



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل  
كلية التربية للعلوم الصرفة  
قسم الفيزياء

## تقنية النانو وتطبيقاته في المجال الطبي

بحث تخرج مقدم الى كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الفيزياء/جامعة بابل/كجزء من متطلبات  
نيل شهادة الكالوريوس في قسم الفيزياء

**تقدمت به**

شهد مؤيد جواد عبد الكاظم

**باشراف**

م.م. سجي محمد حسين علي

2024 م

1445 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا  
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ)

صدق الله العلي العظيم

المجادلة اية (11)

## الإهداء

إلى من شرفني حمل اسمه، من بذل الغالي والنفيس في سبيل وصولي لهذه  
الدرجة.

والذي العزيز...

إلى نور عيني وضوء دربي .. من كانت دعواتها وكلماتها رفيق الألق والتفوق.

أمي الحبيبة...

إلى السند والعضد والساعد أرف لكم الإهداء حباً ورفعة وكرامة إلى كل من علمني  
حرفاً إلى كل من ساندني ولو بابتسامة .

اساتذتي.. إخواني وأخواتي

اصدقائي وزملائي .....

## شكر وتقدير

أبدأ بامتنانٍ لا يقاس (لله سبحانه وتعالى) الذي أعانني، فله الشكر ماحييت .

أولاً وقبل كل شيء ، أتوجه بخالص التقدير إلى مشرفتي على اقتراح اسم البحث ودعمها وتشجيعها ومتابعتها، فضلاً عن النصح والتوجيه اليمين لي لإكمال هذا العمل فلها جزيل الشكر.

أتقدم بالشكر والتقدير إلى ( جامعة بابل - كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الفيزياء ).

أخيراً ، أشكر عائلتي وأصدقائي على دعمهما المستمر طوال هذه الرحلة فهم مصدر تشجيعي على طول الطريق.

## الخلاصة

تناولت في بحثي المتواضع هذا تقنية النانو وتطبيقاتها العامة وتطبيقاته بالمجال الطبي حيث تكون هذا البحث من ثلاث فصول، تضمن الفصل الاول تاريخ تقنية النانو والمبادئ التي تميز تقنية النانو وخواص المواد النانوية واشكالها .

اما الفصل الثاني فقد تضمن تطبيقات تقنية النانو .

وتضمن الفصل الثالث طرق تحضير الجسيمات النانوية.

## المحتويات

الرقم	المواضيع	الصفحة
1	تعريف تقنية النانو	1
2	اهداف البحث	
	<b>الفصل الاول</b>	
4	تاريخ تقنية النانو	1.1
5	خواص المواد النانوية	2.1
6	الخواص الميكانيكية	1.2.1
6	درجة الانصهار	2.2.1
6	الخواص المغناطيسية	3.2.1
6	الخواص الكهربائية	4.2.1
6	الخواص الكيميائية	5.2.1
7	اشكال المواد النانوية	3.1
	<b>الفصل الثاني</b>	
14	طرق تحضير الجسيمات النانوية	2
14	الطرق البيولوجية	1.2
14	التحضير بمساعدة الكائنات الحية الدقيقة Biogenic synthesis using microorganisms	1.1.2
15	تحضير الجزيئات الحيويه كقوالب as the templates biomolecules Biogenic synthesis using	2.1.2
15	المستخلصات النباتية extracts Biogenic synthesis using plant	3.1.2
15	الطرق الفيزيائية	2.2

الصفحة	المواضيع	الرقم
15	طريقة الطحن الكروي عالي الطاقة (HEBM) High-Energy Ball Milling	1.2.2
16	طريقة الرذاذ الحراري بالرش باللهب (FSP) Flame Spray pyrolysis	2.2.2
17	تقنية الرش الكهربائي Electro spraying technique	3.2.2
17	الاستئصال بالليزر Laser ablation	4.2.2
18	الطرق الكيميائية	3.2
18	طريقة Sol-gel	1.3.2
19	تقنية المستحلب الدقيق Microemulsion technique	2.3.2
19	التحضير الحراري المائي Hydrothermal synthesis	3.3.2
<b>الفصل الثالث</b>		
21	تطبيقات تقنية النانو في المجال الطبي	3
21	تقنية النانو في الطب	1.3
26	التوصيات	4
27	الخاتمة	5

## الاشكال

الصفحة	الشكل	الرقم
	<b>الفصل الاول</b>	
7	يوضح نقاط الكم	1.1
7	يوضح شكل الفولورين	2.1
8	يوضح الكرات النانوية	3.1
9	الجسيمات النانوية	4.1
9	يوضح الاتابيب النانوية	5.1
10	يوضح الالياف النانوية	6.1
11	الاسلاك النانوية	7.1
	<b>الفصل الثاني</b>	
16	رسم تخطيطي لحركة الكرة وخليط المسحوق لانتاج جسيمات نانوية (الطحن الكروي)	1.2
16	رسم تخطيطي لتخليق الانحلال الحراري بالرش باللهب والذي يمكن استخدامه لانتاج جزيئات أكسيد المعادن النانوية	2.2
17	يوضح كيفية تشكيل الجسيمات النانوية بتقنية الرش الكهربائي	3.2
18	رسم تخطيطي لمراحل مختلفة من عملية sol-gel من السلائف الى الهلام	4.2
19	يوضح (a) نظام Micelle العكسي النموذجي، (b) الخطوات المختلفة المتضمنة في عملية مستحلب دقيق واحد، (c) تسلسل التفاعل المتضمن في تخليق الجسيمات النانوية المستحلب الدقيق	5.2

## الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
14	مجموعة من بعض الكائنات الحية الدقيقة المشاركة في تصنيع أنواع مختلفة من الجسيمات النانوية NPS	1.1



# [ المقدمة ]

### 1. تعريف تقنية النانو

تعتبر تقنية النانو من التقنيات التابعة لعلم هندسة المواد، وتتصل هذه التقنيات مع مختلف العلوم مثل الفيزياء، الهندسة الكيميائية، هندسة الطب الحيوي، والهندسة الميكانيكية، وهو علم متخصص ببحث المواد وإنتاجها في المستوى الذري الصغير جداً.

