الفصل الأول

تقنية النانو .. السر والإنجاز

فرضت تقنية النانو نفسها وبقوة على المجتمع العلمي ؛ لأنها التقنية الوحيدة القادرة على دمج العلوم الأساسية ، وصهرها في بوتقة واحدة؛وقد كان لذلك أبلغ الأثر في أن ترتبط بمعاني الإبداع و الانفراد ، وأن تحمل في طياتها صفات الجودة والتميز.

ولا شك أن تقنية النانو(Nanotechnology)سوف تدفع بالبشرية نحو عالم مثير ومذهل، ومن أبرز التوقّعات المستقبلية لهذه التقنية هي إحداث سلسلة من الثورات والاكتشافات العلمية خلال العقدين القادمين وما سيرافقها من تغير هائل في الكثير من ملامح الحياة في مجالات شتى؛ولذا بدأ السباق المحموم في أبحاث وتطبيقات "النانو" على المستوى العالمي، ويُتوقّع أن تكون البحوث والتقنيات "النانوية" أكبر المشروعات العلمية في هذا القرن[1].

إن تقنية «النانو» مجال تطبيقي رحب ،شكل (١) ، يشهد تسارعاً ملحوظاً ، ويقتحم بكل قوة جميع مجالات الحياة و يدخل بصورة مباشرة أو غير مباشرة في جميع الاحتياجات البشرية[2] جدول (١) ، حتى أنك لا تستطيع ملاحقة التطورات الحاصلة، أو متابعة الابتكارات المتتالية ، أو الأبحاث الجارية، وحتى (تذهلك التقارير العلمية التي تنشرها الصحف حول تطور علم تقنية النانو نقلاً عن المعامل الجامعية والمعاهد)[3]، بل لقد أصبحت كلمة «النانو » من الكلمات الرائجة والشائعة في وسائل الإعلام، و أضحى العلماء يعتبرون التقنية النانوية من أهم وأكبر الفتوحات العلمية التي أحرزها الإنسان في العصر الحاضر؛ حيث تعقد عليها الآمال في تطوير مناحي الحياة، ومساعدة البشرية على العيش بصورة أفضل، وتحقيق حياة أجمل، وهي في سبيل ذلك تسير في خطوات متسارعة نحو آفاق واعدة، وغد مشرق[4].

(1) www.aljarida.com/aljarida/resources/pdfpages/aljarida/18-08- 2007/p02_secondpage.pdf

(٢) انظر ملاحق البحث.

(٣) توبى شيللى: تقنية النانو آمال ومخاطر جديدة ، ترجمة : د. عقلا الحريص ود. عبد الله الحاج، كتاب العربية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٠ هـ/ ٢٠٠٩ م.

(٤) مجلة عجمان للدراسات والبحوث: طب النانو .. الآفاق و المخاطر؛ منير محمد سالم ، المجلد العاشر، العدد الأول ، ص ٧٥.

و إذا ألقينا نظرة سريعة على تشعب هذه التقنية ، وما تقدمه كل يوم من ابتكارات استطعنا أن نرصد في قراءة مستقبلية أن هذه التقنية تستطيع أن تغير وجه العالم ، وتصنع ما يكون أشبه بالمعجزات، فقد استطاع الباحثون«تصنيع مفاتيح كهربائية بالغة الصغر من مادة السليكون ، تستطيع الفتح والإقفال ملايين المرات في ثانية واحدة باستخدام طاقة كهربائية بالغة الضآلة»[1]، وهذا الاكتشاف سوف يكون مصدر اهتمام كبير لمصنعي ذاكرة الحاسب. كذلك قاموا بتطوير آلية نانوية تمكننا من بناء سلسلة من المادة الوراثية المكونة للـ DNA "يستطيع العلماء من خلالها وعن طريق استخدام جديلة DNA تحريك جزء صغير بالغ الصغر من مكان إلى مكان آخر في البناء النانوي في المادة لتحديد طريقة عمله مسبقا"[2]. وبذلك يكون بالإمكان صنع آلة تستطيع وضع الجزيء في المكان الذي نريده ، ومن ثم ندع البناء يكتمل أوتوماتيكياً بدلاً من تبديل قطعة بقطعة أخرى واحدة بواحدة.

ومن قدرة العلماء على استخدام الأسلاك النانوية كمجسات حيوية في التشخيص واكتشاف العديد من الأمراض في مراحلها الأولية واستخدامها كذلك كحامل للدواء أو كأداة للتصوير داخل الجسم؛ إلى الانخراط في عالم الإلكترونيات والاتصالات، وتصنيع رقائق لتخزين كم كبير من المعلومات ، والاتجاه نحو تصنيع كمبيوتر كمي أسرع في تنفيذ العمليات واستخدام كمية أقل من الطاقة.

وتَعِد التقنية النانوية بثورة في علم الغذاء[3] ، سواء على مستوى الزراعة و إنتاج الأغذية أو على مستوى حفظها و المحافظة على قيمتها الغذائية،حيث تقوم عدة شركات بتطوير مواد نانوية تؤثر على طعم و سلامة الأغذية وعلى الفوائد الصحية التي تؤمنها..!!.

على مستوى النانو، ودخلت كمادة مضافة في تصنيع عصائر الفواكه والأجبان والمارجرين وغيرها[3]. وهناك الكثير من المنتجات التي تصنع بهذه التقنية الرائعة لتنتج لنا فراولة خالية من الفطريات يمكن تخزينها لفترات طويلة، وكذلك آلة سيراميكية تحافظ على زيوت القلي دون تغير وتقليل نسبة الاستهلاك إلى النصف ، وغير ذلك من المنتجات الغذائية والصناعية الواعدة.

---

(١) المرجع السابق نفسه .

(2) Nanotechnology at BASF: A great future for tiny particles. At: www. Basf.com and www.Nanotech.now.com.

(3) Nanotechnology at BASF: A great future for tiny particles. At: www. Basf.com and www.Nanotech.now.com.

وفي مجال الطاقة المتجددة، استطاعت تقنيةالنانو تطوير مواد الخلايا الشمسية لإنتاج الجيل الثالث للسليكون الكهروضوئي، والتي سوف تؤدي إلى التوسع في استغلال مصادر الطاقة المتجددة في العقد القادم[1]. وسوف تؤدي هذه التقنية إلى قيام صناعة متقدمة لاشك فيها، تهدف إلى إنتاج الجيل الثالث من الخلايا الشمسية تصل كفاءتها إلى ثلاثين أو أربعين بالمائة[2].

إن هذه التقنية الواعدة سوف تحدث ما يشبه الطفرة في جميع فروع العلم المختلفة، ويعتقد عدد من الباحثين أن هذه التقنية سوف تؤثر على حياة الناس في الخمسين سنة المقبلة، بطريقة تفوق جميع التغييرات التي حدثت خلال الخمسة قرون الماضية[3].

(1) Catchpole K.R., Polman A., Plasmonic Solar cells, Optics Express, Vol. 16, No.6, Dec.2008.

(2) Enhancing Solar-cells-with Nanoparticles, Jan. 2009 at: www.Photoniconline.com.

(3) www.Aljarida.com/Aljarida/resources/Pdfpages/Aljarida/18-08– 2007/p02_secondpage.pdf.

