جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال البيئة الحديثة

بحث مقدم الئ جامعة بابل كلية التربية للعلوم الصرفة قسم الفيزياء وهو من احد المتطلبات لنيل شهادة البكالوريس في الفيزياء

مقدم من قبل الطالبة

بنين فلاح عبد الحسن خسباك المعموري

بأشراف

أ.د احمد هاشم

١٤٤٤هجري ٢٠٢٣ميلادي

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

{ وَاصْبِرْ فَإِنَّ اللَّهَ لَا يُضِيعُ أَجْرَ الْمُحْسِنِينَ }

صدق الله العلي العظيم

[هود: ١١٥]

الباحثة.

الاهداء

أهدي تخرجي الى النور الذي انار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره ابدا والذي بذل جهد السنين من اجل ان اعتلي سلالم النجاح والدي العزيز والى من اخص الله الجنة تحت قدميها وغمرتني بالحب والحنان واشعرتني بالسعادة والامان هي حيات وكل عمري والدتي العزيزة إلى اخواني واختي الذي يمدني وجودهم بالأمان حيث كانوا خير سند لي في رحلتي ودفعني لأتجاوز كل الصعوبات بقلب واسع ودعم قوي .

الباحثة.

الشكر والتقدير

الحمد لله عبده والصلاة والسلام على خير خلق الله نبينا محمداً ورسوله القائل "لا يشكر الله من لا يشكر الناس " . من منطلق هذا التوجيه النبوي الشريف ، أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كلية التربية للعلوم الصرفة قسم الفيزياء الذي احتضنتا علمياً حتى نحصل على أعلي درجة من العلم والمعرفة ، ، وقدمت لي كافة المساعدات المعنوية ، سهلت مهمة إجراءات الحصول على المعلومات لكافة جوانب الدراسة فلها من الباحث جزيل الشكر والعرفان .

وأخص بالذكر والثناء والدعاء والامتنان الى الدكتور د. احمد هاشم 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 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 نفعه الجميع ، فله جزيل الشكر والتقدير ، ومن الله تعالى الأجر والمثوبة إن شاء الله يعم مني

الباحثة.

ملخص البحث

يعد توفير البيئة النظيفة الآمنة من التحديات الكبيرة التي تواجه الإنسانية، فنتيجة للأنشطة الإنسانية المختلفة آلاف السنين في الزراعة والصناعة والإسكان وحرق الوقود والقضاء على الغابات والرقعة الزراعية فقد لحق بالبيئة دمار كبير ، وتلوث الهواء والماء والتربة ، ونتج عن ذلك جملة من المخاطر والمشاكل التي بدأت تهدد البشرية، ولعل أهمها انتشار الأمراض والأوبئة الناجمة عن التلوث، والتغير المناخي والاحتباس الحراري، والذي سبب مشاكل مناخية كبيرة أدت إلى العواصف والفيضانات من ناحية والجفاف والتصحر وشح المياه من ناحية أخرى، كما أنها قد تؤدي إلى مشاكل أكبر وأعمق إذا تأخرنا في مواجهة هذا التحدي، وتمتلك التطبيقات البيئية الخضراء لتقنية النانو تكنولوجي إمكانيات كبيرة لإصحاح البيئة (الهواء والماء والأرض ومعالجتها من التلوث الناجم عن الأنشطة الزراعية والصناعية والإسكان وغيرها، ولها مجموعة من الحلول قليلة التكاليف لمشاكل تنظيف البيئة. يعد مجال حماية البيئة من أبرز المجالات التطبيقية التي توليها تكنولوجيا النانو اهتماماً كبيراً نظراً إلى الترابط بين صحة الإنسان والظروف البيئية التي يعيش فيها ، وتهدف التكنولوجيا الخضراء الى استخدام تكنولوجيا أقل ضرراً على صحة الإنسان والبيئة ، وتؤدى بشكل تدريجي إلى أنظمة توليد وتخزين وتوزيع واستخدام نظيف وغير ملوثة للبيئة، وبذلك تقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير، وتنقذ العالم من مشكلة التغير المناخي والاحتباس الحراري، ومن هنا يهدف هذا البحث إلى استعراض التطبيقات واستخدامات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل. الكلمات المفتاحية استخدامات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو

الباحثة.