حيث تعتبر هذه التقنية ثورة علمية هائلة لا تقل عن الثورة الصناعية التي نقلت الإنسان إلى عصر الآلات أو ثورة التكنولوجيا التي نقلت الإنسان إلى عصر الفضاء والاتصالات والإنترنت، والتطور الشامل في مختلف المجالات وكل فروع العلوم، فما تقدمه تكنولوجيا النانو هو القدرة على صنع كل ما يتخيله الإنسان بكلفة أقل وجودة أعلى وهذه القدرة ستكون مفتاح التقدم العلمي الذي سيغير معالم الحياة على نحو قد لا يستطيع الإنسان تصور كل أبعاده اليوم، وفي ذلك يقول أحد العلماء إن ما سننتجه ونكتشفه باستخدام هذه التكنولوجيا في السنوات القليلة القادمة سوف يعادل بل سيتجاوز ما تم اكتشافه منذ أن خلقت الأرض.

فالنانو تعني تقنيات تصنع على مقياس النانو متر، وهي أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن (نانو متر) ويبلغ طوله واحد من بليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم، وحجم النانو أصغر بحوالي 80.000 مرة من قطر الشعرة، وكلمة النانو تكنولوجي تستخدم أيضاً بمعنى أنها تكنولوجيا المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات. وتستخدم تكنولوجيا النانو في العديد من التطبيقات فمنها على سبيل المثال لا الحصر تطبيقات النانو في عالم الإلكترونيات ستقضي تكنولوجيا النانو على الأجيال الحالية من أجهزة الحاسب الآلي والأجهزة الإلكترونية وإنتاج أجيال ذات سرعة عالية في نقل البيانات وجودة في الأداء وذات أحجام صغيرة، لذا تهدف هذه الدراسة إلى دراسة ماهية تكنولوجيا النانو ومكوناتها وتطبيقاتها ثم تحليل الآثار المترتبة عن استخدام تكنولوجيا النانو. وتدخل تكنولوجيا النانو في المجالات الحيوية، والمجالات الطبية، فدراسة المكونات الأولية للخلايا، ومعرفة خصائصها باستخدام المجاهر المكبرة، هو من تكنولوجيات النانو، وكذلك ما يتعلق بصناعة الأدوية، والحقن المجهرية، ودراسة الحمض النووي، وتكاثر الخلايا في الأمراض المزمنة والعنقوديات وغيرها كلها من تطبيقات هذه التكنولوجيا.<sup>(1)</sup>

## اهداف البحث

## اهداف البحث

- تهدف هذه الدراسة إلى دراسة ماهية تكنولوجيا النانو ومكوناتها وتطبيقاتها مع التركيز على تخصص استخدام النانو في المجال الطبي
- التعرف على خواص المواد النانوية .
- التعرف على أشكال المواد النانوية.
- التعرف على طرق تحضير الجسيمات النانويه .
- التعرف على تطبيقات النانو تكنولوجي و تطبيقات مستقبلية مميزة.

الفصل الاول  
النانو  
تكنولوجيا

## 1.1 تاريخ تقنية النانو

استخدام تقنية النانو قديم جداً ويعود إلى الحضارة الأوغريقية والحضارة الصينية في صناعة الزجاج ولعل الأبناء الأوغريقي الشهير "ليكوروجز" - والذي يغير لونه تبعاً لزاوية سقوط الضوء أحد أقدم التطبيقات لهذه التقنية والذي استخدم في صناعته جسيمات نانو من الذهب تم خلطها بالزجاج. نشر فريق برئاسة بيتر باوفلير الباحث في علوم المواد في جامعة درزندن التقنية في ألمانيا بحثاً.

كما أن السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته يعد أحد أقدم التطبيقات لتقنية النانو حيث نشر فريق برئاسه بيتر باوفلير الباحث في علوم المواد في جامعه درزندن التقنيه في ألمانيا بحثا يشير إلى أن الأنابيب الكربونية النانوية كانت موجودة في تصاميم السيوف الدمشقية . وقد صنعت السيوف الدمشقية من الفولاذ أطلق عليه اسم "الووترز "wootz" " وهو فولاذ يصنع في الهند بطريقة خاصة, وقد درس الباحث الألماني صوراً للسيوف دمشقية التقطها بالمجهر الإلكتروني وعثر فريقه على تراكيب أنابيب بأحجام نانوية داخل هذا الفولاذ, تشبه الأنابيب الكربونية النانوية التي يوظفها المصممون في التقنيات الحديثة لصنع منتجات متينة تتصف بخفة وزنها.(2)

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

وفي عام 1974 أطلق الباحث الياباني "نوريو تاينغوشي" تسمية المصطلح) تقنية النانو Nano-Technology لأول مره للتعبير عن طرق تصنيع ميكانيكيه وكهربائيه متناهية الصغر بدقة عالية .

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

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

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

عام 1991 اكتشف الباحث الياباني "سوميو ليجيما" أنابيب الكربون النانوية (Tube Carbon Nano) وهي عبارة عن أسطوانات من الكربون قطرها عدة نانو مترات ولها خصائص إلكترونية وميكانيكية متميزة مما يجعلها مهمة لصناعة مواد وآلات نانوية مذهلة. وأخير أعام 1992 كتب العالم "منير نايفه" بالذرات اصغر خط في التاريخ) حرف p وبجابه قلب (رمزا لحب فلسطين وانتشرت في كبرى المجالات العلمية ووكالات الأنباء العالمية. وقد استخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح والفائدة من هذا الرسم بالذرات أنه استطاع التحكم في الذرات الدقيقة وأعاد ترتيبها كما يشاء<sup>(3)</sup>

## 2.1 خواص المواد النانوية

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

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

## 1.2.1 الخواص الميكانيكية

ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها, فمثلا إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية إلى إكسابها المزيد من المتانة وهي صفة لا توجد في مواد السيراميك العادية.<sup>4</sup>

## 2.2.1 درجة الانصهار

تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثلا درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية, وإذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية.<sup>3</sup>

## 3.2.1 الخواص المغناطيسية

تعتمد قوة المغناطيس اعتماداً كلياً على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس, وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.<sup>2</sup>

## 4.2.1 الخواص الكهربائية

إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجاباً على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي, حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية<sup>(4)</sup>.

## 5.2.1 الخواص الكيميائية

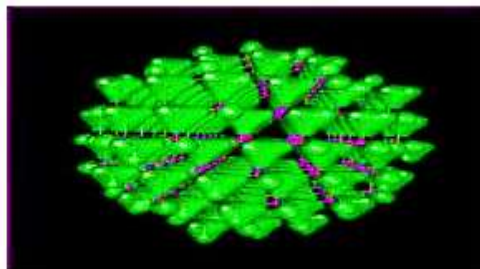
إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فإن تفاعلها يزداد<sup>(3)</sup>.