المبحث الأول

تقنية النانو وجذورها التاريخية

تقنية النانو لا يمكن ربطها بعصر أو بحقبة تاريخية خاصة، بل لها جذر عميق على امتداد العصور والأجيال.ففي القرن الرابع للميلاد تم تصنيع أول كاس ملكي للملك الروماني لايكورجوس مطرز بمادتي الذهب والفضة وتم الكشف عنه مؤخراً في إحدى المتاحف البيزنطية فوجد بأنه كان مصنوعاً من جسيمات نانوية من الذهب والفضة. ويتميز بظاهرة مثيرة، وتتمثل في تغير لونه وفقاً لزاوية سقوط الضوء عليه، فعندما ينفذ الضوء من هذا الإناء يأخذ اللون الوردي، وعندما ينعكس الضوء من الإناء يأخذ اللون الأخضر، وقد تم تفسير هذه الظاهرة، بعد أن تم اكتشاف جسيمات نانو ذهبية (Nano-gold)، التي كانت هي المسئولة عن التفاعل مع الضوء، ومن ثم إعادة بعثه باللونين السابقين.

وعلى الرغم من أن الجسيمات النانوية تعد اختراعاً في مجال العلم الحديث، إلا أن لها تاريخاً قديماً جداً. حيث كان الحرفيين يستخدمون الجسيمات النانوية منذ القرن التاسع الميلادي في بلاد ما بين النهرين بهدف الحصول على تأثيرٍ براقٍ لأسطح الأواني والقدور شكل (٢)[1].

و حتى في أيامنا هذه، فإن صناعة الفخار في العصور الوسطى وعصر النهضة غالباً ما يتم إكسابها بريقاً معدنياً ملوناً إما بالذهب أو النحاس. وينتج هذا البريق عن استخدام طبقةٍ معدنيةٍ على السطح الشفاف أثناء عملية التزجيج. وقد تظل طبقة البريق أو اللمعان مرئية لو كان للشريط مقاومة لأكسدة الجو وظرف المناخ الأخرى.

و يكون البريق أو اللمعان متواجداً بالطبقة نفسها، والتي تحتوى أو تشتمل على جسيمات الفضة والنحاس والمتناثرة بصورةٍ متجانسةٍ في المصفوفة الزجاجية بالخزف المصقول. وقد أنتج الحرفيون المهنيون تلك الجسيمات النانوية من خلال إضافة النحاس وأملاح الفضة وكذلك الأكاسيد المختلفة جميعها مع الخل وأكسيد الرصاص بالإضافة إلى الطين أو الصلصال، على سطح الأواني الفخارية المصقولة مسبقاً. ثم يتم وضع ذلك الجسم بعد ذلك داخل فرنٍ والذي يتم تسخينه ليصل إلى درجة حرارة ٦٠٠ درجة مؤية في جوٍ تقليصيٍ.

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية،٢٠٠٧ م.

وتصبح الطبقة المصقولة ملساء بفعل حرارة التسخين، مما يؤدي إلى نزوح أيونات النحاس والفضة إلى الطبقات الخارجية من تلك الطبقة المصقولة. ويُخَفِض جو التخفيض الأيونات عائدةً إلى المعادن، والتي تتجمع بعد ذلك معاً مشكلةً الجسيمات النانوية والتي تعطي اللون والتأثيرات البصرية المقصودة.

ومن ثم فقد أظهرت أساليب التلميع أن المهنيين القدامى كانت لديهم معرفةً عمليةً أكثر تعقيداً بالمواد. كما نبع ذلك الأسلوب كذلك في العالم الإسلامي. ونتيجة أنه من المحرم على المسلمين أن يستخدموا الذهب في العروض الفنية، فقد فرض ذلك الوضع عليهم ضرورة الحاجة إلى ابتكار طريقةٍ يحصلون منها على نفس التأثير بدون استخدام الذهب الحقيقي. وكان الحل من خلال استخدام البريق أو اللمعان[1].

و كان مايكل فاراداي أول من قدم وصفاً بمعناه العلمي للخصائص والسمات البصرية للمعادن النانوية في ورقته البحثية الكلاسيكية عام ١٨٥٧م. في حين أوضح الباحث (تيرنر) في ورقةٍ بحثيةٍ أخرى أن: "من المعروف جيداً عندما يتم وضع رقائق الذهب أو الفضة على سطحٍ زجاجيٍ ثم يتم تسخينه لدرجة حرارة أقل من الحرارة الحمراء (~ ٥٠٠ درجةٍ مئويةٍ)، يحدث تغيرٌ ملحوظٌ في الخصائص، حيث يتم إتلاف استمرارية الطبقة المعدنية. وتكون النتيجة أن ينتقل الضوء الأبيض بحرية، ويتلاشى الانعكاس بصورة تلقائيةٍ نتيجةٍ لذلك، في حين تتزايد المقاومة / الكهربائية"[2].

ومن الشعوب الأولى التي استخدمت هذه التقنية دون أن تدرك ماهيتها هم العرب حيث كانت السيوف الدمشقية شكل (٣) التي استخدمت مابين عام ٩٠٠ - ١٧٥٠م، وعرف عن تلك السيوف حدتها ومتانتها وكذلك قوتها، وعرف عنها أنها تقطع السيوف الأوروبية بل وحتى الصخور،وامتازت أيضاً بالنقش على نصلها ، حيث تم الكشف عن هذا السر العجيب للسيف الدمشقي من قبل إحدى البعثات الألمانية، فقد تبين أثناء تحليل لقطعة منه وجود لأثار أنابيب متناهية الصغر من الكربون. واليوم صارت تلك الأنابيب متناهية الصغر المصنوعة من الكربون قمة تقنية النانو أو علم المواد متناهية الصغر[3].

(1) Philip S. Rawson (1984). Ceramics. University of Pennsylvania Press. ISBN 0812211561.

(2) Faraday, Michael (1857). "Experimental relations of gold (and other metals) to light". Phil. Trans. Roy. Soc. London 147: 145–181. doi:10.1098/rstl.1857.0011.

(٣) مجلة العلوم: (الترجمة العربية لمجلة سَايِنتفيك أمريكان Scientific American) تصدر شهرياً في دولة الكويت عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، المجلد (١٧)، أغسطس/ سبتمبر ٢٠٠١ م،" سرّ السيوف الدمشقية: D.J.فيرهوفن "،ص ١٥.

المبحث الثاني
تطور تقنية النانو

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 ١/ ١٠ من حجم قطرة من الرذاذ او الضباب، ويستخدم الميكرومتر لقياس الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء.

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 مـرة عن حجم أجهزة الميكرو مما يؤدي إلى تغيير خصائص تلك الأجهزة إلى الأفضل.

لقد أصبحت كلمة «النانو » من الكلمات الرائجة والشائعة في وسائل الإعلام ، وأضحى العلماء يعتبرون التقنية النانوية من أهم وأكبر الفتوحات العلمية التي أحرزها الإنسان في العصر الحاضر؛ حيث تعقد عليها الآمال في تطوير مناحي الحياة، ومساعدة البشرية على العيش بصورة أفضل،خاصة أنها جعلت من التعامل مع عالم الذرات وجسيمات النانو أمراً ممكناً من الناحية العملية والتطبيقية.

