



كلية طب الأسنان

مقرر

النانو وطب الأسنان
(DEFE902)

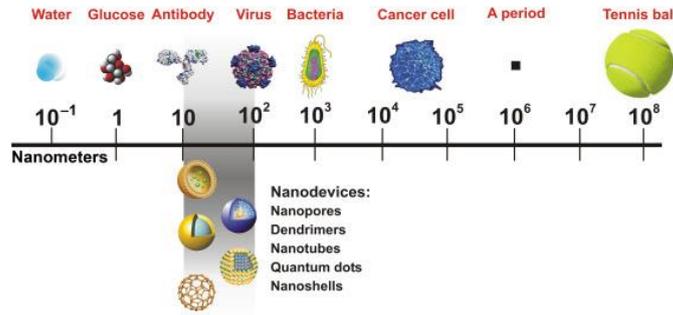
(المحاضرة الأولى)
فيزياء النانو
Nanophysics

الفصل الدراسي الأول
2025-2026

Dr. M. Moualla

مقدمة (Introduction)

تشير تقنية النانو إلى علم جديد يعنى بالمستوى الذري والجزيئي للمادة. يعتبر أصل الكلمة نانو "Nano" يوناني و معناه القزم "Dwarf"، حيث أن واحدة النانو صغيرة جداً فهي تعادل واحد بالمليار من المتر 10^{-9} m. تعتبر مقارنة حجم النانومتر بحجم المتر كمقارنة حجم كرة زجاجية بحجم الكرة الأرضية (الشكل 1).



الشكل 1: مقياس يظهر أبعاد العديد من الأجسام بوحدة النانومتر.

يعتبر الفيزيائي الأمريكي الشهير ريشارد فاينمان أول من وضع التصور الأساسي لتقنية النانو من خلال محاضراته الشهيرة في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا عام 1959 بعنوان هناك متسع كبير في القاع "there is plenty room at the bottom". لكن العالم الياباني نوريو تانيجوشي من جامعة طوكيو للعلوم هو أول من استخدم المصطلح Nano-technology عام 1974. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر كتاب محركات الخلق: العصر القادم لتقنية النانو (Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology) للعالم الأمريكي Keivie. E. Drexler عام 1986 من أوائل وأشهر الكتب حول تقنية النانو.

تقوم الفكرة الأساسية لتقنية النانو على توظيف الذرات والجزيئات الفردية لبناء بنى وهياكل بخواص فريدة. من الممكن تطبيق تقنية النانو في العديد من المجالات الطبية كالبحوث الدوائية والتشخيص السريري وهندسة الأنسجة البيولوجية والكشف عن البروتينات وفحص بنية الحمض النووي DNA وتحسين التباين في صور التجاوب المغناطيسي النووي MRI بالإضافة إلى تدمير الخلايا السرطانية عن طريق فصل وتنقية الجزيئات والخلايا البيولوجية.

تتيح تقنية النانو الاقتراب من العالم الذري ما يعني اكتشاف العديد من الخواص الفيزيائية والإمكانات للجسيمات الأولية المكونة للمادة والروابط الكيميائية فيما بينها. تشمل الجسيمات النانوية المختلفة ما يعرف بالمسامات النانوية (Nanopores) والأنابيب النانوية (Nanotubes) والنقاط الكمومية (Quantum dots) والأصداف (القشرة) النانوية (Nanoshells) والأغلفة النانوية (Nanospheres) والأسلاك النانوية (Nanowires) والكبسولات النانوية (Nanocapsules) والجذور النانوية (Nanorods)، إلخ.

تم حديثاً اختراع آلات صغيرة جداً تعرف باسم (Nanoassemblers) يمكن التحكم بها بواسطة كومبيوتر لأداء وظائف محددة. تمتاز هذه الأجسام بأنها أصغر من نواة الخلية ما يمكنها من الوصول إلى الأماكن غير الممكن الوصول إليها بواسطة يد

الطبيب أو حتى بواسطة أي تقنية طبية أخرى. من الممكن استخدامها في تدمير البكتيريا المسؤولة عن إحداث التسوس ضمن الفم بالإضافة إلى إمكانية إصلاح البقع على الأسنان بفعل التسوس عن طريق استخدام أجهزة كومبيوتر خاصة لتوجيه هذه الأجسام.