## 3.1 أشكال المواد النانوية

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

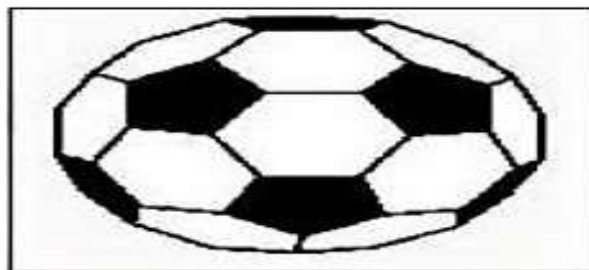
## 1. نقاط الكم (Quantum Dots)

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح بعدة بين (2 و10) نانومتر، وهذا يقابل 10-50 ذرة في القطر الواحد، و 100000-100 ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة .  
وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه إذا رصفنا 3 ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض نحصل على طول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان الشكل (1 - 1) : يوضح النقاط الكمية.

الشكل (1.1) : يوضح نقاط الكم.<sup>5</sup>

## 2. الفولورين (Fullerene)

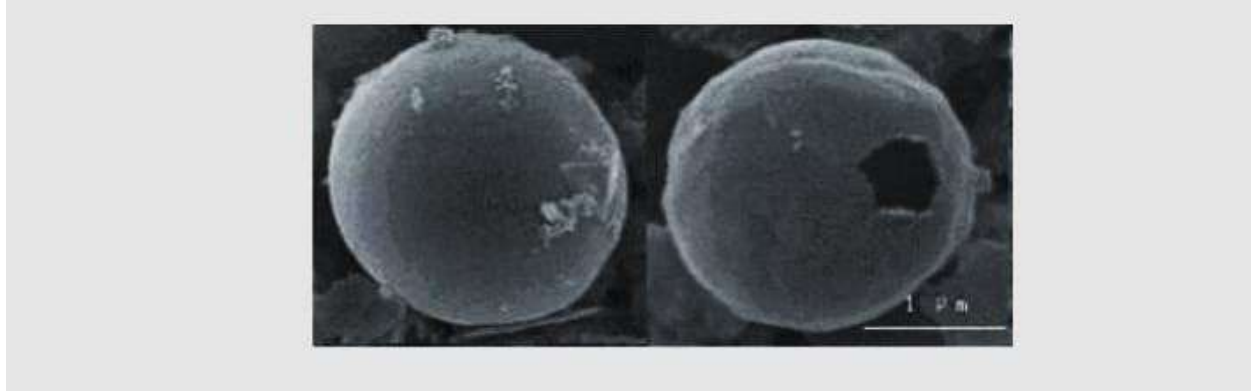
تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ويرمز لها بالرمز C60 وقد اكتشف عام 1985، إن جزيء الفولورين كروي يشبه كرة القدم المنقطة<sup>4</sup>، وهو يحضر منذ اكتشافه وحتى الآن بكميات تجارية، وقد سمي بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري "بكمنستر فولر". وقد نشأ فرع كيمياء جديد يسمى الفولورين حيث عرف أكثر من 9000 مركب فولورين منذ عام 1997 وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ومنها المركبات K3C60 و RbCs2C60 التي ابدت توصيلية فائقة، كما اكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي الأنبوبي والكروي الشكل (1 . 2) ( يوضح الفولورين .

الشكل (2.1) : يوضح الفولورين<sup>5</sup>



## 3. الكرات النانوية (Nano balls)

من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادة C60 ولكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة، كما أنها خاوية المركز. والكرات النانوية لا يوجد على سطحها فجوات وبسبب أنا تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل)، وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى 500 نانومتر أو أكثر الشكل (1 . 3) يوضح الكرات النانوية .



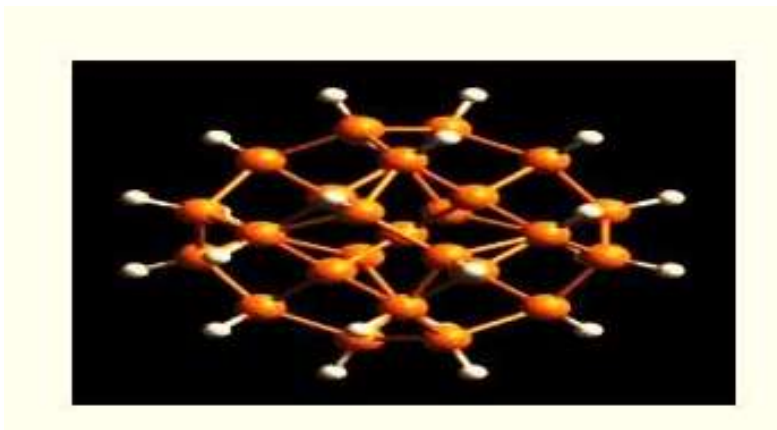
الشكل (1 . 3): يوضح الكرات النانوية.<sup>6</sup>

## 4. الجسيمات النانوية (Nanoparticles)

على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام، إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان. ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره أقل من 100 نانومتر.<sup>6</sup>

عندما يصل حجم الجسيم النانوي 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 يكون ب3 أبعاد تسمى النقاط الكمية (Quantum dots). ولابد هنا من الإشارة إلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإلكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية. لقد أمكن حديثاً تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلفة) وكذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبه صلبة. وتعتبر جسيمات النحاس النانوية (أقل من 50 نانومتر) ذات

صلابة عالية وغير قابلة للطرق والسحب على عكس جسيمات النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها. الشكل ( 4 . 1 ) يوضح الجسيمات النانوية .

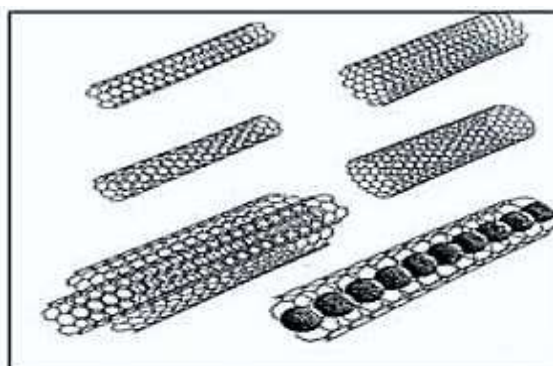


الشكل ( 4 . 1 ) : يوضح الجسيمات النانوية<sup>6</sup>.

### 5. الأنابيب النانوية (Nanotubes)

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

ويتراوح قطر الأنبوب النانوي بين 1 نانومتر و 100 نانومتر وطولها يبلغ 100 ميكرومتر ليشكل سلك نانوي, الانابيب النانوية عدة أشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية، أو مخروطية وغير ذلك الشكل ( 5 . 1 ) يوضح الانابيب النانوية .



