النـــــانو وتطبيقاته

حسن عز الدين بلال

رئيس مجلس الإدارة

الدكتور رياض عصمت وزير الثقافة

المدير المسؤول - المديرالعام: **محمود عبد الواحد**

رئيـــــس التحريـــــــــر: **أنطوانيـــت القـــس**

الإشـــراف الطبـاعـي: أنس الحسن

تطورُ مفهومِ المادةِ

إن إدراكنا الطبيعة، وما يجري فيها من عمليات جيولوجية ومناخية وَكيميائية وفيزيائية وبيولوجية بمعزل عن تأثير الإنسان، يعتمد أساساً على فهمنا لموادِّ تلك الطبيعة وطاقاتها.

فما هي المادة؟ وكيف تطور مفهومها؟

بدايةً، يمكن **تعريف المادة** بأنها **كل ما يشغل حيّزاً من الفراغ، وله وزن**، وهي موجودةٌ في الطبيعة **بأربع حالات**، ولكل منها خواصٌ فيزيائية وكيميائية تميزها، ويتحكم في تحديد نوع الحالة طريقةُ التماسك بين جزيئات المادة، **فالحالة الصلبة** شكلها وحجمها ثابتان، لوجود روابط قوية بين جزيئاتها، بينما **الحالة السائلة** لها حجم ثابت، وشكل يتغير بتغير شكل الوعاء الذي توضع فيه، والسبب هو ضعف تماسك جزيئاتها، أما **الحالة الغازية** فشكلها وحجمها متغيران، لأن قوى التماسك بين جزيئاتها ضعيفة جداً، وهذا يجعلها تنتشر بسرعة في الفراغ المحيط بها، ويفسر إحساسنا بتسرب غاز المنزل من رائحته، أما **الحالة الشاردية**

(البلازما)، فهي حالة تتكوّن عندما تصطدم الأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة الكونية بالمواد الغازية، فترتفع درجة حرارتها، وتتحرر الإلكترونات السطحية وتتشرد ويظهر ذلك جلياً في الجو الغازيِّ للنجوم، وفي الطبقة الأيونية (الشاردية) التي تقع على ارتفاع يبلغ حوالي مئة كيلومتر عن سطح الأرض.

وتضم كل حالة من **حالات المادة الأربع** السابقة، مئات الآلاف من المركبات والجزيئات، ولتسهيل دراستها قسمها العلماء إلى نوعين رئيسين هما:

أولا: المواد القديمة

تشمل المواد القديمة جميع المواد التي تم اكتشافها، واستخدامها في مجالات متعددة، منذ قديم الزمان وحتى الآن، وقد قسمّت أيضاَ إلى مايلي:

١-العناصر الطبيعية والصناعية

العنصر مادة تتكون من نوع واحد من الذرات، لا يمكن تجزئته إلى مادة أبسط منه بالتفاعل الكيميائي، أو بالأجهزة التي كانت متاحةً آنذاك، ويبلغ عدد العناصر في الطبيعية اثنيِّنِ وتسعينَ عنصراَ، حضّر

العلماء في المختبرات عدداً منها، فوصل عددها إلى مئة وستة عناصر حتى عام ١٩٨٢، تم ترتيبها حسب خواصها في **جدول دوري حديث**، ساهم في إيجاده كل من العالمِيْن: الروسي مندليف (١٨٣٤ – ١٩٠٧) والإنكليزي هاري موزلي (١٨٨٧– ١٩١٥)، حيث تم تقسيم عناصر الجدول إلى **أشباه فلزات، واللافلزات، والفلزات**[١]، وقد تميزت من غيرها بصفات عديدة، كالتوصيل الحراري والكهربائي والقابلية للسحب والطرق وتحمُّل الإجهادات، وأياً كان نوع هذه العناصر المادية، فإنها تتكون من أعداد هائلة من وحدات دقيقة جداً، سماها الفيلسوف اليوناني **ديموقريطس** منذ **القرن الخامس قبل الميلاد بالذرات**، وتعني باليونانية الجزء الصغير غير القابل للانقسام والفناء،وقد تبنى هذا المفهوم للذرة العالمُ والفيلسوفُ الانكليزي **اسحق نيوتن** (١٦٤٢– ١٧٢٧)، لكنه أضاف إليه، بأن كوننا المادي المكون من ذرات يقوم على ركائز ثلاث، هي **الزمان والمكان والمادة** التي تشغل المكان والمتنوعة الأشكال والأحجام، والتي لا

١–يوجد خلط في بعض الكتب بين المعدن الذي هو حالة العنصر في الطبيعة بشوائبه وأكاسيده بينما يمثل الفلز الحالة النقية للعنصر بعد تخليصه من شوائبه والعناصر المتحدة مع ذرته.