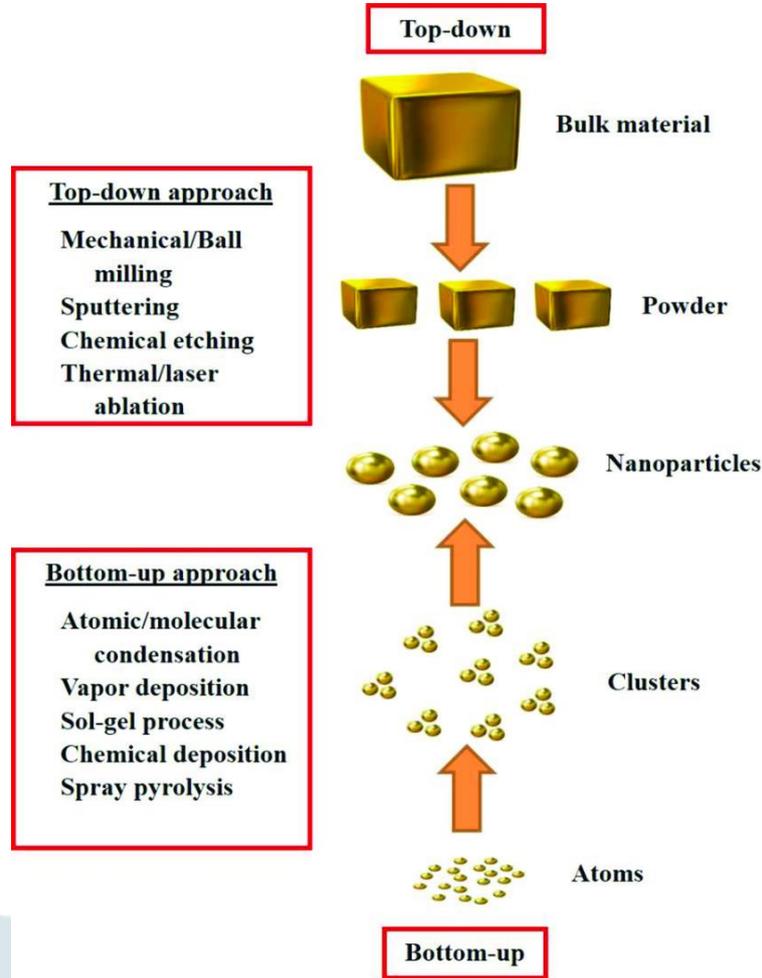
كنتيجة للاهتمام المتزايد بمستقبل تطبيقات النانو في مجال طب الأسنان، فقد نشأ مجال جديد يدعى طب الأسنان النانوي (Nanodentistry). سيتيح تطور طب الأسنان النانوي الحفاظ على صحة الفم بشكل مثالي تقريباً من خلال استخدام المواد النانوية (Nanomaterials) بالإضافة إلى التقانات الحيوية كهندسة الأنسجة والروبوتات النانوية. تتضمن إمكانيات العلاج الجديدة باستخدام تقنية النانو، التخدير الموضعي والعلاج الدائم لفرط الحساسية وإعادة تقويم الأسنان خلال زيارة واحدة لعيادة الطبيب بالإضافة إلى الحفاظ على صحة الفم بشكل دائم باستخدام معجون الأسنان النانوي (Nanorobotic dentifrice) التي تقضي على البكتيريا المسببة للتسوس ناهيك عن قدرتها على معالجة منطقة التسوس ضمن السن.

استخلاص الجسيمات النانوية (Extraction of Nanoparticles)

هناك طريقتان لتصنيع الجسيمات النانوية من مادة ما، تدعى الأولى طريقة "من الأعلى إلى الأسفل" (top-down) في حين تدعى الطريقة الثانية "من الأسفل إلى الأعلى" (Bottom-up).