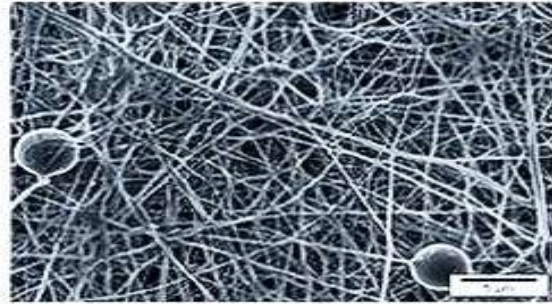
الشكل ( 5 . 1 ) : يوضح الانابيب النانوية<sup>7</sup>.

## 7. الألياف النانوية (Nano Fibers)

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

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

تستخدم هذه الألياف في الطب وزراعة الأعضاء كالمفاصل و التئام الجروح ونقل الأدوية في الجسم, كما تستخدم في المجالات العسكرية كالتقليل من مقاومة الهواء الشكل (1. 6) يوضح الالياف النانوية.



الشكل (1. 6): يوضح الالياف النانوية.<sup>7</sup>

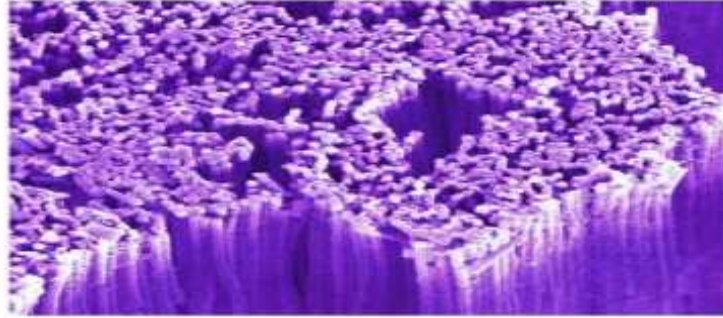
## 7. المركبات النانوية (Nanocomposites)

هي مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال التصنيع، نتيجة لذلك فإن المادة النانوية تُبدي تحسناً كبيراً في خصائصها. حيث يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربائية والحرارية للمادة. ويؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي, وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة.<sup>3</sup>

## 8. الأسلاك النانوية (Nano Wires)

هي أسلاك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة, نسبة الطول إلى العرض تزيد عن 1000 مرة, لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الأسلاك العادية التقليدية, لأن الإلكترونات فيها تكون محصورة كميّاً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن

تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة. وهذه الأسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة وتتخذ أشكالاً متعددة منها حلزونية أو متماتلة خماسية والشكل ( 7. 1 ) يوضح الاسلاك النانوية .



الشكل ( 7. 1 ) : يوضح الاسلاك النانوية <sup>6</sup>

الفصل الثاني  
طرق تحضير  
الجسيمات  
النانوية

## 2. طرق تحضير الجسيمات النانوية

ان التقدم المستمر في البحوث العلمية وبالأخص مجال تكنولوجيا النانو دور مهم في ظهور مجموعة متنوعة من الأساليب لتوليف الجسيمات النانوية "NPS" انطلاقا من مجموعة من المواد الاعتماد على أصلها وطرق تصنيعها<sup>(8)</sup>.

### 1.2 الطرق البيولوجية

تساعد الطرق البيولوجية أو التصنيع الحيوي بتوفير بيئة حميدة ببرتوكول منخفض السمية والتكلفة وفعال لتصنيع NPS، وهذا ما جعلها تسمى ب "التوليف الأخضر". وتنقسم الطرق البيولوجية إلى ثلاثة فئات<sup>(8)</sup>

#### 1.1.2 التحضير بمساعدة الكائنات الحية الدقيقة Biogenic synthesis using microorganisms

في هذه الطريقة يتم استخدام البكتيريا بدائية النواة و الأكتينومييسيت و الفطريات و الطحالب والخميرة على نطاق واسع كمتفاعلات حيوية لتصنيع الجسيمات النانوية NPS لأننتاج مجموعة من (Au، Pd، 2TiO)، (CdS، Ag، عنصر المعدني من خلال الأنزيمات الناتجة عن الأنشطة الخلوية<sup>(7)</sup>

الجدول (1.1): مجموعة من بعض الكائنات الحية الدقيقة المشاركة في تصنيع أنواع مختلفة من الجسيمات النانوية NPS.<sup>(8)</sup>

طريقة التصنيع	حجم الـ NPs	نوع الـ NPs	الكائنات الحية	
تصنيع خارجي	50-500 nm	AU NPs	أكتينوبياكتر	البكتيريا
تصنيع خارجي	4-5 nm	Ag NPs	عصية مخيخية	
تصنيع خارجي	40-60 nm	TiO <sub>2</sub> NPs	لاكتوباسيلوس	
تصنيع داخلي	2-5 nm	Hg NPs	البكتيريا المعوية	الفطريات
تصنيع خارجي	1-20 nm	Ag NPs	الرشاشيات الأرضية	
تصنيع خارجي	6-13 nm	TiO <sub>2</sub> NPs	فيوزاريوم	
تصنيع خارجي	8-40 nm	Au NPs	أوكسيسبوروم	الخميرة و الأكتينومييسيت
تصنيع داخلي	2 nm	Cd S NPs	المبيضات غلابراتا	
تصنيع داخلي	5-15 nm	Au NPs	رودوكوكوس .sp	
تصنيع خارجي	2-5 nm	Ag NPs	أم كيه MKY3	

## 2.1.2 تحضير الجزيئات الحيوية كقوالب **as the templates biomolecules** Biogenic synthesis using

يتم في هذه الطريقة استخدام الجزيئات الحيوية المختلفة مثل الأحماض النووية والأغشية والفيروسات كقوالب لتحضير الجسيمات النانوية. ويعرف ال DNA على نطاق واسع بأنه قالب جزيئي حيوي ممتاز للجاذبية القوية التي يمتلكها اتجاه أيونات المعادن الأنتقاليه، حيث تبين أن هيدروجيل تكون مقاطعه قبل الدمج لآكن فلز الذهب المعدني (Au(III)) مع جزيئات الحمض النووي الكبيره تؤدي ألى تكوين Au NBS<sup>(7,8)</sup>

## 3.1.2 المستخلصات النباتية **Biogenic synthesis using plant extracts**

التخليق الحيوي لجسيمات النانو باستخدام المستخلصات النباتية أو الكتلة الحيوية النباتية هي واحدة من الطرق الفعالة جدا وسريعة، فتعتبر طرق نظيفة وغير سامة وصديقة للبيئة. وقد استخدمت هذه الطريقة في الغالب لتصنيع NPs من المعادن النبيلة، أكاسيد المعادن، السبائك ثنائية الفلزات. حيث تعطي حدود مختلفة للبوليتات الحيوية النباتية بشكل كاف والتي يمكن أن تساعد في اعداد NPS استنادا إلى دورها القيم كعوامل تقليل وعوامل الحد الأقصى<sup>(9)</sup>.