يمكن أن تفنى، لأنها قديمة قدم الكون، وهذا ما عزز فكرة أزلية الكون، واستحالة فنائه وثبات كتلة مادته والطاقة الناتجة عنها، وهكذا ظن العالم نيوتن، بأن أفكاره وقوانينه ستبقى خالدة خلود المادة وثابتة ثبات كتلتها وطاقتها. لكن، وقبل إطلالة القرن العشرين بأعوام قليلة، تراجعت يقينية أفكار العالم نيوتن أمام الإثبات التجريبي للعالم الانجليزي جوزيف طومسون (١٨٥٦-١٩٤٠)، وهو أن الذرة قابلة للانقسام، وتحوي جسيمات صغيرة جداً هي الالكترونات السالبة والبروتونات الموجبة التي تحدد(**هوية الذرة**)، ولكي تكون الذرة متعادلة كهربائياً، فإنه لابد من أن يكون عدد الإلكترونات والبروتونات متساوياً فيها.

ثُمَّ تابع العالم الانكليزي أرنست رذرفورد (١٨٧١ - ١٩٣٧) أبحاث وتجارب معلمه طومسون، وصاغ نموذجه الذري الجديد كما يلي:

تتكون ذرة أي عنصر من:

أ-نواة صغيرة جداً وموجبة لاحتوائها على البروتونات، وتشغل مركز الذرة، وتتركز فيها معظم كتلتها.

ب-تدور حول النواة وعلى أبعاد كبيرة نسبياً وفي مدارات خاصة، الالكترونات سالبة الشحنة تماماً، كما تدور الكواكب حول الشمس، ويسمى المدار الأبعد عن النواة، بمدارِ التكافؤ وعدد الالكترونات فيه يحدد خواص ذرته.

جـ -أغلب الذرة فراغٌ، لأن حجمها أكبر بعشرة آلاف مرة من حجم نواتها، وسنرى فيما بعد كيف استثمر علم تقنية النانو هذا الفراغ في تكبير الذرة إلى حدود النانو، بهدف الحصول على خصائص جديدة، لها ولغيرها من الذرات والجزيئات.

وبعد ذلك طوّر نموذج رذرفورد في جوانب تخصصية علماء كثر، أهمهم بور وشرود نجر وهيزنبرغ وسومرفيلد وغيرهم.....

وهكذا فإن **المادة** التي تتكوّن من عدد هائل من الذرات، كانت تعتبر **ثابتة الكتلة** في كل الظروف حسب قوانين نيوتن، ولم تستطع هذه القوانين، أن تفسر تغير كتلة المادة مع تزايد سرعتها، كما أنها لم تستطع أن تفسر انطلاق الطاقة بشكل متقطع، عندما ينتقل الإلكترون

من مدار أبعد عن النواة إلى مدار أقرب إليها، لأنها تعتبر **الطاقة متصلة وثابتة**. حتى جاء العالم الألماني ماكس بلانك (١٨٥٨ – ١٩٤٧)، وأعلن ميلاد ميكانيك الكم (الكوانتي[٢]) عام ١٩٠٠، وطوره كل من العلماء الإنكليزي بول ديراك (١٩٠٢- ١٩٨٤)، والأمريكي كارل أندرسون اللّذيْن نالا جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٣٣و١٩٣٦ على التَرتيب وغيرهم، حيث استطاعوا تفسير سلوك المادة المتناهية في الصغر (ذرة، نواة، مواد نانوية)، وتجاوزوا عَجْزَ قوانين نيوتن عن تفسيرها.

٢- السبائك

هي خلائط متجانسة في الغالب، وتتكون من معدنين أو أكثر، وقد تحتوي على بعض اللامعادن كالكبريت والأكسجين، بهدف الحصول على مواد ذات خصائص جديدة، تستخدم في صناعات عديدة كالطائرات والصواريخ. ومواد تستخدم في التوصيل الحراري والكهربائي وغيرها.

٢- كوانتي: كلمة تعني في اللاتينية أصغر كمية من الطاقة تنطلق من المادة بشكل متقطع وليس متصلاً، وهو علم يهتم بدراسة حركة الجسيمات الصغيرة التي تقارب سرعتها سرعة الضوء.

٣-مركبات لا عضوية

تتكون المركبات الكيميائية اللاعضوية من اتحاد عنصرين أو أكثر بنسب وزنيه ثابتة، أو اتحاد عنصر مع مجموعات ذرية، بهدف الحصول على مواد بخواص جديدة تتحمل الضغوط والإجهادات العالية، وتمنع التآكل. وتُستخدمُ أغلب هذه المواد موادَّ عازلةً، لأنّها رديئة التوصيل الحراري والكهربائي، ونذكر منها على سبيل المثال أكاسيدَ المعادنِ والنتريدات والكبريتات والكربيدات.....الخ.