وفي العصر الحاضر ظهرت بعض البحوث التي صنعت مسيرة هذه التقنية، وجعلتها تقنية المستقبل، وتعتبر محاضرة عالم الفيزياء الشهير ريتشارد فيمان Richard (Feynman) إلى الجمعية الفيزيائية الأمريكية في ٢٩/ ١٢/ ١٩٥٩ م هي البداية الأولى لظهور تقنية النانو، عندما تحدث عن إمكانية التحكم في إعادة ترتيب الجزيئات و الذرات في المادة في مقياس معين إلى مقياس صغر ثم إلى مقياس أصغر فأصغر، وبذلك نستطيع بناء الآلات، و إجراء عمليات نستطيع من خلالها إنتاج أجسام على مستوى الجزيئات. وقد توقع أن يكون للبحوث حول خصائص المادة عند مستويات النانو دوراً أساسياً في تغيير الحياة الإنسانية.و لم يشر فيمان إلى «تقنية النانو » بشكل مباشر، ولكنه تحدث وبشكل استشرافي عن مستقبل التقنية البشرية، وعن ملامح وفلسفة هذه التقنية ومبادئها الأساسية؛حيث أوضح أن البشر مع تقدم العلوم سيتمكنون من تصنيع آلات دقيقة تمكنهم من تصنيع آلات بمقياس النانو-(Nano scale machines)[1].

وقبل هذه المحاضرة، وبالرغم من وجود أبحاث قليلة على مواد بمستوي النانو وإن كانت لم تسمى بـهذا الاسم، فقد تمكن أهلير من تسجيل مشاهداته للسيلكون الأسفنجي (Porous silicon) عام ١٩٥٦م، وبعد ذلك بعدة سنوات تم الحصول على أشعاع مرئي من هذه المادة لأول مرة عام ١٩٩٠ حيث زاد الاهتمام بـها بعد ذلك.

وفي عام ١٩٦٩ 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 تطبيقاتـها هذه الأيام.

وقد ظهر مسمى تقنية النانو عام ١٩٧٩ عبر تعريف البروفيسور نوريو تانيقوشي في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة حيث

(1) http://www.makphys.com/vb3/showthread.php

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.

وفي عام ١٩٩١ م اكتشف العالم الياباني « سوميو لجيما » أنابيب الكربون النانوية، ثم ظهرت البلورات النانوية شبه الموصلة، وأدَّت الأبحاث أيضاً إلى زيادة سرعة ظهور جسيمات نانوية لأكاسيد المعادن. وفي عام ١٩٩٣ تمكن العالم دونالد بثيون من شركةIBM لتكنولوجيا الحاسبات في الولايات المتحدة الأمريكية من رصد نانوتيوب مكونة من طبقة واحدة(single-wall) ، ويبلغ قطر الأنبوب الواحد منها ١٢ نانومتر، ثم انطلق العلماء بعد ذلك في مجال النانوتيوب، حتى استطاع فريق من العلماء الصينيين حديثاً من رصد أصغر نانوتيوب في العالم الذي يصل قطره إلى ٠,٥ نانومتر فقط، مع العلم أن أقل قطر لأصغر شيء نظريًا هو ٠,٤ نانومتر

وفي عام ١٩٩٥م تمكن العالم الكيميائي منجي باوندي من تحضير حبيبات من أشباه الموصلات الكادميوم/ الكبريت ذات قطر ٣- ٤ نانومتر.

وفي عام ٢٠٠٠ م تمكن العالم الفيزيائي العربي منير نايفة[1] من تصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر ١ نانو وتتكون من ٢٩ ذرة سليكون، هذه الحبيبات عند تعريضها لضوء فوق بنفسجي فإنها تعطي ألواناً مختلفة حسب قطرها.

وفي عام ٢٠٠٠م أعلنت أمريكا (مبادرة تقنية النانو الوطنية) NNI، والتي جعلت تقنية النانو تقنية إستراتيجية وطنية وفتحت مجال الدعم الحكومي الكبير لهذه التقنية في جميع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية. وتلا ذلك قيام اليابان عام ٢٠٠٢ م بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو وذلك بتوفير جميع الأجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيعهم وتبادل المعلومات فيما بينهم[2].

وفي عام ٢٠٠٣م تم معرفة أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم المواد النانوية.

(١) منير نايفة : عالم ذرة فلسطيني ولد في ديسيمبر ١٩٤٥م بقرية شويكة بجوار طولكرم.

(٢) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

وفي عام ٢٠٠٤م بدأت مرحلة التطبيقات الصناعية لهذه التقنية ، حيث استخدمت المواد النانوية في صناعة المطاط الماليزي وكانت النتائج مذهلة فقد قفزت الخصائص الميكانيكية للمطاط من ١٢ إلى ٢٠ ضعفاً بإضافة أجزاء بسيطة من المواد النانوية.

وفي ٢٠٠٨م، منح الرئيس الأميركي جورج بوش «قلادة العلوم الوطنية الأميركية» للعالم الدكتور مصطفى السيد[1] في حفلة خاصة في البيت الأبيض ، فكان أول عالمٍ عربي يحصل على هذا الوسام. وفي هذه الحفلة، تلي بيانٌ تكريمي جاء فيه: «يمنح الوسام الأعلى للعلوم في الولايات المتحدة إلى العالمِ الأميركي مصطفى السيد تقديراً لمساهماته في التعرّف إلى الخصائص الإلكترونية والبصرية للمواد النانوية، وتطبيق هذا في الطب النانوي واستخدامه لهذه التقنية في علاج مرض السرطان بواسطة مركبات الذهب الدقيقة».

ومن وجهة النظر الفيزيائية الالكترونية تعتبر تقنية النانو هي 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: المصباح الإلكتروني(Lamp) بما فيه التلفزيون.

الجيل الثاني: استخدام الترانزستور ، وانتشار تطبيقاته الواسعة.

الجيل الثالث: الدارات التكاملية (Integrate circuit) وقد شكّلت ما تشكله تقنيات النانو في وقتنا الحالي من قفزة هامة، فقد قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة بل رفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها.

الجيل الرابع: المعالجات الدقيقة (Microprocessors) التي أحدثت ثورة هائلة بإنتاج الحاسوب الشخصي والرقائق الحاسوبية السليكونية.

الجيل الخامس: المنمنمات (الجزئيات المتناهية في الصغر)، والتقنية المجهرية الدقيقة، (Nanotechnology)، وهو الجيل الحالي[2].

---

(١) مصطفى السيد: عالم كيمياء مصري ، ولد عام ١٩٣٣ م في مدينة أبوكبير بمحافظة الشرقية، ويعتبر أول مصري وعربي يحصل على قلادة العلوم الوطنية الأمريكية التي تعتبر أعلى وسام أمريكي في العلوم لإنجازاته في مجال النانو تكنولوجي وتطبيقه لهذه التكنولوجيا باستخدام مركبات الذهب الدقيقة في علاج مرض السرطان .

(٢) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

المبحث الثالث

منشأ مصطلح تقنية النانو

يعود منشأ مصطلح تقنية النانو[1] إلى العالم الياباني نوريو تانيجوشي Norio Taniguchi في جامعة طوكيو، الذي أطلق هذه التسمية في العام ١٩٧٤م على عمليات هندسة المواد الدقيقة في المستوى النانو متري[2]، حيث عرَّفها بأنها: «عبارة عن مجموعة من عمليات الفصل والتكوين والدمج للمواد على مستوي الذرات أو الجزيئات»[3]. وذكر أن هذه التقنية أطلقت على بحث جديد في أحد أقسام الهندسة في الجامعة لفصل أو ربط أو تغيير المادة بمقدار ذرة أو جزيئة واحدة ، ولم يكن استخدام هذا المصطلح لدلالة على تقنية مستقلة.