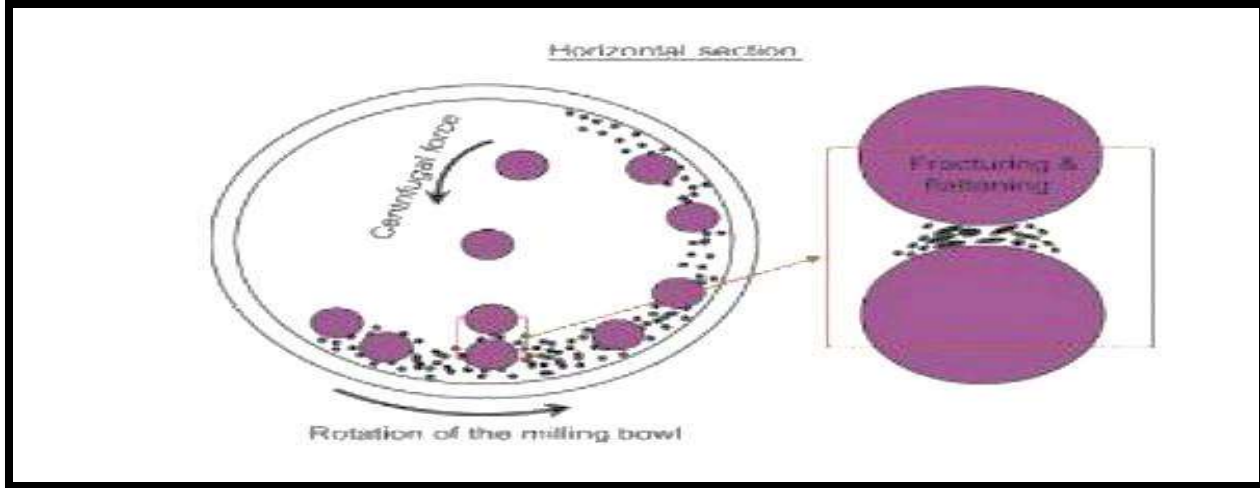
## 2.2 الطرق الفيزيائية

وتطبق الطرق الفيزيائية ضغطاً ميكانيكياً أو إشعاعاً عالي الطاقة أو طاقة حرارية أو الطاقة الكهربائية للتسبب في تآكل المواد أو ذوبانها أو تبخرها أو تكثيفها لتوليد الجسيمات النانوية NPs، وتعمل هذه الأساليب بشكل أساسي على استراتيجيات من أعلى إلى أسفل top-down وهي مفيدة كما هي خالية من تلوث بالمذيبات ومن أبرز الطرق الفيزيائية<sup>(10)</sup>

## 1.2.2 طريقة الطحن الكروي عالي الطاقة **(HEBM) High-Energy Ball Milling**

هو عملية طحن بالكرات يتم فيها تعريض خليط مسحوق يوضع في مطحنة كروية لتصادمات عالية الطاقة من الكرات فيحدث تشوه ميكانيكي، تستخدم بشكل متكرر لانتاج المعادن باحجام جسيمات صغيرة جدا من 4 الى 26 نانومتر، وهذه الطريقة والتي يطلق عليها أيضا صناعة السبائك الميكانيكية ويعتبر طحن كرات عالي الطاقة طريقة لتعديل الظروف التي تحدث فيها التفاعلات الكيميائية عادة اما عن طريق تغيير تفاعل المواد الصلبة المطحونة او عن طريق احداث تفاعلات كيميائية اثناء الطحن.<sup>(10)</sup>

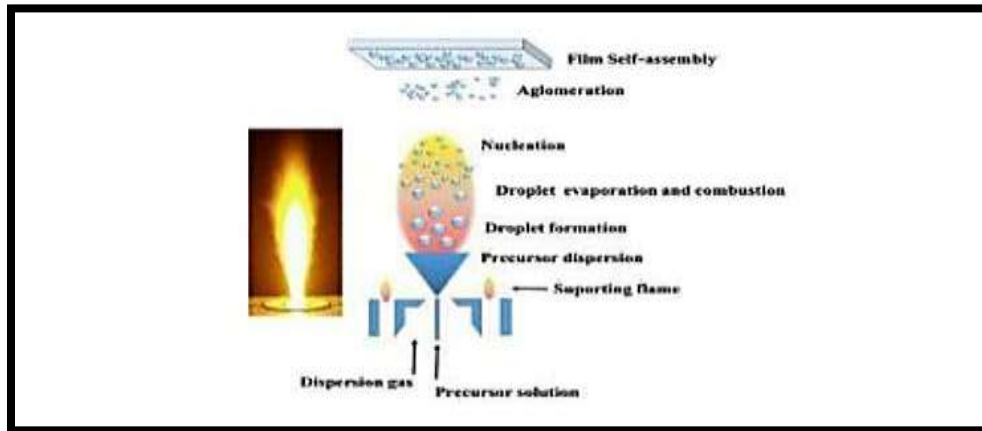




الشكل (1.2): رسم تخطيطي لحركة الكرة وخليط المسحوق لإنتاج جسيمات نانوية (الطحن الكروي)<sup>(11)</sup>.