٤-مركبات عضوية

تتكون المركبات العضوية من ستة عناصر هي: الكربون والهيدروجين والآزوت والأكسجين والفوسفور والكبريت؛ وعمادها الكربون، لأن الكربون عنصر قادر على الاتحاد مع أغلب عناصر الجدول الدوري، كما أنه يكوّن مركبات عديدة على هيئة سلاسل كربونية طويلة ومتفرعة مفتوحة ومغلقة. وتعتبر هذه المركبات العضوية أكثر المركبات الكيميائية وجوداً في الطبيعة، إذ يصل عددها إلى عشرات الملايين، بسبب تعدد

مصادرها الطبيعية كالنفط والفحم والمملكتين النباتية والحيوانية، والفطريات والجسيمات المجهرية، وتأتي أهمية المركبات العضوية، من كونها أساس غذائنا؛ إذ من خلال مركباتها من البروتينات تتكّون الأنسجة، وبواسطة الكربوهيدرات تُحمَلُ الطاقة إلى تلك الأنسجة، والدهون َالتي تخزن الطاقة الفائضة، والحموض النووية التي تحمل المعلومات فتقومُ الخلية بعملها، ولا تتوقف المركبات العضوية عند أهميتها الغذائية، بل تتعداها لتكون أساساً للصناعات التحويلية، كالأصباغ والورق والأدوية والمنظفات والطلاء والمتفجرات والبلاستيك والألياف التي تصنع منها بعض الأقمشة، إضافة إلى إنتاج البولي إيثلين والبوليستر، واللّذين حازا على ثقة المستهلكين نظراً لمزاياهما العديدة، وهي:

- خفة الوزن.

- سهولة التشكل.

- مقاومة التآكل.

ثانياَ: المواد الحديثة (النانوية)

إن أغلب المواد الموجودة في الطبيعة صالحةٌ موادَّ أوليةً لإنتاج المواد النانوية، كالفلزات وأشباه الفلزات والزجاج وبعض المركبات العضوية،ويستخدم العلماء أسلوبين متعاكسين للحصول على الخواص المطلوبة، **الأسلوب الأول تكبير** أبعاد الذرات والجزيئات الصغيرة بتجميعها وترتيبها لتصل أبعادها بين واحد ومئة نانو متر مع الحفاظ على هياكلها الأساسية، أما **الأسلوب الثاني** فهو **تصغير** الحبيبات الكبيرة وتحويلها إلى حبيبات صغيرة ناعمة لا تتعدى أبعادها مئة نانو متر، والنانو متر يعني باللغة اليونانية (القزم)، أما في علم الفيزياء فيعني جزءاً واحداً من مليار (ألف مليون) أي أصغر من الميكرو الذي يستخدم لقياس أبعاد الجراثيم بألف مرة، ويستخدم النانو وحدةً لقياس أقطار الذرّاتِ وبعض الجزيئات والفيروسات.....الخ.

ويبين الجـــدول التالي قياس أنصاف أقطار الذرات التي سنذكرها لاحقاً (بالنانومتر)

اسم الذرة	رمز ذرتها	نصف قطرها
أكسجين	O	0.066
نتروجين	N	0.07
كربون	C	0.077
كلور	CL	0.099
ألمنيوم	AL	0.125
تيتانيوم	TI	0.123
فضة	Ag	0.124
ذهب	Au	0.124

نستنتج من الجدول بأن أنصاف أقطار الذرات أصغر من النانو متر بعشر مرّاتٍ وحتى مئة مرة تقريباً.

فما هي المواد النانوية؟

لقد بدأ العلماء إنتاج مواد نانوية عملياًّ عام ١٩٩٠، ومع تزيدِ إنتاجها صنفت بحسب أبعادها وطريقة تحضيرها إلىَ:

١- مواد أحادية البعد

هي مجمل المواد التي لها طول فقط، لذلك سميت بهذا الاسم، وتكون على شكل رقائق سمكها لا يتعدى مئة نانو متر، **وتستخدم لطلاء المواد القديمة من أجل تحسين خواصها التالية:**

أ- من حيث الخواص الميكانيكية: تصبح مقاومة المواد القديمة للخدش عالية، وتحميها من التآكل الناتج عن الاحتكاك، وتمنع التصاق الغبار بها وخصوصاً على مادة الزجاج المستخدم جدراناً خارجية لناطحات السحاب، وهي بذلك لا تحتاج للتنظيف أبداً مما يوفر التعب والكلفة معاً.

ب- من حيث الخواص الحرارية: فإنها تحمي أسطح المحركات من الحرارة الناتجة عن التشغيل المستمر.

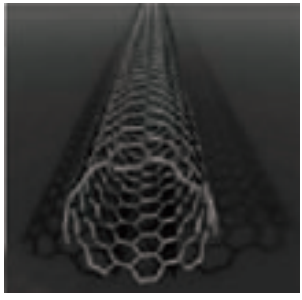
ج-من حيث الخواص البيولوجية: فإنها تساعد في منع التصاق البكتريا والفيروسات والميكروبات على الأدوات المستخدمة في الجراحة، مما يجعلها في حالة تعقيم دائم.