بعد ذلك جاءت محاولة وضع تعريف شامل لتقنية النانو ، على أنها «التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المواد والأجهزة التي أبعادها تقل عن١٠٠ نانومتر وذلك بتصنيعها وبمراقبتها وقياس ودراسة خصائصها »، كالماء مثلاً ، يبلغ قطر جزيئته حوالي ١ نانومتر ، في حين يبلغ قطر كُرية دم حمراء بشرية حوالي ٧٠٠٠ نانومتر ، ويبلغ قطر الشعرة الواحدة من شعر الإنسان حوالي ١٠٠٠٠ نانومتر شكل (٤) ، وهذا التعريف هو الأكثر شمولاً والأكثر قبولاً في الأوساط العلمية. وكلمة النانو تكنولوجي تستخدم أيضاً بمعنى أنها تقنية المواد المتناهية في الصغر أو التقنية المجهرية الدقيقة أو تقنية المنمنمات[4].

وفي عام ١٩٨٦م بدأ أول استخدام لمصطلح "تقنية النانو" Nanotechnology في الأوساط العلمية بعد عدد من المحاضرات،وظهور بعض الكتب التي صدرت في هذا الميدان، خاصة بعد نشر Eric Drexler كتابه الشهير بعنوان "محركات الإنشاء: عصر تقنية النانو القادم"، حيث أخذ بعد ذلك التاريخ هذا المصطلح بعداً آخر ؛ ليشمل إلى جانب التعامل الصناعي مع الذرات والجزيئات جميع أبعاد الإنتاج العلمي

---

(١) جون فانستون و هنري إيلوت:

Nanotechnology: A Technology Forecast, Texas State Technical College, April 2003.

(٢) اللجنة الفرعية للتقنيات الهندسية و العلمية المتناهية الصغر:

The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan, National Science and Technology Council, December 2004.

(3) WWW. Kheper.net/ topics/nanotech/nanotech-histoey.htm

(4) http://www.makphys.com/vb3/showthread.php

النظري والتجريبي للجسيمات ذات الأبعاد الدقيقة والتي تتراوح أبعادها من ٠,١ نانومتر (الأبعاد الذرية) إلى ١٠٠ نانومتر.

ثم جاء اختراع المجهر النفقي الماسح Scanning Tunneling (Microscopy, STM) شكل (٥) من قبل شركة IBM بواسطة العالمان جيرد بينج وهينريك روهر ، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو،حيث زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد. بعد ذلك بسنوات استطاع العالم الفيزيائي إيجلر من 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 ٦٠ ذرة كربون تتجمع على شكل كرة، وقد حصلوا على جائزة نوبل في الكيمياء ١٩٩٦ م[١].

من جهة أخرى ، تلعب تأثيرات ميكانيكا الكمّ دوراً أكبرَ مع تقلص حجم المادة إلى عشرات النانو مترات أو أقل ، مما يفضي إلى تغير الخصائص الضوئية والمغناطيسية والكهربائية للمادة. فعلى سبيل المثال لا الحصر يمكن ملاحظة أن تغير نسبة مساحة السطح إلى الحجم لجسيمات السيليكون، أدى إلى امتصاص هذه الجسيمات الضوء في مجال الطيف فوق البنفسجي ، بل والقدرة على الإشعاع في مجال الضوء المرئي. و تجدر الإشارة إلى وجود تأثيرات أخرى ، قد تؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة ، مثل توترها السطحي أو لزوجتها ، عند الحد الأعلى من مدى الأبعاد النانوية.

لذا ، تهدف تقنية النانو إلى استثمار هذه التأثيرات المرتبطة بالأبعاد النانوية للمادة لتكوين نظم وأجهزة وبُنى ذات خصائص ووظائف جديدة مفيدة تبعا لهذه الأبعاد والأحجام الجديدة.

وحتى وقت قريب كانت تقنية النانو وتطبيقاتها مجرد فلسفة و فرضيات ، وكانت بعيدة عن الواقع التطبيقي والعلمي ، وخلال العشرين سنة الماضية استطاعت الأجهزة والتقنيات الحديثة أن تجعل من التعامل مع عالم الذرات وجسيمات النانو أمراً ممكناً من الناحية العملية.

(١) مجلة عجمان للدراسات والبحوث: طب النانو .. الآفاق و المخاطر؛ منير محمد سالم ، مرجع سابق.

المبحث الرابع

خصائص المواد النانوية وتطبيقاتها

تعتبر جميع المواد التقليدية بمثابة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق المواد النانوية ، ولكن تتميز المواد النانوية بخواص فيزيائية وكيمائية وميكانيكية فريدة عن المواد التقليدية[1]، وذلك بسبب اتساع مساحة السطح الخارجي للمواد النانوية والتي تعد أهم خاصية لها، وفيما يلي بعض خواص المواد النانوية :

• **الخواص الميكانيكية**: تأتي الخواص الميكانيكية على رأس الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة ووجود أعداد ضخمة من الذرات على أوجه سطحها الخارجي، حيث ترتفع درجة صلادة المواد الفلزية وسبائكها، وتزيد مقاومتها لمواجهة الأحمال الواقعة عليها.

• **النشاط الكيمائي** : حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي.

• **الخواص الفيزيائية**: تتأثر درجة انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى ١٠٦٤ درجة حرارة، تقل إلى ٥٠٠ درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو ١,٣٥ نانومتر .

• **الخواص البصرية**: وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والتليفون النقال الحديثة.

• **الخواص المغناطيسية**: كلما صغرت حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية، كلما ازدادت قوة وفاعلية قدرتها المغناطيسية.

• **الخواص الكهربية**: يؤدي تصغر أحجام حبيبات المواد إلى أقل من ١٠٠ نانومتر إلى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربي.

• **الخواص البيولوجية**: زيادة قدرة المواد النانوية على النفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية، وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي، مما يسهل وصول العقاقير العلاجية و الأغذية إلى خلايا معينة[2].

---

(١) M. Al Hoshan, «Novel nanoarray structures formed by template based approach: characterization and electrochemistry» PhD Thesis,Minnesota University, (2007).

(٢) اللجنة الفرعية للتقنيات الهندسية و العلمية المتناهية الصغر:

The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan, National Science and Technology Council, December 2004.

هذا ، ويعتمد أساس عمل تقنية النانو على إعادة ترتيب الذرات لتصنيع جزيئات جديدة ذات مواصفات جديدة محددة ومخطط لها. و أفضل مثال على ذلك أن حجر الألماس والفحم كلاهما مصنوعان من الكربون ، غير أن ترتيب الذرات في جزيء الألماس يختلف عن ترتيب الذرات في جزيئة الفحم ..!!

يجب أن يتم تحقيق ثلاث خطوات لإنتاج بضائع بتقنية النانو:

١ - يجب على العلماء أن يكونوا قادرين على معالجة الذرات المفردة.

٢ - تطوير آلات نانوية مجهرية تدعى: "المجمعات assemblers" يمكن أن تبرمج لمعالجة الذرات و الجزيئات عند الرغبة.

٣- القدرة على خلق مجمعات كافية لبناء سلم استهلاكية نانوية و تسمى تلك الآلات: "المستنسخات replicators" و تبرمج لبناء مجمعات أكثر و يجب أن تعمل المجمعات و المستنسخات يدًا بيد لبناء منتجات بشكل آلي.

و يتم التصنيع بواسطة طريقتين : الصعودية (buttom- up) و النزولية (top-down) و حاليًا تقنيات أعقد من ذلك .

ومن الطموحات في هذا المجال تصنيع جزيئات ترتب نفسها ذاتياً ، تماماً كما تفعل بعض الإنزيمات الطبيعية التي تعرف الكيفية والمكان اللذين تؤثر فيهما ، ويأمل العلماء الحصول على مصنعات حيوية تشبه الطبيعية في عملها وهيكلها الجزيئي .

ويمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناء على الاستخدام المقرر لهذه المواد، ومن أهم هذه الأشكال ما يلي :

١ - النقاط الكمية Quantum dots :

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح إبعاده 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. وتقوم النقطة الكمية بتقييد إلكترونات شريط التوصيل وثقوب شريط التكافؤ.

كما تبدى النقاط الكمية طبقاً طاقياً مكمما متقطعا وتكون الدوال الموجية المقابلة متمركزة داخل النقطة الكمية.

(1) http //www.makphys.com/vb3/showthread.php.

وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي ١٠ نانومتر فإنه يمكن رصف ٣ ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان[1].

٢- الفولورين Fullerene :

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزئ مكون من ٦٠ ذرة من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C60، وقد اكتشف عام ١٩٨٥م.

إن جزئ الفولورين كروي المظهر ويشبه تماماً كرة القدم التي تحتوي على ١٢ شكلاً خماسياً و٢٠ شكلاً سداسياً.

ومنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام ١٩٩٠م 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 C60.

لقد سمى هذا التركيب بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري بكمنستر فولر (R. Buckminster Fuller).

وهكذا فقد نشأ فرع جديد يسمى كيمياء الفولورين حيث عرف أكثر من ٩٠٠٠ مركب فولورين منذ عام ١٩٩٧م، 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.

٣- 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 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 سماها العلماء (البصل) Bucky وقد يصل قطر الكرات النانوية إلى ٥٠٠ نانومتر أو أكثر.

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

٤ - الجسيمات النانوية : Nanoparticles

على الرغم من أن كلمة (الجسميات النانوية) شكل (٦) 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.

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 أنـها 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 ١٠٠ نانومتر.

عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنـها 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 فإنـها 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 أنـها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة وبين التركيب الذري والجزئي ، 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..!!

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 ١ 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 – صلبة وهي الليبوزومات.

ومن الصور الأخرى للجسيمات النانوية هي النقاط الكمية شبه الموصلة والبلورات النانوية.وتعتبر جسيمات النحاس النانوية التي يصل حجمها إلى أقل من ٥٠ نانومتر ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق أو السحب وذلك عكس ما يحدث لمادة النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها بسهولة[1].

٥-الأنابيب النانوية : Nanotubes :

تصنع الأنابيب النانوية – أحياناً – من مواد غير عضوية مثل أكاسيد الفلزات (أكسيد الفاناديوم، أكسيد المنجنيز)، وهي شبيهة من ناحية تركيبها بأنابيب الكربون النانوية ، ولكنها أثقل منها وليست بنفس القوة مثل أنابيب الكربون .

وتعد أنابيب الكربون النانوية شكل (٧) التي اكتشفت عام ١٩٩١م أكثر أهمية نظراً لتركيبها المتماثل وخصائصها المثيرة واستخداماتها الواسعة في التطبيقات الصناعية، والعلمية، وفي الأجهزة الإلكترونية الدقيقة، والأجهزة الطبية الحيوية.

وللأنابيب النانوية عدة أشكال فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية أو مخروطية وغير ذلك.

كما أن لهذه الأنابيب خصائص غير اعتيادية من حيث القوة والصلابة والتوصيلية الكهربائية وغيرها. وللكربون 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[2].

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

(٢) المرجع السابق نفسه ، ص ٢٦-٣٥.

٦- ألياف النانوية Nanofibres :

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

إن الجزء الجانبي لليف النانوى اللوبحي 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.

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 كما في الشكل.

٧-الأسلاك النانوية : Nanowires :

هي أسلاك بقطر قد يقل عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة أي بنسبة طول إلى عرض تزيد عن ١٠٠٠ 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.

لذا فتطبيقاتـها 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 كميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية[1].

٨- 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 ٠,٥٪ إلى ٥٪) وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية تجرى البحوث حالياً للحصول على مركبات نانوية جديدة ذات خصائص تختلف عن المركبات الأصلية. ومن المركبات النانوية المعروفة الآن هي المركبات البوليمرية النانوية.

(١) محمد صالح الصالحي وعبد الله صالح الضويان، مقدمة في تقنية النانو، مرجع سابق ، ص ٢٦-٣٥.

المبحث الخامس

مفاهيم أساسية في تقنية النانو

أولاً: مفهوم « النانو »:

كأنها هي كلمة سرّ سحريّة، تبدو البادئة "نانو" ، مشتقة من النانومتر، ويذكر البعض أن كلمة نانو Nano في أصلها هي كلمة إغريقية مشتقة من الأصل (Nanos) وتعنى القزم dwarf ، وتستخدم في العلوم للدلالة على جزء من البليون من شيء معني مثل الكتلة والمسافة[1]. وتستعمل كلمة النانو للتعبير عن الجزء من المليار من وحدة القياس ، وهو ما يعادل طول خمس ذرات إذا وضعت الواحدة تلو الأخرى ، ويمثل ذلك واحداً على مائة ألف من قطر شعرة الإنسان[2].

ثانياً: تكنولوجيا النانو:

توجد حالياً عشرات التعاريف المختلفة لما هي عليه التقنية النانوية[3] أو يمكن أن تكون : ومن المهم أن ندرك أنه لم يتم الاتفاق على أي تعريف بعينه. و التعاريف سياسية وأخلاقية أيضاً - حيث يمكنها أن تحدد ما الذي يثير اهتمام الناس ، أو ما الذي يقلقهم ، وما الذي يتجاهلونه أو يتحرونه. ويعتبر وجود العديد من التعاريف مؤشراً جيداً على أن التقنية النانوية (شأنها شأن العلوم الناشئة الأخرى مثل التقنية البيولوجية) قد تسبب الخلط بين فئات البحوث النظرية والتطبيقية، والبحوث التي يمولها القطاع العام والقطاع الخاص. ومن شأن شتى الخلفيات التخصصية والمؤسسات العلمية الوطنية أن تطرح هواجس وأفكاراً مختلفة للتأثير على ما ستكون عليه التقنية النانوية".

ويصف مطبوع اليونسكو بهذا الصدد خمسة تعاريف على الأقل قيد الاستعمال حالياً ويلاحظ أن "مختلف المجموعات تعرف التقنية النانوية تعريفاً مختلفاً، وذلك رهناً بما ينتظرون منها تحقيقه ... وتتفاوت هذه التعاريف أيضاً بتفاوت مصالح الدول والجهات الاجتماعية الفاعلة المهتمة بالتقنية النانوية ..."[4].

(1) www.kfupm.edu.sa/dsr/research/arabicnewsletter/newsletter1.pdf

(٢) صفات سلامة: النانوتكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجي)، الدار العربية للعلوم، بيروت،٢٠٠٩ م.

(3) The Ethics and Politics of Nanotechnology (UNESCO, 2006)
http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf

(4) Borm PJA, Robbins D, Haubold S, Kuhlbusch T, Fissan H, Donaldson K, Schins R, Stone V, Kreyling W, Lademann J, Krutmann J, Warheit D, Oberdörster E: The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC. Part Fibre Toxicol. 2006, 3:1-35

ويعرف العلم النانوي بأنه دراسة ظواهر المواد ذات الأحجام الذرية والجزيئية، والجزئيات الكبيرة الممكن رؤيتها بالعين المجردة وتداولها، حيث تختلف خصائصها وطريقة تداولها اختلافاً كبيراً عن المواد الأكبر حجماً.