يعتمد مبدأ عمل الطريقة الأولى (Top-down approach) على استخدام مواد ذات حجم محسوس (Bulk material) من المادة المراد استخلاص الجسيمات النانوية منها ومن ثم يتم تصغير حجم هذه المادة وصولاً إلى المقياس النانوي المطلوب (الشكل 2). هناك العديد من التقنيات الفيزيائية أو الكيميائية الممكن استخدامها لاستخلاص الجسيمات النانوية بهذه الطريقة. يتم في البدء طحن المادة باستخدام كرة معدنية ثقيلة (mechanical ball milling) للحصول على مسحوق (Powder) يلي ذلك استخلاص ذرات المادة (الجسيمات النانوية المطلوبة) من هذا المسحوق بتقنيات عديدة، كقذفها بجسيمات عالية الطاقة (sputtering) أو باستخدام محاليل التمييش الكيميائية (chemical etching) أو باستخدام الأثر الحراري لليزر بطاقة عالية (Thermal Laser ablation).

أما في الطريقة الثانية (Bottom-up approach)، فيتم الانطلاق من المستوى الذري (Atomic) وصولاً إلى المقياس النانوي المطلوب. يتم تسخين هذه المادة للحصول على بخار من الذرات (Atoms)، ثم يتم تجميع هذه الذرات في هياكل أكبر على شكل مجموعات (Clusters) وتوجيهها باتجاه حجرة تحوي غاز حامل. يؤدي انخفاض درجة حرارة الذرات بفعل اصطدامها بجزيئات هذا الغاز الحامل إلى تكثيفها وتشكيل الجسيمات النانوية من ذرات المعدن المستخدم. يتم ذلك باستخدام العديد من التقنيات الكيميائية كمفعول التكثيف الكيميائي (Condensation) أو الترسيب الكيميائي (Vapor deposition) أو باستخدام تقنية سول-جل (Sol-gel process) المشهورة أو الانحلال الحراري بالرش (Spray pyrolysis).



الشكل 2: الطريقتان المتبعتان لاستخلاص الجسيمات النانوية.

من الممكن أن تكون الجسيمات النانوية مكونة من نوع واحد من العناصر أو الذرات، كما أنه من الممكن أن تحوي العديد من العناصر المختلفة.

تتم دراسة خصائص المواد النانوية باستخدام المجاهر الإلكترونية (Electron Microscopes) كالمجهر الإلكتروني بالنفوذ (TEM) والمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) ومجهر القوى الذرية (AFM).

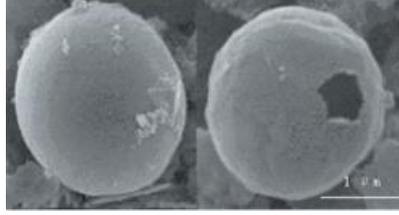
أنواع الجسيمات النانوية

1. النقاط الكمومية (Quantum dots)

جسيمات نانوية نصف ناقلة تمتلك أبعاد تتراوح ما بين 2-10 نانومتر، أحد أهم استخداماتها الطبية هو إيصال الدواء إلى مناطق محددة ضمن جسم الإنسان.

2. كُرات الكربون النانوية (Nanoballs)

جسيمات نانوية تنتهي إلى فصيلة الفولورينات C_{60} قد يصل قطرها إلى 500 نانومتر.

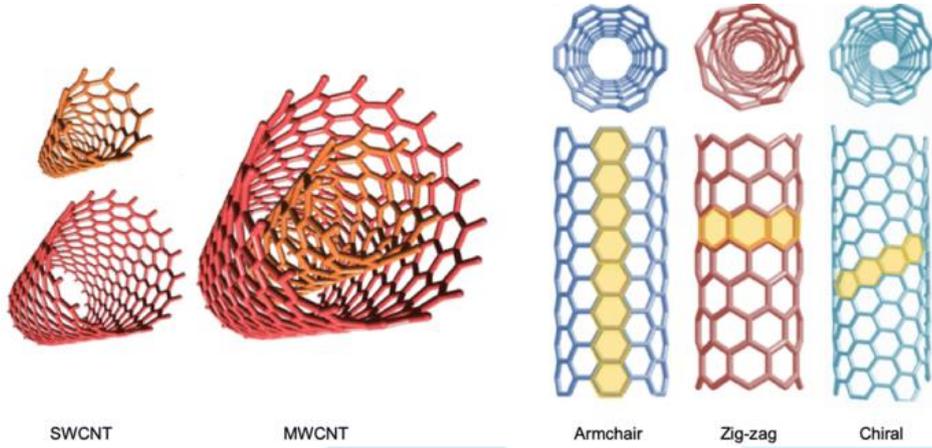


الشكل3: صورة مجهرية لكروية كربون نانوية.