د-من حيث الخواص الكهرطيسية: فإنها تعمل على إضعاف

تأثير الحقول الكهرطيسية (الكهربائية والمغناطيسية) على الأقـراص الصلبة المستخدمة في الحاسب الآلي لحفظ المعلومات، فيتحسن أداؤها ويزداد عمرها.

٢- مواد ثنائية البعد

أي إن لها **طولاً وعرضاً** يقل كلٌّ منهما عن مئة نانو متر، كالأسلاك والأنابيب وأهمها أنابيب الكربون كما في الشكل، والتي حضرها الدكتور الياباني إيجيمار الباحث في شركة إن إي سي اليابانية عام ١٩٩١.

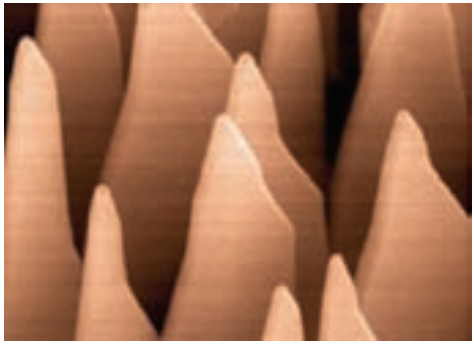


العالم ايجمار

وهي أنابيبُ متعددة الجدران ومجوفة أبعادها حوالي (١, ٥) نانو متر، ويمكن رؤيتها بالميكروسكوبات عالية التكبير، وتمتاز هذه المواد الثنائيةُ بخواص ميكانيكية

وفيزيائية فريدة، فمثلاً لها **مقاومة شد** تفوق **مئة مرة** مقاومة شد الحديد الصلب، رغم خفة وزنها وهذا يجعلها **أقوى مادة مصنوعة حتى عام ٢٠١٠** ولها **مرونة** عالية تفوق أفضل المواد مرونة في الطبيعة **بخمس مرات**، وهذا يؤهلها للعودة إلى شكلها الأصلي فوراً بعد زوال الإجهاد المؤثر عليها،كما ولها **ناقلية للحرارة والكهرباء تفوق ناقلية النحاس بألف مرة** تقريباً. وهذه المزايا الفريدة لأنابيب الكربون تجعل من الصعب حصر تطبيقاتها، لكن يمكن اختصارها بالمجالات التالية:

أ- تخزين الطاقة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كهربائية كما في الشكل.



رقائق النانو تستطيع تحويل أكثر من ٣٠٪

من الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية

ب- صناعة الحساسات بأنواعها.

ت- صناعة الشاشات المسطحة.

ث-صناعة المرشحات المستخدمة في تنقية الماء.

ج-توصيل الأدوية إلى داخل الخلايا المصابة في الجسم.

ح-صناعة الأغشية المستخدمة في تحلية المياه المالحة.

٣- المواد ثلاثية الأبعاد

أي إن لها **طولاً وعرضاً وارتفاعاً**، لا يتعدى كل منها مئة نانو متر، ومن أمثلتها الحبيبات ومساحيق المعادن، **كالذهب** الذي استخدمت حبيباته في القضاء على الأورام السرطانية، وتحديد الحامض النووي للفيروسات حتى يسهل القضاء عليها،أما أكاسيد المعادن مثل أكاسيد الألمنيوم والحديد والتيتانيوم وغيرها، فأنها تعتبر أكثر المواد النانوية إنتاجاً، نظراً لتعدد استخداماتها في قطاعات الإلكترونيات والأدوية والمعدات الطبية والأجهزة البصرية.

صفات المواد النانوية

تمتاز المواد النانوية بصفات تميزها من غيرها من المواد العادية، **فالمساحة الجانبية لأسطح المواد النانوية وعدد ذراتها** أكبر من مثيلاتها في المواد العادية، التي لها نفس التركيب الكيميائي، وسبب ذلك هو تصغيرها إلى مادون مئة نانو متر، وهذا يكسبها:

أ- نشاطاً كيميائياً ملحوظاً، لذا تستخدم كمحفزات أثناء تكرير الذهب الأسود، وتتفاعل مع أكاسيدً الكربون والنتروجين الناتجة عن احتراق المواد العضوية، لمنع ضررها على البيئة كما سنرى لاحقاً.

ب-لها صفات فيزيائية جديدة، فهي أكثر صلادة ومتانة، وتنخفضُ درجة انصهارها كلما تناقصت أقطارها، فالذهب النقي الطبيعي درجة انصهاره (١٠٦٤) درجة مئوية، وعندما يصغر إلى (٢) نانو متر، تنخفض درجة انصهاره إلى (٥٠٠) درجة مئوية، ويفسر هذا التناقص اللافت في درجة انصهار الذهب، إلى زيادة مساحة الأسطح الخارجية نتيجة تصغيره وترتيب ذراته النانوية.