وتعرف التكنولوجيا النانوية بأنها تصميم البنى و الجهائز والنظم وتوصيفها وإنتاجها وتطبيقها بالتحكم في الشكل والحجم النانومتريين. وتعرف بأنها تداول و ضبط أو موضعة أو قياس أو صوغ أو تصنيع مواد حجمها أقل من ١٠٠ نانومتر .وتعرّف أيضاً بأنها التعامل مع الأجهزة الفعالة القائمة على استخدام وحدات فرعية ذات خصائص محددة تعتمد على الحجم وتميّز بها الوحدات الفرعية أو الإفرادية جملة منها[1].

ثالثاً:المواد النانوية:

المواد التي تتألف من مكوّن واحد أو أكثر له بُعدٌ واحد على الأقل يبلغ ما يتراوح بين ١ و١٠٠ نانومتر وتحتوي على جسيمات نانوية، وألياف نانوية وأنابيب نانوية، ومواد مركبة وسطوح بنى نانوية. وتشمل هذه المواد الجسيمات النانوية كمجموعة فرعية من المواد النانوية التي تعرّف حالياً بتوافق الآراء على أنها جسيمات أحادية يبلغ قطرها <١٠٠ نانومتر. ويمكن أن تكون كتل الجسيمات النانوية أكبر من ١٠٠ نانومتر من حيث قطرها لكنها ستكون جزءاً من النقاش الدائر لأنها قد تتفكك على قوى ميكانيكية ضعيفة أو في المذيبات. وتشكل الألياف النانوية صنفاً فرعياً من الجسيمات النانوية (بما فيها الأنابيب النانوية) التي يبلغ قطرها <١٠٠ نانومتر لكن بعدها (المحوري) الثالث يمكن أن يكون أكبر من ذلك بكثير[2].

رابعاً: الأدوات النانوية:

الأدوات والتقنيات المستعملة في تخليق المواد النانوية، وتداول الذرات وصنع بنى الجهائز - والأهم من ذلك بكثير - قياس وتوصيف المواد و الجهائز ذات الحجم النانوي.

خامساً: الجهائز النانوية:

هي جهائز نانوية الحجم، تعتبر حالياً ذات أهمية في مجال الإلكترونيات الميكرونية والإلكترونيات البصرية، وكذلك عند وجيهة الالتقاء مع التقنية البيولوجية حيث

(1) Schmidt G. Decker M. Ernst H. Fuchs H. Grunwald W. Grunwald A et al. Small dimensions and material properties. Europaische Akademie Graue Reihe. A definiton of nanotechnology; 134: 2003.

(2) Meyer M, Kuusi O: Nanotechnology: Generalizations in an Interdisciplinary Field of Science and Technology (2002), Vol., No.2 (2004), pp. International Journal for Philosophy of Chemistry; 2002, 10: 153-168.

يكون الهدف محاكاة عمل النظم البيولوجية من قبيل المحركات الخلوية. ويعتبر هذا الميدان الأخير ميداناً ينحو نحو المستقبل أكثر من أي ميدان آخر، ويثير أكبر قدر من ردود الفعل لدى الجمهور[1].

سادساً: طب النانو:

لم يجد مصطلح طب النانو Nanomedicine صعوبة في أن يحتل مكاناً مهماً وبارزاً في قائمة المصطلحات الطبية والدوائية وأن يتردد في كل المؤتمرات الطبية والدوريات العالمية المهتمة بالعقاقير الطبية والرعاية الصحية ،وإذا ما أردنا أن تضع تعريفاً دقيقاً ومحدداً لهذا المصطلح فسوف نعرفه بأنه مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة تحت مظلة تقنية النانو لتشمل كل ما يتعلق بالمحالات الطبية المختلفة الرامية إلى تحسين صحة الإنسان والحفاظ على سلامته[2].

وتتنوع أساليب طب النانو من الاستخدام الطبي للمواد النانوية إلى أجهزة الاستشعار الحيوية للإلكترونيات النانوية وكذلك التطبيقات المستقبلية لتقنية النانو الجزيئية. وتتضمن مشكلات الطب النانوي الحالية عملية فهم القضايا المرتبطة بعلم السموم والتأثيرات البيئية للمواد النانوية.

و يهدف الطب النانوي إلى التوصل إلى مجموعةٍ قيِّمةٍ من الأدوات البحثية بالإضافة إلى الأجهزة المفيدة في العيادات العلاجية في المستقبل القريب[3]. وتتوقع مبادرة التقنية النانوية القومية أن يتم التوصل إلى تطبيقاتٍ تجاريةٍ جديدةٍ في مجال توصيل الدواء والتي قد تشتمل على أنظمةٍ متقدمةٍ لتوصيل الدواء ، بالإضافة إلى علاجاتٍ جديدةٍ وكذلك التصوير الداخلي[4]. كما أن واجهات التفاعل العصبية الإلكترونية والمحسات الأخرى المرتبطة بالإلكترونيات النانوية تمثل هدفاً نشيطاً آخر للبحث في ذلك المجال. ويؤمن المجال التنبؤي لتقنية النانو الجزيئية أن آلات إصلاح الخلية قد يكون لها القدرة على إحداث ثورةٍ في مجال الطب والأدوية كذلك.

(1) The Royal Society and the Royal Academy of Engineering: Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties; 2004

(2) Freitas RA Jr. (2005). "What is Nanomedicine?". Nanomedicine: Nanotech. Biol. Med. 1 (1): 2–9. doi:10.1016/j.nano.2004.11.003. PMID 17292052.

(3) Wagner V, Dullaart A, Bock AK, Zweck A. (2006). "The emerging nanomedicine landscape". Nat Biotechnol. 24 (10): 1211–1217. doi:10.1038/nbt1006-1211. PMID 17033654

(4) Nanotechnology in Medicine and the Biosciences, by Coombs RRH, Robinson DW. 1996, ISBN 2-88449-080-9

المبحث السادس

رواد تقنية النانو في العصر الحديث

تلك قائمة بأبرز رواد تقنية النانو في العصر الحديث :

• **عالم الرياضيات ريتشارد فاينمان:**

أول من قام بالتفكير في تقنية النانو في عصرنا الحالي، يقول أ.د. المهندس محمد شريف الإسكندراني: ((لعل من الإنصاف أن نرجع الفضل في التفكير بأهمية تقنية النانو إلى عالم الفيزياء الأمريكي الشهير (Richard Feynman) الذي عمل في أبحاث تطوير القنبلة الذرية في الأربعينيات من القرن الماضي، والحائز على جائزة نوبل في عام ١٩٥٩م وقد قدم للعالم من خلال إحدى محاضراته، تنبؤه لحدوث ثورة في التكنولوجيا، وطفرة في تخليق مواد جديدة يتحكم الإنسان في ترتيب ذراتها لتصنيع أجهزة متناهية في الصغر لا تتعدى أحجامها حجم خلية بكتيرية أو فيروس، لكنها قادرة على تنفيذ الأعمال الدقيقة جدًا)). ويضيف أ.د. الإسكندراني ، أنه لم يكن من السهل لهذه التقنية الحديثة أن يبزغ فجرها في يوم وليلة، بل استغرق الأمر أكثر من اثنين وعشرين عامًا قضاها علماء العالم في معاملهم في جد ومشقة ، ليبرهنوا صحة تلك الفرضيات والتي أضحت حقيقة وواقعًا ملموسًا.