قائمة المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١	الاية	
٢	الاهداء	
٣	الشكر والتقدير	
٤	ملخص البحث	
٥	قائمة المحتويات	
٦	قائمة الاشكال	
٧	الفصل الاول.....	١
٨	المقدمة	٢
٩	تاريخ تقنية النانو	٣
١٠	النانو تكنولوجي	٦
١١	مبادئ وميزات النانو	٧
١٢	تصنيع المواد النانوية	٨
١٣	تصنيف المواد النانوية	٩
١٤	اشكال المواد النانوية	١١
١٥	الفصل الثاني	١٧
١٦	تقنية النانو الخضراء	١٨
١٧	المعالجة البيئية	١٩
١٨	الفوائد البيئية للنانو الخضراء	٢٠
١٩	المخاطرالبيئة للنانوالخضراء	٢١
٢٠	استخدامات النانو الخضراء	٢٣
٢١	الفصل الثالث	٢٦
٢٢	المناقشة والاستنتاج	٢٧
٢٣	المصادر	٣١

قائمة الاشكال

ت	الشكل	رقم الصفحة
(١-١)	جزئ الفلورين شبية بالكرة	١١
(١-٢)	الكرات النانوية	١٢
(١-٣)	صورة توضيحية لكرة النانو	١٢
(١-٤)	جسيم النانوية	١٢
(١-٥)	الانابيب النانوية	١٣
(١-٦)	صورة توضيحية الالياف النانوية	١٤
(١-٧)	صورة بواسطة الميكروسكوب الماسح الالكتروني للأسلاك النانوية	١٥

الفصل الاول

١-١المقدمة.

تعتبر تقنية النانو تقنية حديثة ولها العديد من التطبيقات التى تتضمن تصنيع جزيئات أو جسيمات في مدى مقياس النانو. وعرفت تقنية النانو بأنها مجال متطور ينطوي على تصنيع وتجهيز وتطبيق العديد من التركيبات والأجهزة والأنظمة المتكونة من وحدات متناهية الصغر. لقد انبثقت فكرة تقنية النانو من الكلمة اليونانيةnano وتعني القزم' كما عرفت الجسيمات النانونية بأنها الجسيمات المنفردة التى لا يزيد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر. وترجع الخصائص والميزات الفريدة من نوعها للجسيمات النانونية إلى صغر قياسها بالإضافة إلى التركيب الكيميائي والبنية السطحية لها. ولقد أفسحت الخصائص المميزة والتغييرات الفيزيائية للمواد المختلفة فى قياس النانو إلى تطوير خواص المنتجات الصناعية الأمر الذى نتج عنه زيادة حقيقية ومؤثرة فى التطبيقات الصناعية والطبية. لقد بدأت الجسيمات النانونية تجد طريقها إلى البيئة المحيطة بنا نتيجةً للاستخدام اللامحدود لمنتجات تقنية النانو وللمواد النانونية' ولهذا تم التنويه عن مصادر الجسيمات النانونية وسلوكها وتأثيراتها في البيئة. كما تمت الإشارة إلى التقنيات المختلفة لتقييم انتشار ومصير وسلوك المواد النانونية في البيئات المختلفة بالإضافة إلى المخاطر المحتملة للجسيمات والمواد النانونية [١]

١-٢ تاريخ تقنية النانو

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. كما يمكن الإشارة إلي أن كلمة النانو مشتقة من الكلمة الاغريقية (dwarf) والتي تعني جزء من البليون من الكل، ويعرَّف النانومتر بأنه جزء من البليون من المتر، وجزء من الألف من المايكرومتر. ولتقريب هذا التعريف إلي الواقع فإن قطر شعرة الرأس يساوي تقريبا ٧٥٠٠٠ نانومتر، وكذلك فإن نانومتر واحد يساوي عشر ذرات هيدروجين مرصوفة بجانب بعضها البعض طوليا (بمعنى أن قطر ذرة الهيدروجين يساوي ٠.١ نانومتر) كما أن حجم خلية الدم الحمراء يصل إلي ٢٠٠٠ نانومتر، ويعتبر عالم النانو الحد الفاصل بين عالم الذرات والجزيئات وبين عالم الماكرو.