الأدوات والطرق المستخدمة في إنتاج المواد النانوية

بداية، لكل تقنية أدواتها التي لابد من توفرها وإتقان عملها من قبل كادر مدرب، حتى يتحقق الهدف الذي صممت من أجله، وهو هنا إنتاج مواد نانوية تتراوح أبعادها بين (١ نانو متر ومئة نانو متر). أي تصغير حبيبات المادة من بضعة مليمترات إلى مادون مئة نانو متر، من قبل باحثين أكفاء يعملون على **ميكروسكوبات الكترونية** متطورة، تستخدم شعاعاً الكترونياً عالي الطاقة، ويستطيعون من خلالها رؤية أصغر الذرات، وترتيبها داخل شبكتها البلورية، وتعيين الخواص الفيزيائية[٣] لها عن طريق التقاط صور ثلاثية الأبعاد عالية الدقة، كما ويستخدم الباحثون ميكروسكوبات ليزرية يطورونها باستمرار، بهدف تحسين خواصٍ وصفات المواد النانوية التي ينتجونها، والتي كثرت عدداً ونوعاً، بحيث تصدرت الموادَّ الموجودةَ في الطبيعة رغم حداثة إنتاجها، وقد استخدمت طرق عدة لإنتاجها

٣-الخواص الفيزيائية:هي مجمل الخواص التالية: الناقلية للحرارة والكهربائية والمغناطيسية والميكانيكية (الصلادة ومقاومة الإجهادات) وغيرها.

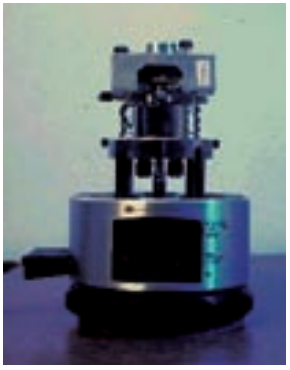
سنوضح طريقتين منها وهما :

١-**طريقة الطحن الميكانيكي**: تتألف هذه الطريقة من وعاء أسطواني الشكل مصنوع من سبائك صلبة، توضع فيه الحبيبات المراد سحقها مع كرات تفوقها صلادة، وذلك بعد إفراغ الوعاء من الهواء الجوي، وحقنِ غاز خامل بدلاً منه، لمنع تأكسد تلك الحبيبات به. بعدها تدار طاحونة الكرات بسرعات عالية تصل إلى ٨٠٠ دورة في الدقيقة، بغية تسهيل طحن الحبيبات الكبيرة وتنعيمها **وتصغير** أبعادها لتصبح أقل من مئة نانو متر خلال فترة زمنية محددة، يتوقف مقدارها على نوع المادة المطحونة، وأبعادها النانوية المطلوبة. وقد تصل الفترة الزمنية اللازمة لإتمام عملية الطحن إلى عدة ساعات، بعدها يتم دمج وتجميع المادة الناتجة، بواسطة مكابس هيدروليكية وبمراحل عدة لنحصل في النهاية على حبيبات منتظمة متماسكة، تناسب التطبيقات الصناعية المطلوبة.

وتجدر الإشارة إلى أن العلماء قد طورا هذه الطريقة منذ مطلع القرن الواحد والعشرين، لأنها تنتج كميات كبيرة ومتنوعة من المواد النانوية.

٢-**طريقة التجميع والترتيب:** هي تكبير الذرات والجزيئات الصغيرة بتجميعها وترتيبها آلياً واستخدام أنواع من الميكروسكوبات الالكترونية تعمل على فحص وتحليل البنية الداخلية للمواد، وتكبيرها أكثر من مليون مرة، حتى يستطيع الباحث أن يرى الذرات والجزيئات من خلالها، وأهم هذه الميكروسكوبات الالكترونية **ميكروسكوب القوة الذرية** الذي حسنته إيران مراراً والميكروسكوب **النفقي الماسح** (STM) كما في الشكل.

ميكروسكوب القوة الذرية



الميكروسكوب الماسح النفقي (STM)

الذي أنتجته شركة IBM اليابانية، والذي طورته مراراً بحيث تستطيع إبرته الدقيقة (مسباره) التقاط الذرات واحدة واحدة، وإعادة ترتيبها وتجميعها

بهياكل ذرية متعددة ومتنوعة، تمتاز بخواص فريدة مرغوبة. ولكن يؤخذ على هذه الطريقة أنها بطيئة، وأنّها غير ملائمة للإنتاج الصناعي، الذي يتطلب إنتاج كميات كبيرة وبزمن صغير، لكي تقل التكلفة وتصبح السلعة منافسة في الأسواق العالمية، لذا تم تطوير هذه الطريقة بحيث يتم تجميع الذرات ذاتياً، عن طريق مزج وتفاعل محاليل المواد النانوية ومراقبتها والسيطرة عليها، بهدف الحصول على جزيئات جديدة، تصمم من خلالها الهياكل النانوية المطلوبة، ولقد طور هذه الطريقة العالم العربي **منير نايفه** الذي يعمل بجامعة **إلينوي الأمريكية**، حتى أصبحت سهلةَ الخطوات وأسرع من غيرها، أي أكثر قدرة على إنتاج مواد نانوية بكميات كبيرة، وبنقاوة تصل إلى ٩٩،٩٩٪.