## 2.2.2 طريقة الرذاذ الحراري بالرش باللهب (FSP) Flame Spray pyrolysis

يتم رش محلول ملح معدني مائي كرذاذ ناعم، عبر أنبوب شعري وفي اللهب. ثم تتشكل قطيرات صغيرة بينما يحترق المذيب داخل اللهب، يحدث تحويل الملح إلى أكسيد فلز عند تفاعل الانحلال الحراري وتتجمع ذرات أكسيد الفلز في جزيئات نانوية والتي يتم تجميعها بعد ذلك على ركيزة، وتسمح هذه الطريقة بإنشاء أحجام الجسيمات عادة في نطاق 5-500 نانومتر وكذلك إنتاج جسيمات نانوية بمساحة سطح عالية محددة بتكاليف إنتاج منخفضة.<sup>(11)</sup>

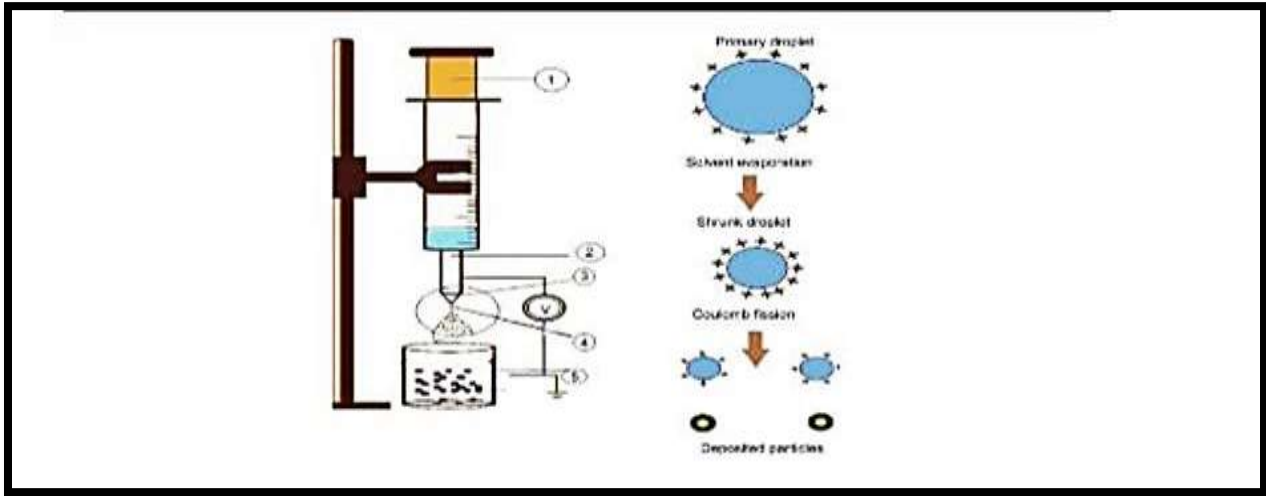


الشكل (2.2): رسم تخطيطي لتخليق الانحلال الحراري بالرش باللهب والذي يمكن استخدامه لإنتاج جزيئات أكسيد المعادن النانوية.<sup>(11)</sup>



### 3.2.2 تقنية الرش الكهربائي Electrospraying technique

الرش الكهربائي هو تقنية مشابهة للعزل الكهربائي باختلاف في نوع المواد التي سيتم إنتاجها. يتم إجراء الأول لتجميع الجسيمات النانوية NPs بينما يتم إجراء الأخير لتصنيع الألياف النانوية. تعتمد طريقة الرش الكهربائي على جهاز كهروميكانيكي حيث يتم ضخ محلول البوليمر الحيوي والمذيب إلى طرف إبرة الحقنة، فينشأ مجال كهربائي بين طرف الأبرة ولوحة المجمع عن طريق تطبيق جهد عالي في النظام. يتم التغلب على التوتر في القطرة السائلة بواسطة قوة المجال الكهربائي، ويتم تشويه القطرة وتشكيل ما يسمى مخروط تايلور يؤدي التشويه إلى طرد نفاث مشحون كهربائياً ويبخر المذيب الذي يتحرك نحو المجمع وبالتالي تتشكل الجسيمات النانوية الجافة أو الألياف كمنتج نهائي.<sup>(9,8)</sup>



الشكل (2-3): يوضح كيفية تشكيل الجسيمات النانوية بتقنية الرش الكهربائي (10)

### 4.2.2 الاستئصال بالليزر Laser ablation

تقنية الاجتثاث او الاستئصال بالليزر هي تطور حديث لتخليق الجسيمات النانوية في أحجام وتركيبات الجسيمات التي يتم التحكم فيها. تعتمد آلية الاستئصال بالليزر على الخصائص الفيزيائية للمعادن (Au, Ag) ووسط البيئة.

حيث تولد الحرارة ويحدث التأين الضوئي للهدف المعدني. بعد ذلك، سيتم إطلاق الجسيمات النانوية المعدنية من الصفيحة المعدنية كمرحلة مختلفة تعتمد على الطاقة الممتصة، (يقوم الليزر عالي الطاقة بإزالة الصفيحة المعدنية وتتشكل الجسيمات النانوية في السائل) وتفسيرا لذلك عندما تكون طاقة شعاع الليزر عالية

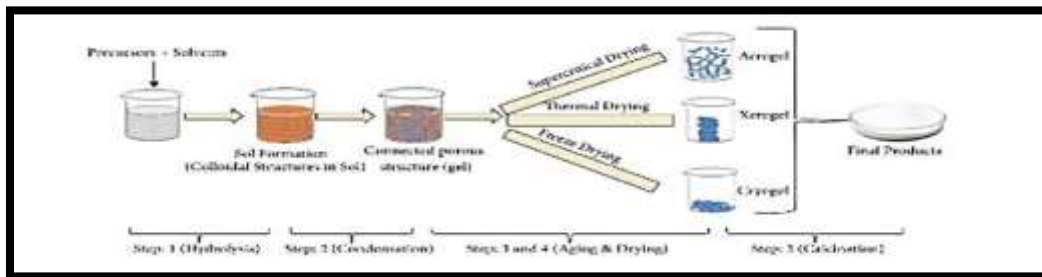
بما يكفي لتوليد عمود بلازما، يمكن الحصول على معدل اجتثاث مقبول أثناء استئصال الصفائح المعدنية بالليزر، ويمكن تشكيل عمود البلازما بتوليد الفوتون والصوت هذه الظاهرة محصورة بالقرب من الصفيحة المعدنية حيث يظل وجه اللوحة المعدنية في عمود البلازما عند درجة حرارة عالية وضغط مرتفع أثناء استئصال الصفيحة المعدنية بالليزر تحدث بعض الظواهر الديناميكية الحرارية بالقرب من الهدف المعدني، لذلك فإن وجه الهدف في عمود البلازما يلاحظ الطاقة ليست ثابتة في المنطقة المستهدفة بأكملها، علاوة على ذلك في بعض الأحيان يتم ترحيل الجزيئات من الأهداف المعدنية بسبب التأين الضوئي لذلك يصبح تركيز الجسيمات النانوية المعدنية وتوزيعها كبيراً في السوائل باستخدام الاستئصال بالليزر للوحة المعدنية.<sup>(11)</sup>

### 3.2 الطرق الكيميائية

تعتبر الطرق الكيميائية لأننتاج الجسيمات النانوية واضحة في طبيعتها وغالبا ماتسمح بتركيب الجسيمات النانوية بكميات كبيرة، وتشمل هذه الطرق كل من:<sup>(10)</sup>