تتمثل تقنية النانو في توظيف التركيبات النانوية في أجهزة وأدوات ذات أبعاد نانوية، ومن المهم معرفة أن مقياس النانو صغير جدا جدا بحيث لا يمكن بناء أشياء أصغر منه.[٢]

وفي العصر الحديث ظهرت بحوث ودراسات عديدة حول مفهوم تقنية النانو وتصنيع موادها وتوظيفها في تطبيقات متفرقة، وسنتعرض هنا لبعض الأحداث المثيرة التي صنعت مسيرة هذه التقنية وجعلتها تقنية المستقبل، ففي عام ١٩٥٩ تحدث العالم الفيزيائي المشهور ريتشارد فيمان إلي الجمعية الفيزيائية الأمريكية في محاضرته الشهيرة بعنوان (هنالك مساحة واسعة في الأسفل) قائلا بأن المادة عند مستويات النانو (قبل استخدام هذا الاسم) بعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس، كما أشار إلي إمكانية تطوير طريقة لتحريك الذرات والجزيئات بشكل مستقل والوصول إلي الحجم المطلوب، وعند هذه المستويات تتغير كثير من المفاهيم الفيزيائية، فمثلا تصبح الجاذبية أقل أهمية وبالمقابل تزداد أهمية التوتر السطحي وقوة تجاذب فاندر فالز. وقد توقع أن يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو دوراً جذريا في تغيير الحياة الإنسانية. [٢]

وقبل هذه المحاضرة، وبالرغم من وجود أبحاث قليلة على مواد بمستوى النانو وإن كانت لم تُسمّى بهذا الاسم، فقد تمكن أهلير من تسجيل مشاهداته للسليكون الاسفنجي (porous silicon) عام ١٩٥٦، وبعد ذلك بعدة سنوات تم الحصول على إشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة عام ١٩٩٠ حيث زاد الاهتمام بها بعدئذ.

كما أمكن في الستينيات تطوير سوائل مغناطيسية (Ferro fluids) حيث تُصنَع هذه السوائل من حبيبات أو جسيمات مغناطيسية بأبعاد نانوية، كما اشتملت الاهتمامات البحثية في الستينات على ما يُعرف بالرنين البارا مغناطيسي الإلكتروني (EPR) لإلكترونات التوصيل في جسيمات بأبعاد نانوية تُسمى آنذاك بالعوالق أو الغروانيات (colloids) حيث تُنتَج هذه الجسيمات بالفصل أو التحلُّل الحراري (heat de-composition).

وفي عام ١٩٦٩ اقترح ليوايساكي تصنيع تركيبات شبه موصلة بأحجام النانو، وكذلك تصنيع شبكيات شبه موصلة مفرطة الصغر، وقد أمكن في السبعينات التنبؤ بالخصائص التركيبة 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 ١٩٧٤ عبر تعريف البروفيسور نوريو تانيقوشي في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة حيث قال (إن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل، اندماج، وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء)، وفي نفس الفترة ظهرت مفاهيم علمية عديدة تتداولها الأوساط العلمية حول التحريك اليدوي لذرات بعض الفلزات عند مستوى النانو، ومفهوم النقاط الكمية، وإمكانية وجود أوعية صغيرة جداً تستطيع تقييد إلكترون أو أكثر.

ومع اختراع الميكروسكوب النفقي الماسح (Scanning Tunneling Microscope) STM بواسطة العالمان جيرد بينج وهينريك روهر عام ١٩٨١، 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 ١٩٨٦ 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 كروتو، ريتشارد سمالي وروبرت كيرل، وهي عبارة عن جزيئات تتكون من ٦٠ ذرة كربون تتجمع على شكل كرة قدم (وقد حصلوا على جائزة نوبل في الكيمياء ١٩٩٦). [٢]

وفي عام ١٩٩٥ تمكن العالم الكيميائي منجي باوندي من تحضير حبيبات من شبه الموصلات الكادميوم / الكبريت (أو السلينيوم) أصغرها ذات قطر ٣ – ٤ نانومتر.