إن الحبيبات النانوية المنتجة بالطرق السابقة تتمتع بخصائص فريدة، وتسلك سلوكاً مغايراً لسلوك المواد الطبيعية المماثلة لها والأكبر حجماً منها، أي التي تزيد أبعاد حبيباتها عن ١٠٠ نانومتر بكثير.

إن تقنية النانو تتحكم بالمادة بمختلف أنواعها، ويخطئ من يظن بأنها وسيلة يحصل بها العلماء على

مواد بخصائص فريدة فقط، إذ لولاها لما استطاع العلماء تحقيق قفزات عملاقة في عالم الاتصالات والهندسة الوراثية والتقنية الحيوية والطب وغيرها، **إنها بحق البناء الجديد لمواد القرن الواحد والعشرين**، وقد أصبحت الآن واقعاً ملموساً من خلال تطبيقاتها العديدة في مختلف مجالات الحياة، بعد أن كانت فكرة نظرية لمحاضرة، ألقاها العالم الأمريكي **ريتشارد فينمان عام ١٩٥٩.**

و الجدول التالي يوضح تلك **المجالات** وترتيبها من حيث الاستخدام الأكثر لتقنية النانو:

مجال البحث	الترتيب
الالكترونيات	الأول
الطب /اكتشاف الأمراض والأدوية	الثاني
التصنيع الجزيئي	الثالث
الطاقات المتجددة	الرابع
تصنيع مواد الطلاء	الخامس
العمليات الفيزيائية	السادس
البصريات	السابع
التكنولوجيا الحيوية	الثامن
صناعة المحفزات (العوامل المساعدة) في الكيمياء	التاسع
إنتاج وتصنيف	العاشر

في الصناعة

تعتبر الصناعة بكل أنواعها المحرك الأساس للنمو، لأنها رفعت الإنتاج ومستوى المعيشة وحسنت صحة وتعليم البشر، عندما وفرت لهم أغلب احتياجاتهم التي تزايدت بتزايدهم، وحافظت على بيئتهم ما أمكن ذلك، من خلال تفاعلها المستمر مع مختلف مجالات العلوم، وخصوصاً تقنية المعلومات التي ترتكز بشكل رئيس على المنجزات. التي حققها علم الحاسب الآلي والالكترونيات، العلم الذي يبحث في الدارات الكهربائية التي تأخذ مسارات مغلقة عبر مجموعة من العناصر، كالصمامات والمقاومات والترانزستورات والمكثفات..... الخ، وتجتاز الإلكترونات هذه العناصر لتنجز عملاً مفيداً، كإضاءة مصباح أو تشغيل حاسب آلي وغير ذلك. ولقد تطور علم الإلكترونيات منذ نشأته حتى الآن، ومر بمراحل عدة سميّت أجيالاً، وهي:

الجيل الأول:

بدأ منذ أن استخدم الإنسان المصباح الكهربائي والراديو والتلفزيون (الرائي) والحاسب الآلي فيما

بعد، وكانت الصمامات الثنائية والثلاثية التي اخترعها العالم جون فلمنغ عام ١٩٠٤ هي أساس عملها، ويتكون الصمام الثلاثي من حبابة زجاجية مفرغة من الهواء، تحتوي على ثلاثة أقطاب مصعد ومهبط وشبكة تتحكم بحركة الإلكترونات، وكانت هذه الصمامات كبيرة الحجم وثقيلة الوزن، وتستهلك طاقة كهربائية كبيرة، ووظيفتها تضخيم الجهد والقدرة بالتحكم بالتيار الكهربائي المار في دوائر تلك الأجهزة الكهربائية زيادة أو نقصاناً، وتوليد ذبذبات في أجهزة الإرسال والاستقبال الإذاعية والتلفزيونية.

الجيل الثاني:

بدأ عندما تم اختراع الترانزستور عام ١٩٤٨ من قبل مجموعة من العلماء الأمريكان، كانوا يعملون في شركة بيل للهواتف وهم: باردين ووالتربراتن وشوكلي، وقد نالوا جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٥٦ حيث حل الترانزستور محل الصمامات، لأنه أسرع أداءً وأصغر حجماً وأطول عمراً وأقل تكلفة، ويحتاج إلى طاقة كهربائية أقل، وهو بذلك ينشر كمية قليلة من الحرارة أثناء عمله، ولا ينكسر لعدم احتوائه على الزجاج.