3. الأنابيب النانوية (Nanotubes)

هي عبارة عن هياكل نانوية على شكل أنبوب مجوف بقطر يتراوح ما بين 1 نانومتر و 100 نانومتر. من أشهر أنواعها أنابيب الكربون النانوية التي يتم تصنيعها على شكل شرائح من الغرافيت يتم لفها حول محور للحصول على الشكل الأسطواني ومن ثم يتم ربط ذرات نهايتي الشريحة لإغلاق الأنبوب.

تمتلك هذه الأنابيب أشكال عديدة كالمترجحة أو اللولبية أو المخروطية، وتمتاز بخواص فيزيائية فريدة من حيث الناقلية والصلابة والتوصيل. تشتهر هذه الأنابيب باستخدامها كنظام لتوصيل الدواء Drug delivery system.

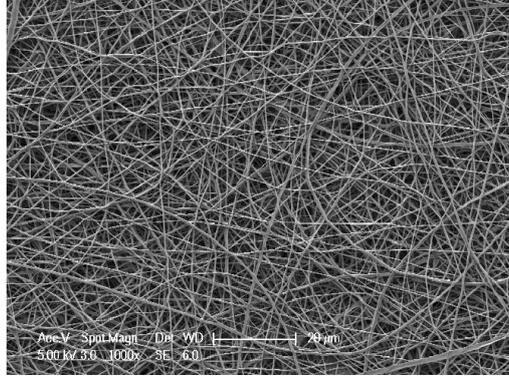


الشكل4: عدة نماذج لأنابيب كربون نانوية.

4. الألياف النانوية (Nanofibers)

هي عبارة عن ألياف تصنع على وجه الخصوص من ذرات البوليمرات وتمتاز بنسبة مساحة سطح إلى حجم عالية مما يكسبها خواص فيزيائية فريدة من نوعها كالصلابة وقوة الشد. تستخدم طبيياً في مجال الطب الحيوي وزراعة الأعضاء بالإضافة إلى إيصال الدواء.

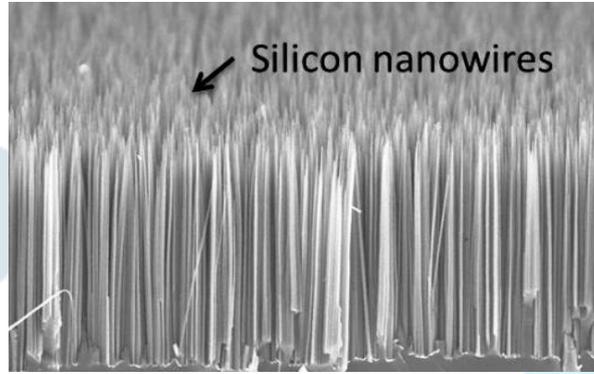
النانو و طب الأسنان



الشكل 5: صورة مجهرية بواسطة SEM لألياف نانوية.

5. الأسلاك النانوية (Nanowires)

بني نانوية تمتلك أنصاف قطر أقل من نانومتر، مما يعني نسبة طول إلى عرض عالية جداً وبالتالي يظهر الأثر الكمومي من خلال القدرة على السيطرة على الإلكترونات كميّاً مما يكسبها خواص أفضل من تلك التي تمتلكها الأسلاك التقليدية كالصلابة والمتانة. من الممكن تصنيعها من المعادن (النيكل) أو أنصاف النواقل (السيليكون) أو حتى العوازل (السليكات).



الشكل 6: صورة مجهرية بواسطة SEM لأسلاك نانوية.

Best of luck my dears...