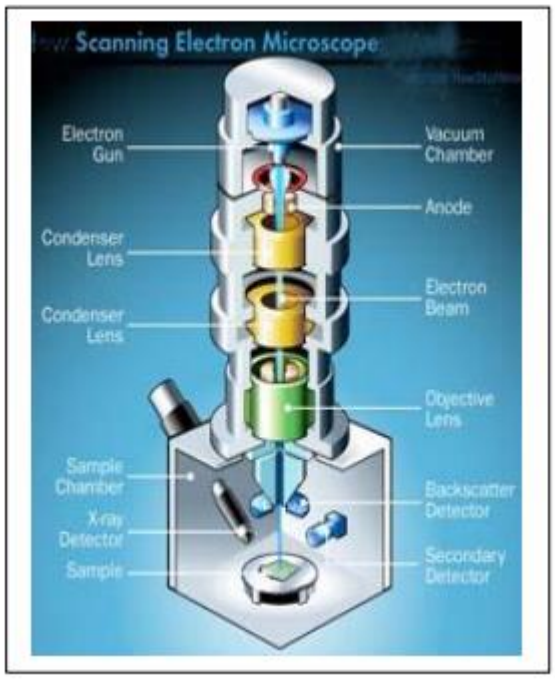
12.2.1. الميكروسكوب الماسح الإلكتروني

Scanning Electron Microscope(SEM)

يستخدم هذا الميكروسكوب كاداة في قياسات المواد النانوية حيث يستخدم لـ :

1. تحليل وتعيين خواص اسطح العينات سواء كانت سميكة او رقيقة .
2. معرفة شكل العينة 0كروي . انبوبي ...الخ
3. قياس ابعادها الخارجية (هل هي نانوية ام ال؟).
4. يمتلك قوة تكبير من 10الى نصف مليون مرة .
5. حساسية الجهاز عالية بحيث يمكن تحديد ابعاد الدقائق ذات حجم اقل من1 نانو .
6. يستخدم لدراسة سطوح الفلزات، السيراميك، البوليمرات وتراكيب المواد والمواد البايولوجية.

12.2.1.1. مبدأ عملة :



يعتمد على قياس تشتت الإلكترونات (e Scattered)من النموذج نتيجة تسليط حزمة من الإلكترونات على سطح النموذج تحت عملية التفريغ Vacuum ،إذ تركز حزمة الإلكترونات المسلطة بوساطة مجموعة في العدسات الكترومغناطيسية، حيث يكون الشعاع المسلط ذي طبيعته مزدوجة من الخصائص الموجية والجسيمية والشبيهة بالضوء الثابت. هذه الحزمة من الضوء تمر على سطح العينة وتجري مسح لها تحتاج 50 ev فالإلكترونات المتشتتة الناتجة سوف تذهب الى الكاشف بعدها الى أنبوب الأشعة الكاثودية من خالل المكبر Amplifier إذ تتكون الصورة هنا وتعطي معلومات عن سطح العينة.[29]

ملحوظة/ يجب ان يكون لـ SEM له قابلية التوصيل الالكتروني مع السطح لذا يمكن إستخدامة للعينات غير الموصلة او المحمية.

12.2.1.2. مساويء هذه التقنية

1. تحتاج الى تفريغ عال Vacuum
2. تحتاج وقت لتهيئة العينة
3. ارتفاع كلفة التحليل
4. عدم وضوح النتائج الحجم المقاس عندما تكون هنالك قابلية لتجمع الدقائق المقاسة نتيجة لميلها الشديد لاللتصاق ببعضها .

12.2.2. الميكروسكوب النافذ الإلكتروني

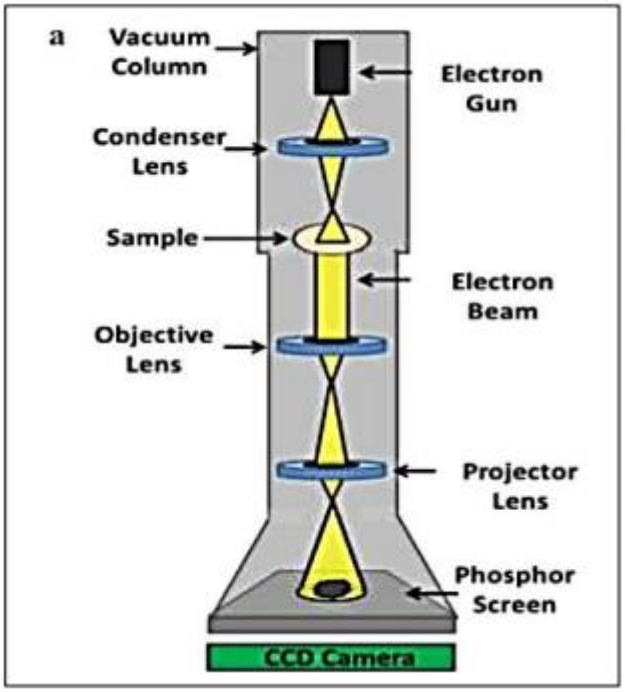
Transmission Electron Microscope (TEM)