أما طرق تحضير العينات النانوية غير المتبلورة والمعتمدة على تقنيات الليزر، البلازما أو الحفر بشعاع إلكتروني وغيرها فقد وجدت منذ منتصف الثمانينات. كما أن المفهوم الفيزيائي للتقييد الكمي الإلكتروني (quantum confinement) قد بدأ في أوائل الثمانينيات أيضاً. وقد سُجّلت أول قياسات على تكميم التوصيلية في نهاية الثمانينيات وأمكن تصنيع أول ترانزستور وحيد الإلكترون (single electron transistor). وفي عام ١٩٩١ تمكن البروفيسور سوميو ليجيما من جامعة ميجي من اكتشاف أنابيب الكربون النانوية، وهي عبارة عن أنابيب اسطوانية مجوَّفة قطرها بضعة نانومتر ومصنوعة من شرائح الجرافيت. وبعد ذلك تم اكتشاف ترانزستور أنابيب الكربون النانوية عام ١٩٩٨، حيث يُصنَع على صورتين إحداها معدني والأخرى شبه – موصله. ويستخدم هذا الترانزستور في جعل الإلكترونات تتردد جيئة وذهاباً عبر إلكترودين، وتكمن أهمية هذا الترانزستور ليس فقط في حجمه النانوي ولكن أيضا بانخفاض استهلاكه للطاقة وانخفاض الحرارة المنبعثة منه.

وفي عام ٢٠٠٠ تمكن العالم الفيزيائي المسلم منير نايفه من اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر ١ نانو وتتكون من ٢٩ 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. [٢]

أما التجمُّع الذاتي (self–assembly) للجزيئات، أو ربطها تلقائياً مع سطوح فلزية فقد أصبحت في الوقت الحاضر ممكنة لتكوين صف من الجزيئات على سطحٍ ما كالذهب وغيره.

١-٣ النانو تكنولوجي

تكنولوجيا النانو (بالإنجليزية: Nanotechnology) هي تقنية تعمل على دراسة المادة وفهمها ومراقبتها بأبعاد تتراوح ما بين ١ و ١٠٠ نانومتر، والتي يمكن استخدامها في جميع المجالات العلمية المختلفة، مثل: الفيزياء، والكيمياء، والبيولوجيا، وعلوم المواد، والهندسة من الجدير بالذكر أنّ مصطلح تقنية النانو أو تكنولوجيا النانو يتعلق بالفهم الأساسي للخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية على المقاييس الذرية والجزيئية، والتحكم بهذه الخصائص الخاضعة للرقابة لإنشاء مواد وأنظمة وظيفية ذات قدرات فريدة. [٣]

أمثلة علي النانو تكنولوجي: [٣]

• قد تستخدم هذه التقنية في الكثير من المجالات المختلفة والمتعددة، وخاصة في مجال الطاقة والتي تتمثل في إمكانية التخزين والتحويل وأيضًا التصنيع، كما أن تقنية النانو تكنولوجي قد تعمل على زيادة النشاط في عملية تحول الضوء الحراري وذلك من خلال استخدام بعض الهياكل النووية، ومما هو لا شك فيه أن هذه التقنية الحديثة قد تعتبر صديقة البيئة لما لها من دور هام ورئيسي في عملية تقليل التلوث البيئي الناتج عن محرك الاحتراق، وذلك من خلال مسام نانوية غاية في الدقة بها جزيئات نانوية ومحولات محفزة قد تعمل على تنقية العوادم.

• بصريات النانو نتيجة للتطور التكنولوجي قد تم إنتاج نوعًا من النظارات الشمسية والتي قد تم تصميمها من نوعٍ خاص من الطلاءات السطحية المقاومة للخدوش، وذلك باستخدام بعض المكونات النانوية كما أن بصريات النانو قد تساعد في زيادة دقة تصحيح بؤبؤ العين وتساهم في صناعة القرنية.

• الطب النانوي حيث يهتم هذا المجال من التقنية النانوية في علاج كافة الأمراض السرطانية، وذلك عن طريق التعامل بالجزيئات النانوية عند إجراء التصوير من خلال استخدام الرنين المغناطيسي حيث تقوم بالتحديد الدقيق لمكان الورم السرطاني ويتم استخدام مسحوق النانو في صناعة العقاقير الطبية والأدوية العلاجية.