الجيل الثالث:

بدأ هذا الجيل عام ١٩٦٥عندما نجح العلماء بتصغير الدارات الإلكترونية، بحيث تحتوي قطعة من السيلسيوم مساحتها لا تتعدى ١ مم٢ على عشرات العناصر الإلكترونية،كالمقاومات والترانزستورات بحيث تكوّن ما سمّي الدارات التكاملية، التي باتت تعرف اختصاراً (IC)، و التي حلت محل الترانزستور، واختزلت حجم العناصر الكهربائية والأجهزة التي تتكون منها، ومن أهم مزاياها ما يلي:

- تكاليف تصنيعها أقل بكثير من تصنيع عناصر الدائرة الكهربائية بشكل منفصل.

- ضياع الاستطاعة الكهربائية فيها أقل.

- لها وثوقية عالية، لأنها خالية من التوصيلات، لكن يؤخذ عليها أنّها إذا تعطل جزء منها فلا بد من تغييرها كاملة.

- حجمها ووزنها صغيران.

- لها أنواع عديدة حسب طريقة التصنيع، أو نوعِ العمل الذي تقوم به.

الجيل الرابع:

بدأ عندما اهتمت الصناعات الالكترونية بتصغير مكوناتها إلى مرتبة الميكرو متر، وهو جزء من مليونٍ من المتر، بهدف الحصول على منتجات أصغر حجماً، وأرخص سعراً وأعلى كفاءة، فكان ابتكار الميكروسكوب الذي نرى من خلاله الكائنات الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة، والميكروويف والشرائح الالكترونية الميكروية المستخدمة في الحواسيب والهواتف النقالة.

الجيل الخامس:

بدأ عندما بلغت الشرائح الالكترونية المكروية أقصى كفاءتها، فتطلب الأمر إنتاج شرائح جديدة، من أجل مضاعفة سرعة وكفاءة الحواسيب في تخزين المعلومات، ولإنجاز ذلك كانَ لابد من تصغير مكونات هذه الشرائح إلى مستوى النانو، واستخدام تلك الحواسيب والمكروسكوبات في إنتاج المواد النانوية التي تستخدم في الصناعة، وأهمها:

١-**ثاني أكسيد التيتانيوم:** وهو مادة رخيصة متوافرة بكثرة في الطبيعة، وثابتة كيميائياً وصديقة للإنسان

والبيئة، إذ تتحول إلى حبيبات نانوية فائقة النعومة، وذات سطح كبير يساعدها في تجميع الأشعة فوق البنفسجية القادمة مع ضوء الشمس، وهذا يزيد في نشاطها الكيميائي الكهرضوئي بشكل لافت، وقد جعلتها هذه الميزة قادرة على تأدية دور المؤكسدات، واستخدمت في مجالات عدة هي:

أ-تدخل في صناعة الدهانات التي تطلى بها غرف المرضى وغرفُ العمليات الجراحية.

ب-تذيب وتحلّلُ الملوثات العضوية العالقة على أسطح المواد، بتحويلها إلى بخار ماء وثاني أكسيد الكربون.

ت-تقضي على البكتريا والميكروبات والفيروسات العالقة في الأجواء المغلقة كالمسارح والمراكز الكبرى للتسوق.

ث-تحمي مصابيح الصوديوم التي تستخدم في إنارة الأنفاق ذاتياً، من تراكم الأوساخ عليها، عندما تطلى هذه المصابيح بطبقة رقيقة من ثاني أكسيد التيتانيوم.

٢-تمّ صنع بطارية جديدة من **كربيد الليثيوم النانوي**

تستمر في عملها مدّةً تبلغ ثلاثةَ أمثالِ زمن صلاحية البطارية الحالية المصنوعةِ من المادةِ نفسها وبكلفةٍ أقلَّ سعراً وبوزنٍ أخف.

بطارية الليثيوم

٣-ساعدت التقنية النانوية في صنع **الحبيبات النانوية السيراميكية** التي استخدمت مع غيرها في صناعة هياكل المركبات الفضائية، لتحسين متانتها، ومنع حدوث شروخٍ على سطحها، ولو كانت هذه التقنية موجودة سابقاً، لما تحطم المكوك الفضائي تشالنجر في ٢٨ كانون الثاني عام١٩٨٦ . ولما مات طاقمه المؤلف من سبعة رواد، نتيجة شرخ في خزان وقوده، حسب نتيجة التحقيقات لتلك الكارثة.

٤-تمّ إنتاج **حبيبات الأكاسيد المعدنية النانوية**، وخاصة أكسيد الألمنيوم الذي استخدم مع غيره لتغليف أسطوانات محركات السيارات والطائرات وجميع العدد الصناعية،من أجل تحسين خواص سطوحها، ومنعها من التآكل والصدأ، وزيادة عمرها الافتراضي.