• **الباحث الياباني نوريو تانيغوشي:**

هو أول من قام بإدخال مصطلح التقنية النانوية ، وذلك في عام ١٩٧٤م، عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل و طرق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية بدقة عالية.

• **المخترعان العالمان جيرد بينج و هينريك روهر :**

قاما سنة١٩٨١م، باختراع المجهر النفقي الماسح "STM " ، حيث ساعد هذا الاختراع على ازدياد البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد. وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٦م على اختراعهما.

• **عالم الرياضيات إريك دريكسلر:**

يعتبر هو المؤسس الفعلي لهذا العلم ، حينما ألّف كتابا اسمه محركات التكوين Engines of Creation والذي اعتبر البداية الحقيقية لعلم النانو.

• **الدكتور منير نايفة:**

عالم ذرة فلسطيني ولد في ديسيمبر ١٩٤٥م بقرية شويكة بجوار طولكرم ، تمكن من الإجابة على استفهام هام طرحه عالم الفيزياء الشهير "ريتشارد فاينمان" في عام ١٩٥٩، عندما تساءل: ماذا سيحدث لو استطاع الإنسان التحكم في حركة ومسار الذرة، ونجح في إعادة ترتيب مواضعها داخل المركبات الكيميائية، عندما نجح في تحريك الذرات منفردة ذرة ذرة.

يعمل على تأسيس فرع جديد في علم الكيمياء يدعى "كيمياء الذرة المنفردة" الذي يمهد بدوره لطفرة طبية سوف تسهم في علاج العديد من الأمراض التي وقف العلم عاجزاً أمامها سنوات طويلة؛ حيث يتيح هذا الإنجاز بناء أجهزة ومعدات مجهرية لا يزيد حجمها عن عدة ذرات بما يمكنها من الولوج في جسم الإنسان، والسير داخل الشرايين والوصول إلى أعضائه الداخلية.

له ما يزيد عن ١٣٠ مقالاً وبحثاً علمياً، وشارك مع آخرين في إعداد وتأليف العديد من الكتب عن علوم الليزر والكهربية والمغناطيسية. كما وردت الإشارة إلى اسم نايفة في العديد من موسوعات العلماء والمشاهير، وكان من أبرزها موسوعة "بريتنيكا" الشهيرة، وموسوعة "ماجروهيل"، وقائمة رجال ونساء العلم الأمريكيين.

• **الدكتور مصطفى السيد:**

حصل على جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم عام ١٩٩٠م والعديد من الجوائز الأكاديمية العلمية من مؤسسات العلوم الأمريكية المختلفة، ومنح زمالة أكاديمية علوم وفنون السينما الأمريكية، وعضوية الجمعية الأمريكية لعلوم الطبيعة، والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم، وأكاديمية العالم الثالث للعلوم. تركزت أبحاث الدكتور مصطفى السيد حول استخدام تقنية النانو في مجال الطب، وبخاصة في أبحاث السرطان.

• **الدكتور سامي بن سعيد بن علي حبيب:**

مدير مركز التميز البحثي في تقنية النانو بجامعة الملك عبدالعزيز ، و أحد رواد تقنية النانو الأوائل بالمملكة العربية السعودية ، استطاع أن ينقل أفكاره عن هندسة الطيران إلى علم النانو ، وكانت بداية اهتمامه بتقنيات النانو عام ١٩٩٨م من خلال أبحاثه عن المواد المركبة لاستخدامات منشآت الطائرات و المركبات الطائرة، و قد قام بالكثير من الأبحاث في هذا المجال، منها أبحاث في الأنابيب الكربونية النانوية .

له عدد من الدراسات و المقالات عن طبيعة تقنية النانو وتطورها و التحديات التي ستواجه تقنيات النانو، و أيضاً له ورقة علمية عن تقنيات النانو للعالم النامي ، وأخرى عن تطبيقات تقنيات النانو في مجال الطب. وهو مؤسس الجمعية السعودية لتقنيات النانو وحالياً هو المدير المؤسس لمركز التقنيات متناهية الصغر (النانو) بجامعة الملك عبد العزيز.

المبحث السابع

بعض مصطلحات تقنية النانو[1]

تلك قائمة بأهم المصطلحات[2] الخاصة و المرتبطة بتقنية النانو:

١ - ميكروسكوب القوة الذرية AFM :

هو عبارة عن مجهر يعطي معلومات عن تضاريس سطح المادة بدقة تصل إلى المستوى الذري . حيث تعمل مجساته على مسح تضاريس المواد بدقة متناهية عن طريق حساب أي مقاومة يتعرض لها المجس.

٢ - جهاز الاستشعار البيولوجي Nano-biosensors

هو جهاز استشعار متقدم يستخدم للكشف عن البكتيريا و الغازات والهرمونات و بدقة تصل لحد اكتشاف بضعة جزيئات و يدخل في تركيبة مواد عضوية

٣- كرات بوكي Buckyball

هي جزيئات كروية من الكربون و تتكون عادة من ٦٠ ذرة كربون على شكل كرة القدم حيث تترتب ذرات الكربون بشكل سداسي

٤ - طريقة البناء Bottom up

هي طريقة بناء المواد بوضع الذرة بجانب الذرة الأخرى أو الجزيء بجانب الجزيء الأخر حتى تتكون مركبات وهياكل عضوية وغير عضوية مكونة من عدة ذرات وجزيئات

٥ - أنابيب النانو الكربونية Carbon nanotubes

هي أنابيب كربونية أسطوانية الشكل ورقيقة للغاية. يكون قطرها بمقدار النانو. و هي عبارة عن رقائق من الجرافيت ملفوفة على شكل أنبوب أسطواني وهذه الأنابيب تتميز بخصائص استثنائية الكترونية وحرارية و مكانيكية وتركيبية مما يجعلها أخف من الألومونيوم وأقوى بخمسة أضعاف من الحديد الصلب ، وهناك نوعان من أنابيب النانو الكربونية، أنابيب النانو الكربونية وحيدة الجدار أي ذات طبقة وحيدة ، والنوع الاخر أنابيب النانو الكربونية متعددة الجدر.

---

(١) المصدر : المركز السعودي لتقنية النانو.

(٢) و هي قائمة أولية ستكون خاضعة بإذن الله للتجديد و الإضافة ، وقد تم ترتيبها حسب ترتيب الحروف الإنجليزية.

٦- الحفاز Catalyst

هو مادة تعمل على زيادة معدل التفاعل الكيميائي من خلال الحد والتقليل من الطاقة الفعالة ، ولا تتغير هذه المادة بالتفاعل ، و الحفاز يعمل على توفير سطح ملائم للتفاعل من خلال إتاحة الفرصة لمزيد من الجسيمات للاصطدام مع بعضها البعض.

٧- الرقاقة الالكترونية (المعالج الدقيق) Chips

الرقائق الالكترونية (المعروفة أيضاً باسم المشغلات أو المعالجات الدقيقة) عبارة عن قطعة إلكترونية صغيرة تحتوي على رقائق صغيرة من أشباه الموصلات السيلكون والتي صنعت لأداء الوظائف الإلكترونية في الدوائر المتكاملة.

٨- المركب composites

هو مادة مركبة من مادتين أو أكثر تختلف خواصها عن المواد المكونه لها. وتكون أحد مكونات هذا المركب مقواة بالمادة الأخرى حيث تعمل هذه الخاصية على تحسين خصائص مواد المركب بشكل عام وعادة تكون المادة الأساسية في طور السائل أما مواد التقوية عادة ما تكون جسيمات أو ألياف ، و الأسمنت المقوى بقضبان الفولاذ من الأمثلة الأولية للمركبات.