• الأدوات المنزلية حيث أصبح هناك العديد من الأصناف والأشياء التي قد تتضمن العديد من الجزيئات النانوية مثل السيراميك والزجاج، هذا وتساهم تقنية النانو في زيادة تحملها للحرارة وزيادة نعومتها كما تجعلها أسهل وأسرع في تنظيفها.

• الأغذية النانوية والتي تعتمد على إنتاج الأطعمة وتصنيعها على تقنية النانو، وذلك من خلال PIN ، وهو عبارة عن مشروع يحتوي على ٣ أنواع من الأطعمة وهي زيت الكانولا الذي يحتوي على بضع قطرات من الجزيئات النانوية والشاي النانوتي والشوكولاتة الخاصة بالحمية.

٤-١ مبادئ وميزات تقنية النانو

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 : [٤]

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

١-٥ تصنيع المواد النانوية

عند تصنيع مواد النانو فإن الحجم الصغير ليس هو الهدف النهائي فهناك خصائص و مظاهر أخرى اهم مصنعي المواد النانوية هي : [٦]

• **حجم النانو** : فالحجم مهم عندما تتعامل مع المواد النانوية فمثلا السيليكون النانوي عندما يكون حجم الجزيئات ١ نانومتر فإن السيليكون يشع لون ازرق بينما اذا كان حجم الجزيئات ٣ نانومتر فأنها تشع اللون الاحمر ، هذا على عكس المواد عندما تكون في حالتها العادية فالحجم غير مهم و لا تتغير خصائصها . اختلاف حجمها مع

• **شكل المواد** يجب ان تكون المادة المنتجة ذات شكل محدد و موحد فعندما يتغير شكل المواد فان خصائصها تتغير.

• **توزيع البعد** بحيث تكون ابعاد المادة المنتجة متقاربة . هل التوزيع منتظم أم

• **تركيب المواد :** ويعنى ان يكون التركيب الكيميائي لمادة النانو المنتجة متجانسا غير منتظم مستقرة ام لا؟

• **درجة التكتل (التجمع) :** هل هى متباعدة ام متقاربة حيث يجب الا يحدث تكتل لمادة النانو و في حالة حدوثه فإن خصائص المادة سوف تتغير ،

و هناك طريقتين رئيسيتين لتصنيع المواد النانوية كالآتى :

أ- **الشروع من قمة الى أسفل (Top – Down)** : و في هذه الطريقة يبدأ تكوين المادة النانوية من الاجسام الكبيرة بإزالة بعض مكوناتها وذللك للحصول على مقاييس أصغر ، بمعنى أنها تبدأ بحجم محسوس من المادة محل الدراسة وتصغر شيئاً فشيئاً حتى الوصول إلى المقياس النانوي

ب - **من القاع الى الأعلى (Bottom-Up)** : وهى تتم بوضع المكونات الأصغر كالذرات والجزيئات المنفردة مع بعضها البعض لتكوين نظام أكبر و أكثر تعقيدا ، وغالباً ما تكون هذه الطرق كيميائية، وتتميز بصغر حجم النواتج (نانومتر واحد) [٦]

١-٦تصنيف المواد النانوية

١-٦-١المواد النانوية احادية الابعاد :

تقع تحت هذه الفئة جميع المواد التي يقل احد مقاييس أبعادها عن ١٠٠ نانومتر. وسميت هذه الفئة بالمواد النانوية أحادية الابعاد اي) التي لها بعد نانوي واحد فقط). ومن امثلة هذه المواد الرقائق أو الاغشية Thin Layers مثل المواد النانوية الموظفة في اعمال طلاء الاسطح Surface Nano coating كمثل التي تستخدم في طلاء اسطح المنتجات الفلزية بفرض حمايتها من التاكل بالصدا، او تلك الافلام رقيقة السمك Thin Films المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث والتلف، كذلك تصنع مواد اشباه الموصلات المختلفة مثل رقائق السيليكون لتوظيفها في صناعة الخلايا الشمسية. [٥]

١-٦-٢ المواد النانوية ثنائية الابعاد:

يشترط في مجموعة هذه الفئة من المواد النانوية ان يقل مقياس بعدين من ابعادها عن ١٠٠ نانومتر. وتعد الانابيب أو الاسطوانات النانوية (Nanotubes) ومنها انابيب الكاربون النانوية والألياف النانوية وكذلك الاسلاك النانوية (Nano wires) نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد ولم يكن غريبا ان ترشح ترشيح انابيب الكربون النانوية لأن توظف كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلادتها وتحسين خواصها الميكانيكية، وعلى الاخص رفع مقاومتها للانهيار، كما انها تجمع خواص فريدة اخرى مثل القدرة الفائقة على التوصيل الحراري والكهربي . علاوة على خواصها الكيميائية المتميزة. ومن المتوقع استخدام الانابيب والاسلاك الثانوية في تصنيع مكونات الخلايا الشمسية والشرائح الالكترونية واجهزة الاستشعار والاجهزة الالكترونية الدقيقة [٥]

١-٦-٣ المواد النانوية ثلاثية الابعاد:

تمثل الكريات Spheres نانوية الابعاد مثل الحبيبات النانوية وكذلك مساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة امثلة لهذه الفئة من المواد التكنولوجية المهمة التي نعتت بانها ثلاثية. نظرا الى مقاييس أبعادها على المحاور الثلاثة ZYX تقل عن ١٠٠ نانومتر. ومن الجدير بالذكر ان هذه الفئة من المواد الثانوية ثلاثية الابعاد سواء كانت على هيئة حبيبات ام مساحيق فائقة النعومة تتصدر قائمة الانتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام وذلك نظرا لتعدد استخداماتها في المجالات والتطبيقيات التكنولوجية الحديثة. فعلى سبيل المثال تتوافر الآن في الاسواق مساحيق حبيبات نانوية لأكاسيد الفلزات ذات اهمية اقتصادية كبيرة حيث تدخل أكاسيد الفلزات مثل اوكسيد السيليكون (SiO_2) ، اكاسيد التيتانيوم (TiO_2) ، اكسيد الألمنيوم (Al_2O_3)، وكذلك اكاسيد الحديد (Fe) ، في قطاع صناعة الالكترونات ومواد البناء وصناعة البويا والطلاء ، وكذلك في صناعة الأدوية والاجهزة الطبية الحديثة لتحل بذلك محل المواد التقليدية ، ولتساهم في رفع كفاءة وجودة المنتجات وتعد فئة الحبيبات الثانوية لعناصر الفلزات الحرة Nobel Metals وعلى الاخص فلز الذهب من هم المواد النانوية الحبيبية وذلك لأهميتها واستخداماتها في كثير من التطبيقات المتعلقة بدحر وقتل الأورام السرطانية التي تصيب اعضاء الجسم. وقد استخدمت حبيبات الذهب النانوية في تحديد سلاسل الحامض النووي DNA المرتبطة بالمرض وكذلك في تحديد سلاسل الحامض النووي للفيروسات التي تغزو جسم الانسان [٥]

١-٧اشكال المواد النانوية

يمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناءً على الاستخدام المقرر لهذه المواد، ومن أهم الأشكال ما يلي: [٦]

١-٧-١ النقاط الكمية Quantum dots

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح أبعاده بين ٢ إلى ١٠ نانومتر، وهذا يقابل ١٠ إلى ٥٠ ذرة في القطر الواحد أو تقريباً ١٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة، و تقوم النقطة الكمية بتقييد إلكترونات شريط التوصيل وثقوب شريط التكافؤ أو الأكسيتونات (وهي عبارة عن زوج مرتبط من إلكترونات التوصيل وثقوب التكافؤ). كما تُبدي النقاط الكمية طيفاً طاقياً مكمَّماً متقطعاً وتكون الدوال الموجية المقابلة متمركزة داخل النقطة الكمية، وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي ١٠ نانومتر فإنه يمكن رصف ٣ ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان.

١-٧-٢ الفولورين Fullerene

جزيء الفلورين شبيه بالكره

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء.

مكون من ٦٠ ذرة من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C60 ،

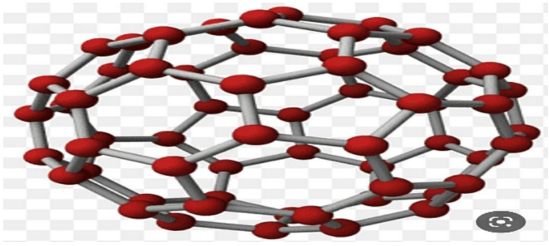
وقد أُكتشف عام ١٩٨٥م. إن جزيء الفولورين كروي المظهر.