يستخدم هذا الجهاز كاداه اكثر دقة لتعين ودراسة المواد النانوية اذ يملك المميزات التالية :

1. له قوة تكبير عالية بحدود مليون مرة مع دقة متناهية بحدود 1.0 . 2.0 نانو وهي كافية لفحص البنية الداخلية للمادة وترتيب الدقائق داخل الشبكية البلورية.
2. حساسية الجهاز عالية جدا بحيث يقيس حجم الدقائق تحت 1 نانو.
3. يستخدم لتعيين مقاييس ابعاد الدقائق)حجم الدقيقة(المدروسة باالضافة الى شكلها المورفولوجي.
4. تحديد بنية المواد النانوية مهما تدنت ابعادها وتعيش فصيلة انتماءها البلوري .
5. يستخدم لتعيين الخصائص الفيزيائية: مثل نقطة االنصهار، الصالدة، مقاومة االجهاد المتانة، الموصلية الكهربائية، النشاط الكيميائي.
6. يمكن تعيين العناصر الداخلية في تركيب المادة النانوية وتحديد نسب تواجدها بدقة عالية عن طريق استخدام وحدة طاقة التشتت الطيفي لالشعة السينية Energy Disperse X-(EDX) Ray
7. تحتاج عملية التحليل الى أقل من 1 µg من العينة الموضوعة على شريحة رقيقة تحت ضغط تفريغ عال .

12.2.2.1. مبدأ العمل :

يعتمد على نفس مبدأ عمل SEM ولكنه نفس داخل العينة اي للشعاع الإلكتروني المسلط القابيلة على اختراق العينة متوسط صورتها أفقيا . يجب معالجة العينة قبل القياس اذ يخفض سمكها بحيث تصبح رقيقة مما يتيح للشعاع النفوذ خاللها بسهولة مما يعطي نتائج أفضل . يتركب الجهاز من مصدر للأشعة الإلكترونية مصنوع من التنكتسن او



بلورة LaB6 ، كما تحتاج الى طاقة عالية (100-400Kev) مصدرها حزمة الإلكترونات التي تتجمع او تكشف بوساطة العدسات المكثفة لمغناطيسية حيث يسمح بمرورها عبر النموذج المعرض الى تفريغ عال. ومن خلال الحزمة النافذة وعدد الحزم المنعكسة (المغيرة لاتجاهها) إذ يمكن الحصول على صورة على الشاشة المفسفرة والموجودة تحت العينة . إذ تعطي الصورة بعد المعالجة حجم وشكل التركيب المايكروي بحدود قليلة يقترب من التركيب الذري . فالصورة الناتجة تكون ذات دقة عالية لذا تعطي معلومات حول التركيب الذري عن طريق إعادة اتحاد الحزمة النافذة مع الحزمة المغيرة لمسارها معا .

12.2.2.2. مساوئ هذا الجهاز :

1. يحتاج الى عملية تفريغ عالية
2. تحتاج عملية تحضير النموذج الى وقت طويل
3. فقدان بلورية او كتله بعض العينات الحساسة لأشعة ذات الحزمة الإلكترونية المستخدمة في هذا الجهاز.

5. التوصيات

وفي ضوء ما ذكرناه سابقاً نأمل أن نكون قد وفقنا في عرض ميسر لمفهوم تقنية النانو وأهميتها في الحياة والمستقبل وتأثيرها على شتى النواحي العلمية والاقتصادية والصناعية والتعليمية والاجتماعية والطبية ليكون ذلك منطلقاً لتفعيل النانوتكنولوجي في حياتنا العامة والعلمية والتعليمة . كما نتمنى أن نكون ألقينا الضوء على أهمية النانوتكنولوجي في شتى مجالات الحياة وأهمية البحث العلمي ودوره في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والتطور لمجتمعنا الغالي وشتى المجتمعات. ونتيجة لما لهذا الموضوع من أهمية اتقدم ببعض التوصيات التي أرجو من الله أن تكون محل نظر من قبل العاملين في عذا المجال وهي :