٩- المجهر الإلكتروني Electron Microscopy

هو عبارة عن مجهر يستخدم حزمة من الالكترونات بدلاً من الضوء المستخدم في المجاهر التقليدية، ويتميز بقوة تكبير عالية تفوق أفضل المجاهر البصرية بأكثر من مئة مرة

١٠- الجزيء Molecule

هو عبارة عن مجموعة ذرات مرتبطة معا بروابط كيميائية.

١١- تقنية النانو البيولوجية Nanobiotechnology

هي استخدام تقنية النانو في بناء أجهزة تمكن من دراسة النظم البيولوجية.

١٢- نانوبوت Nanobot

هو عبارة عن روبورت ذو أبعاد بحجم النانو وتكون أما ميكانيكية أو كهروميكانيكية.

١٣- مركبات النانو Nanocomposites

هي مركبات تتكون عادة من أثنين او اكثر من المواد وتكون أحد مركباتها ذات أبعاد أقل من ١٠٠ نانومتر.

١٤- بلورات النانو Nanocrystals

هي مواد صلبة صغيرة بلورية وتكون بها المسافة متساوية بين كل ذرة وأخرى أو جزئ وأخر. بلورات النانو لها تطبيقات كثيرة وهامه منها الإلكترونيات البصرية حيث لها القدرة على تغيير الطول الموجي للضوء. ولها تطبيقات أخرى في الخلايا الشمسية وغيرها.

١٥- نانومتر Nanometer

هو عبارة عن واحد من المليار من المتر.

١٦- جسيمات النانو Nanoparticles

هي الجسيمات التي تقل أبعادها أو أحد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر.

١٧- مقياس النانو Nanoscale

هو مقياس يستخدم لحساب وقياس أبعاد تتراوح من ١ , ٠ الى ١٠٠ نانومتر.

١٨- علم النانو Nanoscience

هو العلم الذي يتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يزيد عن ١٠٠ نانومتر، و هو أيضا علم يهتم باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو.

١٩- تقنية النانو Nanotechnology

التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المواد و الأجهزة التي أبعادها تقل عن ١٠٠ نانومتر و ذلك بتصنيعها و بمراقبتها و قياس و دراسة خصائصها.

٢٠- صدفات النانو Nanoshells

هي جسيمات في أبعاد النانو لها عبارة عن قشرة أو طبقة معدنية رقيقة تحيط بكرة مصنوعة من مادة شبة موصلة، لها القدرة على امتصاص أو تشتيت الضوء في جميع أطواله الموجية.

٢١- تراكيب النانو Nanostructure

هي تراكيب وهياكل بنيت من مواد النانو.

٢٢- أنابيب النانو Nanotubes

هي أنابيب في مقياس النانو من أمثلتها أنابيب النانو الكربونية، وهي عبارة عن أنابيب أسطوانية من ذرات الكربون ذات بعد واحد مرتبة بشكل سداسي أو خماسي ولها خصائص فيزيائية مميزة جداً.

٢٣- أسلاك النانو Nanowires

هي أسلاك متناهية الصغر في أبعاد النانو لها تركيب ذو بعد واحد وتتميز بخصائص كهربائية و ضوئية مذهلة، وتعتبر أسلاك النانو البنية الأساسية التي سوف تستخدم في بناء أجهزة النانو.

٢٤- النقاط الكمية Quantum dots

تصنع النقاط الكمية من مواد موصلة أو من مواد شبة موصلة وتكاد تكون صفرية الأبعاد ولها شكل بلوري. وللنقاط الكمية خصائص كهربائية مميزة جداً تمكنها من تخزين الإلكترونات وتحويل لون الضوء ، حيث تعمل على امتصاص اللون الأبيض وإعادة انبعاثه خلال نانوثانية بلون مميز، لها تطبيقات كثيرة في مجال الكمبيوتر والطب والهندسة.

٢٥- التصنيع الدقيق Nanofabrication

يشير إلى تصميم وتصنيع أجهزة بأبعاد النانو

٢٦- طباعة النانو NanoLithography

هو أي عمل من حفر أو كتابة أو طباعة في نطاق مقياس النانو، ويعد الميكروسكوب النفقي الماسح (STM) وميكروسكوب القوة الذرية (AFM) من الأدوات التي يمكن بها الحفر والكتابة والطباعة على سطح ذو أبعاد ذرية

٢٧- البئر الكمي Quantum well

هو مفهوم يستخدم لتفسير سلوك النطاقات النانوية المقيدة وخاصة توزيع الطاقات الميكانيكية المكماة.

٢٨- الأسلاك الكمية Quantum wires

هو مصطلح آخر لأسلاك النانو.

٢٩- البايت الكمي Quantum bit

هي أصغر وحدة معلوماتية تستخدم في الحوسبة الكمية.

٣٠- المجهر الالكتروني الماسح SEM

هو تقنية تصورية تعمل عن طريق تسليط حزمة من الإلكترونات للمنطقة المراد دراستها حيث يتم التفاعل بين الالكترونات و ذرات السطح مولده ثلاثة أنواع من الأشعة ، الإلكترونات المتشتتة من الخلف و الالكترونات الثانوية و أشعة أكس.

٣١- مجهر المجس الماسح SPM

تحتوي هذه الأنواع من المجاهر على مجس يعمل على تجميع معلومات السطح وذلك عن طريق التفاعل بين المجس وتضاريس السطح المراد دراسته ، ويندرج تحت هذا النوع مجهر التأثير النفقي الماسح STM و مجهر القوة الذرية AFM

٣٢- مجهر التأثير النفقي الماسح STM

يعمل عن طريق الحصول على صور للذرات الموجودة على السطح بواسطة مجس ماسح.

٣٣- التجمع الذاتي Self-Assembly

هي عبارة عن ظاهرة طبيعية لتجمع الجزيئات أو الذرات في نظم وتراكيب معقدة ، كما هو الحال مع أنابيب النانو الكربونية.

٣٤ - طريقة التصغير Top down

وفيها يتم استخدام طرق مختلفة مثل التكسير أو النحت أو الإذابة للمواد الكبيرة و ذلك لتقليل حجمها و الوصل الى مواد ذات أحجام في مستوى أبعاد النانو.

٣٥- التوليف Synthesis

هو مصطلح يستخدم لوصف طريقة تحضير و تشكل مركبات أكثر تعقيدا باستخدام مكونات بسيطة.

٣٦- طرق التوليف Synthesis methods

يوصف البروتوكول المستخدم لتركيب و إنشاء مواد جديدة.

٣٧- المجهر الإلكتروني النفاذي TEM

أحد أنواع المجاهر الإلكترونية و فيه تستخدم حزمة من الإلكترونات ذات الطاقة العالية لدراسة التركيب الدقيق للعينات و ذلك عن طريق الإلكترونات النافذة من خلال العينة المدروسة.

٣٨- تحليل أشعة أكس X-ray analysis

تحليل أشعة أكس عبارة عن تطبيق من تطبيقات أشعة أكس للتميز بين العناصر الثقيلة من الخفيفة ، و يستخدم كذلك في تحديد و معرفة العناصر الموجودة بالمادة.

٣٩- حيود أشعة أكس X-ray diffraction

عبارة عن تشتت أشعة أكس من العينات البلورية و الذي يعطي أنماط تداخل معينة يمكن من خلالها دراسة التراكيب الدقيقة لهذه البلورات.