ويشبه تماماً كرة القدم التي تحتوي على ١٢ شكلاً خماسياً **شكل (١-١)**

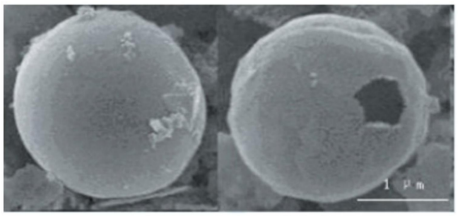
و٢٠ شكلاً سداسياً. ومنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام ١٩٩٠م وهو يُحضر بكميات تجارية. كما أمكن الحصول على جزيئات بعدد مختلف من ذرات الكربون مثل C36 و C48 و C70 إلا أن العلماء أبدوا اهتماماً خاصاً بالجزيء C60. لقد سمّي هذا التركيب بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري ر. بكمنستر فولر (R. Buckminster Fuller). وهكذا فقد نشأ فرع جديد يُسمَى كيمياء الفولورين حيث عُرف أكثر من ٩٠٠٠ مركب فولورين منذ عام ١٩٩٧م، وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات، ومنها المركبات K3C60 و RbCs2C60 و C60-CHBr3 التي أبدت توصيلية فائقة (superconductivity). كما اكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي إضافةً إلي الكروي

١-٧-٣ الكرات النانوية Nanoballs

من أهمها كرات الكربون النانوية والتي تنتمي إلي فئة الفولورينات، من مادة C60، لكنها تختلف عنها قليلاً بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة. 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 يشبه البصل فقد سمّاها العلماء (البصل) (Bucky)، وقد يصل قطر الكرات النانوية إلى ٥٠٠ نانومتر أو أكثر.



شكل (١-٢) كرة النانوية.

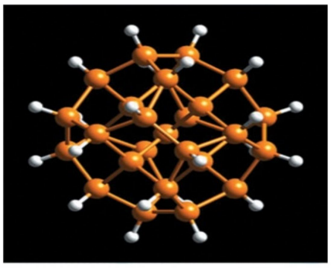


صورة توضيحية لكرة نانونية

شكل (١-٣)

١-٧-٤ الجسيمات النانوية Nanoparticles

على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام، إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية 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 قريبا من الطول الموجي للضوء.



جسيم نانوي

شكل (١-٤)

وبالتالي فإن الجسيمات ذات الأحجام المختلفة تقوم بتشتيت أطوال موجية مختلفة من الضوء مما ينتج عنه ظهور ألوان مختلفة من الزجاج.

يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلي مليون ذرة، مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبا بنصف قطر أقل من ١٠٠ نانومتر. فجسيم نصف قطرة نانومتر واحد سوف يحتوي على ٢٥ ذرة أغلبها على سطح الجسيم، وهذا يختلف عن الجزيء الذي قد يتضمن عدداً من الذرات لأن 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 الكهربية للتجمع الذري أعداد سحرية من الذرات لتكوين الجسيمات النانوية، فجسيمات السيلكون النانوية، مثلا، تتكون من أعداد محددة ١ ، ١.٦٧ ، ٢.١٥ و ٢.٩ نانومتر فقط. عند تعرُض هذه الجسيمات لأشعة فوق بنفسجية فإنها تبعث ضوءً بلون مرئي طوله الموجي يتناسب عكسياً مع مربَع 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 فتسمى السلك الكمي (quantum wire)، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تُعرف بالنقاط الكمية (quantum dots). ولا بد من الإشارة هنا 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.

١-٧-٥ الأنابيب النانوية Nanotubes

تصنَع الأنابيب النانوية، أحياناً، من مواد غير عضوية.

مثل أكاسيد الفلزات (أكسيد الفاناديوم، أكسيد المنجنيز)،

نيتريد البورون والموليبدينوم، وهي شبيهة من ناحية

تركيبها بأنابيب الكربون النانوية، [٦]

نماذج لأنابيب الكربون النانوية

شكل (١-٥)