1. التوسع في مجال البحث العلمي في هذا الاتجاه في جميع النواحي العلمية الطبية والهندسية والزراعية والبيئية بصفة عامة حتى يمكن متابعة ما هو جديد في الاستفادة بهذا المجال في النواحي التطبيقية.
2. اقامة ندوات في هذا الصدد بصفة دورية أو كلما دعت الحاجة الى الاطلاع الى الجديد في هذا المجال تتبناه الجامعات باقسامها العلمية المتعددة والمراكز البحثية.
3. التوصية بانشاء وحدة بحثية في هذا المجال بتمويل علمي ومالي واداري بحيث تخدم هذه الوحدة البيئة والمجتمع في جميع الاتجاهات الطبية ...والبيطرية.....والزراعية ... وغيرها .
4. متابعة ودراسة الاستخدامات الخاصة بالنانو تكنولوجي واثر هذا الاستخدام التطبيقي من حيث مدى نجاحة وكذا تتبع ما اذا كانت هناك أي آثار جانبية تنتج من الاستعمال.
5. فيما يتعلق باستخداماته في مجال مكافحة الافات الزراعية يجب الاهتمام ايضاً بتاثير هذا الاستخدام على الأعداء الحيوية المتواجدة جنباً الى جنب مع الآفات محل الدراسة.

هذا وما كان في هذا العمل من صواب فمن الله وحده وتوفيقه وما كان فيه من خطأ أو نقص أو خلل فمن أنفسنا واجتهادنا ونسال الله القبول والغفران .

والله ولي التوفيق،،،

وصلى الله وسلم على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

6. المصادر

1. Apply nanotech to up industrial, agri output نسخة محفوظة 26-04-2012 على موقع واي باك مشين., The Daily Star (Bangladesh), 17 April 2012. نسخة محفوظة 27 أكتوبر 2012 على موقع واي باك مشين.
    a. Wireless Nanocrystals Efficiently Radiate Visible Light". تمت أرشفته من الأصل في 14 November 2012. 2015 اطلع عليه بتاريخ 05 أغسطس.
    b. Mashaghi ،S.؛ Jadidi ،T.؛ Koenderink ،G.؛ Mashaghi ،A. "Lipid Nanotechnology". Int. J. Mol. Sci. 2013 (14): 4242–4282. تمت أرشفته من الأصل في 27-09-2013.
2. "Wireless Nanocrystals Efficiently Radiate Visible Light". تمت أرشفته من الأصل في 14 November 2012. 2015 اطلع عليه بتاريخ 05 أغسطس.
3. Mashaghi ،S.؛ Jadidi ،T.؛ Koenderink ،G.؛ Mashaghi ،A. "Lipid Nanotechnology". Int. J. Mol. Sci. 2013 (14): 4242–4282. 27-09-2013 تمت أرشفته من الأصل في.
4. تقانة الكربون النانوية في السيف الدمشقي الذي يعود إلى القرن السابع عشر، باللغة الإنكليزية نسخة محفوظة 14 أكتوبر 2016 على موقع واي باك مشين.
5. (الصالحي والضويان، 2007م،)
6. صحيفة الاقتصادية الإلكترونية العدد 5966 الأربعاء 26 صفر 1431 هـ. الموافق 10 فبراير 2010
7. University of Waterloo, Nanotechnology in Targeted Cancer Therapy, http://www.youtube.com/watch?v=RBjWwlnq3cA 15 January 2010
8. Press Release: American Elements Announces P-Mite Line of Platinum Nanoparticles for Catalyst Applications, October 3, 2007 نسخة محفوظة 01 أبريل 2016 على موقع واي باك مشين.
9. Platinum nanoparticles bring spontaneous ignition, April 25, 2005 نسخة محفوظة 20 ديسمبر 2016 على موقع واي باك مشين.
10. Electrocatalytic oxidation of methanol نسخة محفوظة 17 يناير 2016 على موقع واي باك مشين.
11. Hillie, Thembela and Mbhuti according to sunil this method of catalysis will surely improve the performances of the old catalysis methodsHlophe.

"Nanotechnology and the challenge of clean water." Nature.com/naturenanotechonolgy. November 2007: Volume 2.