#### 1.3.2 طريقة Sol-gel

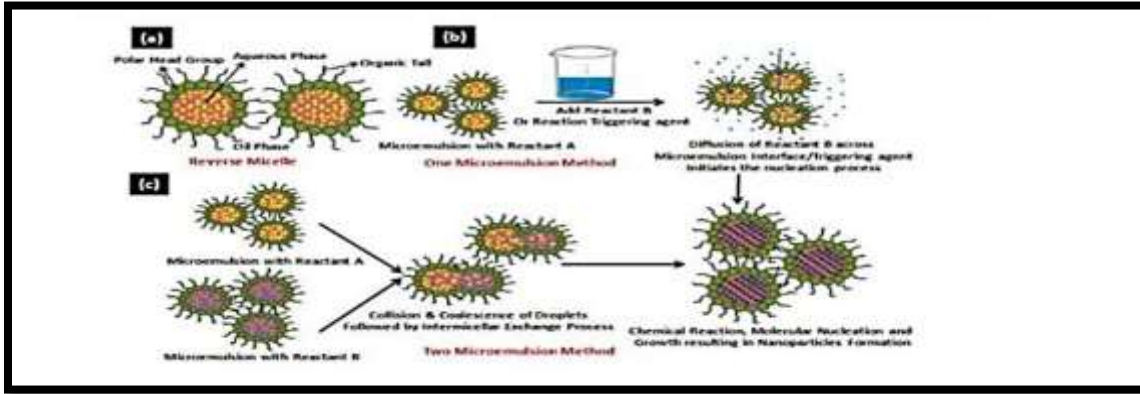
طريقة sol-gel هي عملية كيميائية رطبة لصنع مواد أساسها الأكسيد بدلا من السلائف القابلة للتحلل بالماء، هناك نوعان من المكونات، "sol" وهو معلق غروائي لجسيمات الصلبة في سائل وال "gel" وهو عبارة عن بوليمرات تحتوي على سائل. حيث التحلل المائي والتكثيف هما خطوات نموذجية لعملية "sol-gel"، حيث تحتوي المواد الأولية عادة على روابط اضعف مقارنة بالماء مثل الهاليدات أو الكبريتات أو الألكوسيدات أو الكربوكسيد، فتتحلل هذه المواد ثم تتكثف مع بعضها لتشكل جزيئات ثانوية غروائية صغيرة معلقة في سائل يسمى "sol"، يؤدي المزيد من التكثيف المتعدد لجسيمات محلول غروائي الى شبكة ممتدة من مادة أكسيد البوليمر ذات الجسم المؤكسد يتم بعدها إزالة الماء الزائد لتحديد الهيكل النهائي للمادة.



الشكل (2-4): رسم تخطيطي لمراحل مختلفة من عملية sol-gel من السلائف الى الهلام<sup>(22)</sup>

### 2.3.2 تقنية المستحلب الدقيق Microemulsion technique

تعتبر نوع معين من الغرويات يحتوي على قطرات من سائل مشتت في سائل آخر وبمعنى أدق هو نظام يشكل من ثلاثة مكونات كحد أدنى ، الطور القطبي (الماء بشكل عام) والطور غير القطبي (السائل الهيدروكربوني أو الزيت بشكل عام) والفاعل بالسطح (جزء له ذيل كاره للماء ونهايات رأس محبة للماء)، وبالتالي يتكون نظام المستحلب الدقيق من قطرات كروية أحادية التشتت (قطرها يتراوح من 600 نانومتر إلى 8000 نانومتر) من الماء في الزيت (w/o) أو الزيت في الماء (o/w) اعتماداً على المادة الخافضة للتوتر السطحي المستخدمة، تخلق جزيئات الفاعل بالسطح الطبقة البينية التي تفصل بين المرحلتين المائية والعضوية ، وتقلل من التوتر السطحي بين المستحلب الدقيق والمرحلة الزائدة وتعمل كحاجز فاصل يمنع اندماج القطرات.<sup>(9)</sup>



الشكل (5.2) : يوضح (a) نظام Micelle العكسي النموذجي، (b) الخطوات المختلفة المتضمنة في عملية مستحلب دقيق واحد، (c) تسلسل التفاعل المتضمن في تخليق الجسيمات النانوية المستحلب الدقيق<sup>(10)</sup>

### 3.3.2 التحضير الحراري المائي Hydrothermal synthesis

التوليف الحراري المائي هو تخليق البلورات أو نمو البلورات تحت مستوى عالي من درجة الحرارة وظروف المياه عالية الضغط من المواد غير القابلة للذوبان في درجة الحرارة والضغط (>100 درجة مئوية، >1 atm). بما أن الانتاج الأيوني له قيمة قصوى تبلغ (250-300) درجة مئوية. وتستخدم هذه الطريقة لتصنيع NPs من أكسيد المعادن وأكسيد وفوسفات الحديد الليثيوم وللحفاظ والسيطرة على خصائص الجسيمات عن طريق تغيير خصائص المياه القريبة أو فوق الحرجة باستخدام ضغط مختلف وظروف درجة الحرارة.

الفصل الثالث  
تطبيقات تقنية  
النانو في  
المجال الطبي

## 3 - تطبيقات النانو تكنولوجي في المجال الطبي

في عالم الطب قدّمت تقنية النانو عملاً مدهشاً وبراءاً في إضافات مدهشة على ذلك العالم، فقام العلماء في الآونة الأخيرة بصناعة الروبوتات الصغيرة جداً المجهرية وفقاً لتقنية النانو التي تستطيع الحركة في الشرايين الدموية وداخل الجسم، ممّا سيسمح لاحقاً لعلاج الجلطات الدموية عن طريق أسطول كامل من الروبوتات التي يتم حقنها للمنطقة المريضة أو ابتلاعها للعلاج الفوري للمريض عن طريقها.