12. PMID 18654395. doi:10.1038/nnano.2007.350. Cite uses deprecated parameter |coauthors= (مساعدة)
13. Waldner ،Jean-Baptiste (2007). Nanocomputers and Swarm Intelligence. London: ISTE. 26 صفحة. ISBN 1847040020.
14. Suresh Neethirajan, Digvir Jayas. 2009. Nanotechnology for food and bioprocessing industries. 5th CIGR International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management, Postdam, Germany. 8 p.
15. Canola Active Oil http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/browse/products/canola_active_oil/
16. صحيفة الاقتصادية الإلكترونية العدد 5966 الأربعاء 26 صفر 1431 هـ. الموافق 10 فبراير 2010 .
17. Nano-foods: The Next Consumer Scare? http://www.islamonline.net/servlet/Satellite?c=Article_C&pagename=Zone-English-HealthScience%2FHSELayout&cid=1216208224637
18. Welcome to sainsce.com نسخة محفوظة 31 مارس 2013 على موقع واي باك مشين.
19. Cavalcanti A, Shirinzadeh B, Freitas RA Jr, Hogg T. (2008). "Nanorobot architecture for medical target identification". Nanotechnology. 19 (1): 015103(15pp). doi:10.1088/0957-4484/19/01/015103. روابط خارجية في |title= (مساعدة)
20. University of Waterloo, Nanotechnology in Targeted Cancer Therapy, http://www.youtube.com/watch?v=RBjWwlnq3cA 15 January 2010
21. Allen TM, Cullis PR. (2004). "Drug Delivery Systems: Entering the Mainstream". Science. 303 (5665): 1818–1822. PMID 15031496. doi:10.1126/science.1095833. روابط خارجية في |title= (مساعدة)

22. Nie, Shuming, Yun Xing, Gloria J. Kim, and Jonathan W. Simmons (2007). "Nanotechnology Applications in Cancer". Annual Review of Biomedical Engineering. 9: 257. PMID 17439359. doi:10.1146/annurev.bioeng.9.060906.152025.

23. Vaughn JR. (2006). "Over the Horizon: Potential Impact of Emerging Trends in Information and Communication Technology on Disability Policy and Practice". National Council on Disability, Washington DC.: 1–55. روابط خارجية في |journal= (مساعدة)

24. Sierra, D. P., Weir, N. A., Jones, J. F. (2005). "A review of research in the field of nanorobotics". U.S. Department of Energy - Office of Scientific and Technical Information Oak Ridge, TN. SAND2005-6808: 1–50. doi:10.2172/875622. روابط خارجية في |journal= (مساعدة)

25. Tarakanov, A. O., Goncharova, L. B., Tarakanov Y. A. (2009). "Carbon nanotubes towards medicinal biochips". Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology. 2 (1): 1–10. doi:10.1002/wnan.69.

26. Ignatyev, M. B. (2010). "Necessary and sufficient conditions of nanorobot synthesis". Doklady Mathematics. 82 (1): 671–675. doi:10.1134/S1064562410040435.

27. Cerofolini, G., Amato, P., Masserini, M., Mauri, G. (2010). "A Surveillance System for Early-Stage Diagnosis of Endogenous Diseases by Swarms of Nanobots". Advanced Science Letters. 3 (4): 345–352. doi:10.1166/asl.2010.1138.

28. Yarin, A. L. (2010). "Nanofibers, nanofluidics, nanoparticles and nanobots for drug and protein delivery systems". Scientia Pharmaceutica Central European Symposium on Pharmaceutical Technology. 78: 542. doi:10.3797/scipharm.cespt.8.L02.

29. Wang, J. (2009). "Can Man-Made Nanomachines Compete with Nature Biomotors?". ACS Nano. 3 (1): 4–9. PMID 19206241. doi:10.1021/nn800829k.

30. Maxwell ،J. Clerk (1 January 1865). "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field". Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 155: 459–512. doi:10.1098/rstl.1865.0008.

31. She ،Alan؛ Capasso ،Federico (17 May 2016). "Parallel Polarization State Generation". Scientific Reports. 6: 26019. PMC 4869035Freely accessible. PMID 27184813. doi:10.1038/srep26019.

32. John M. Cowley (1975) Diffraction physics (North-Holland, Amsterdam) ISBN 0-444-10791-6.

33. P. Scherrer ،Göttinger Nachrichten Gesell. 98 ص ، 1918 ، 2 المجلد. ،.

34. a Patterson, A. (1939). "The Scherrer Formula for X-Ray Particle Size Determination". Phys. Rev. 56 (10): 978–982. Bibcode:1939PhRv...56..978P. doi:10.1103/PhysRev.56.978.