## 1.3 تقنية النانو في الطب

- ساهم تطور تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية، فمثلاً تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم (حاملات نانوية ذات أحجام تصل لمقياس النانو) تكون قادرة على استهداف خالياً مختلفة في الجسم. (12)
- ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، كذلك يمكن التحكم بتلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة.
- إضافة إلى استخدام الليوزوم النانوية المصنعة كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات، كما تستخدم جسيمات الذهب النانوية في أجهزة الأختبار المنزلي للكشف عن الحمل.
- الكشف عن الأمراض: إن الأسلاك النانوية تستخدم كمجسات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها الصغير جداً، حيث يتم طلاء هذه الأسلاك بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية (DNA) أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الأخرى في الجسم، ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها، وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوي في اكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية، وذلك بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم يتم طلائها بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجسات مختلفة في علاج السرطان تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي 120 نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي 170 مرة، وعندما تحقن هذه الأغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية ومن ثم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب، ورفع درجه حرارته مما يؤدي إلى اختراق تلك الخلايا وموتها. وتمتاز هذه الطريقة

بالدقة والموضوعية نظرا لصغر الأغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن الخطر وعن الآثار الجانبية لتلك الطريقة.<sup>(12)</sup>

● في مجال الأدوية والعقاقير: أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب هو النانو بيوتك وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية. ففي جامعة (هانج بانج) في سيؤول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل 650 جرثومة ميكروبية دون أن تؤذي جسم الإنسان. وهذه التقنية سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحوّل تأثير المضاد الحيوي على هذه البكتيريا. حيث يقوم النانو بيوتك بتقرب الجدار الخلوي البكتيري أو الخلايا المصابة بالفيروس مما يسمح للماء بالدخول إلى داخل الخلايا فتقتل.<sup>(13)</sup>

● في مجال العمليات الجراحية: قامت شركة (كورفس) بصناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاز العملية بكفاءة عالية وبدقة متناهية، وبالطبع فهي أفضل من الطرق التقليدية للعمليات الجراحية وأقل خطراً، فهنا يستخدم الطبيب عصاة تحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة وذلك ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة وهذا يتيح مزيداً من الدقة الجراحية<sup>(7)</sup> وذكرت صحيفة نانو ليترز أنه تم تصنيع نسيج طبي شفاف من البروتين لا يزيد سمكه عن عشر المليمتر يستخدم لتغطية الجروح وتعقيمها وتسريع التئامها ثم يذوب ويختفي بنفسه.<sup>(14)</sup>

### 2.3 تطبيقات النانو تكنولوجي في المستقبل

كما رأينا فإن خواص المواد النانوية متميزة وبالاستفادة من هذه الخواص يمكننا الوصول إلى تطبيقات أكثر خدمة للبشرية وأكثر تسريعاً وتسهيلاً لحياتنا اليوم منها:

**1- صناعة الملابس:** يجري العمل على تصنيع ملابس ستكون مقاومة للبقع والسوائل، وستحمي من أضرار الأشعة فوق البنفسجية كما أنها ستكون قادرة على توفير الاتصال بالإنترنت، و عادة شحن الأجهزة، ومراقبة الحالة الصحية لمرتيديها !! كما قامت شركة لونا ديزاين بتصميم نموذج لجاكيت مستقبلي يتحول إلى أي شكل وأي لون يريده المشتري كما توجد محاولات لصنع ملابس تقيس النبض والتنفس وبيانات صحية وتنظف نفسها من الأوساخ والروائح.

2- في مجال الزراعة: قد تستخدم معدات نانوية لزيادة خصوبة التربة وزيادة الإنتاج الزراعي, مثل الزيوليتات ذات المسامات النانوية لأطلاق جرعات فعالة من الماء والمواد المخصبة للزرع وجرعات من الغذاء والدواء للمواشي. (13,14)

4. التوصيات

1. التوسع في الدراسة حول تقنية النانو في مجال الطب والادوية.
2. اجراء تطبيقات مختبرية لمواد نانوية في مجالات طبية.
3. استخلاص مواد نانوية صديقة للبيئة واستخدامها في تكوين مركبات دوائية



5. الخاتمة

في ضوء ما ذكرناه سابقاً نأمل أن نكون قد وفقنا في عرض ميسر لمفهوم تقنية النانو وأهميتها في الحياة والمستقبل وتأثيرها على الحياه الطبيه ليكون ذلك منطلقاً لتفعيل النانو تكنولوجي في حياتنا العامه والعلميه والتعليميه. كما نتمنى أن نكون قد ألقينا الضوء على أهميه النانو تكنولوجي في المجال الطبي وأهميه البحث العلمي ودوره في تحقيق التنميه الاقتصاديه والأجتماعيه والتطور لمجتمعنا الغالي وشتى المجتمعات هذا وماكان في هذا العمل من صواب فمن الله وحده وتوفيقه وماكان فيه من خطأ أو نقص أو خلل فمن أنفسنا وأجتهدانا ونسأل الله القبول والغفران.

وفي الختام لايسع من يطالع الابحاث الكثيره حول تقنيه النانو في مختلف المجالات إلا ان يستبشر بقفزه نوعيه في جميع فروع العلم ومجالات الحياه .

1. نهى علوي الحبشي، ما هي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة)، - 1432هـ - 2111 م، وزارة الثقافة والعالم في المملكة العربية السعودية، ص 200.
2. أ.د. محمد شريف السكندراني، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل، 2010م، ص 122.
- 3.
4. X. Zhang, S. Yan, R. D. Tyagi and R. Y. Surampalli, Chemosphere, 2011, 82, 489–494.
5. Nunes, Daniela, et al. "Synthesis, design, and morphology of metal oxide nanostructures." Metal Oxide Nanostructures (2019): 21-57.
6. Taheri, Afsaneh, and Seid Mahdi Jafari. "Nanostructures of gums for encapsulation of food ingredients." Biopolymer Nanostructures for Food Encapsulation Purposes. Academic Press, 2019. 521-578.
7. Kim, Ji Yeop, et al. "Viscosity Effect on the Electrospray Characteristics of Droplet Size and Distribution." ACS omega 6.44 (2021): 29724-29734.
8. Jafari, Seid Mahdi, and David Julian McClements. "Nanotechnology approaches for increasing nutrient bioavailability." Advances in food and nutrition research 81 (2017): 1-30.
9. Sadrolhosseini, Amir Reza, "Laser ablation technique for synthesis of metal nanoparticle in liquid." Laser Technology and its Applications (2018): 63- 81.
10. Ombaba, M., S. B. Inayat, and M. S. Islam. "Encyclopedia of Nanotechnology." (2016).
11. Bokov, Dmitry, et al. "Nanomaterial by Sol-Gel Method: Synthesis and Application." Advances in Materials Science and Engineering 2021 (2021).
12. Hussain, Tajamal, and Rabia Batool. "Microemulsion route for the synthesis of nano-structured catalytic materials." Properties and Uses of Microemulsions 13 (2017).
13. J. N. Solanki and Z. V. P. Murthy, Ind. Eng. Chem. Res., 2011, 50, 12311– 12323.
14. M. A. Malik, M. Y. Wani and M. A. Hashim, Arabian J. Chem., 2012, 5, 397- 417.