٥-تمّ إنتاج أنسجة نانوية بمعهد فراونيهوفر الألماني عام (٢٠٠٩) يتغير لونها عندما تسقط عليها الأشعة فوق البنفسجية القادمة مع أشعة الشمس، وإذا صنعت من هذه الأنسجة ملابس وبدلات،فإنه يكفي شراء بدلة واحده يتغير لونها مرات عدة، وهذا مفيد للعاملين في السينما والتلفزيون الذينَ يتطلب عملهم تغيير ملابسهم باستمرار.

في الطب:

منذ أن وقف الإنسان على قائمتيه، والحلم يراوده في أن يعيش حياة أبديَّة خالدة، لذا أخذ يبحث في الغذاء والدواء وبكل الطرق المتوافرة لديه عن سر الخلود ولكن من دونِ نتيجة، لكنَّ هذَا الحلم البعيد المنال ربما أصبح قريباً، مع استمرار البحث العلمي

والتقدم المعرفي، وخاصة بعد مطلع هذا القرن، حين تحالف علما تقنية النانو في الطب والتقنية الحيوية، بهدف دراسة مكونات خلايا الكائن الحي ووظائفها بدقة تامة،بالرغم من أن أبعادها لا تتعدى بضع نانو مترات، إضافة إلى اهتمام الطب النانوي بإنتاج أدوية، وبتصميم أجهزة تكشف وتشخص وتعالج مبكراً الأمـراض التي قد تصيب الإنسان، وخاصة الأورام السرطانية التي تفتك بعشرات الملايين من البشر سنوياً، والتي تتكون عندما يفشل الإنسان في استبدال خلاياه الميتة بخلايا جديدة بشكل روتيني، وقد يحدث أحياناً وبظروف غير معروفة تماماً حتى الآن، تغير جينيٌّ مفاجئ (طفرة جينية) أثناء عملية التجديد ينتج عنه ظهور خلايا مارقة، تنقسم عشوائياً وبلا ضابط، مولدة بؤرة سرطانية صغيرة جداً، يصعب اكتشافها ومعالجتها بالطرق التقليدية الحالية، فتنمو بسرعة وتقضي على الإنسان.

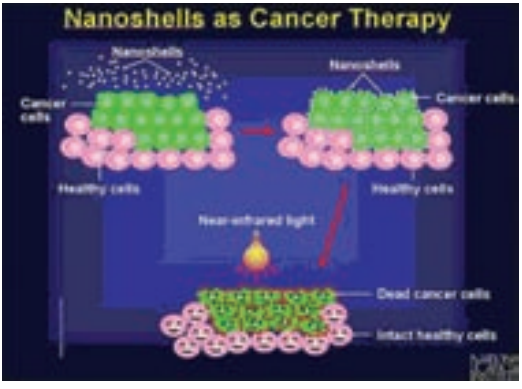
فما هو دور تقنية النانو؟

لقد استطاعت تقنية النانو اكتشاف ومعالجة البؤر السرطانية، وغيرها من الأمراض من خلال مايلي:

١-**محلول الحبيبات الكروية النانوية لكبريت الكادميوم** الذي تتراوح أبعاد أقطار كراته بين (٢و ١٠) نانو مترات، وهذا يجعلها أكثر نَشَاطاً رغم سميتها التي أُزيلت بتغليفها بطبقتين متتاليتين من كبريت الزنك والسليكا(ثاني أكسيد السيلكون)، وطلي سطحها الخارجي بالأجسام المضادة الخاصة بالخلايا السرطانية التي تقوم بإرشاد حبيبات كبريت الكادميوم إلى مكان تواجد تلك الخلايا، حيث تتجمع حولها بعد حقنها في الجسم، ثم تثار تلك الحبيبات، بتعريضها لموجات من الأشعة تحت الحمراء لعدة دقائق تتوهج خلالها، ويقوم **الميكروسكوب الماسح الالكتروني** كما في الشكل بأخذ صورة واضحة ودقيقة لأماكن وجود الخلايا السرطانية، مهما صغرت، ومهما قل عددها.

الميكروسكوب الماسح الالكتروني (SEM)

٢-**قذائف حبيبات النانو الذهبية** التي حضّرها العالم المصري **الدكتور مصطفى السيد** في جامعة رايس الأمريكية، ومهمتها القضاء على الخلايا السرطانية، حيث تحقن داخل الجسم، ثم تتوضع فقط على أسطح الخلايا المصابة، بعد ذلك تعرّض الحبيبات الذهبية لموجات من الأشعة تحت الحمراء لدقائق عدة، فتعمل على امتصاصها، وتحويلها إلى طاقة حرارية، تميت الخلايا السرطانية، وتخلص الجسم من شرورها.



المبدأ الأساسي لعمل المواد النانوية في معالجة الخلايا السرطانية

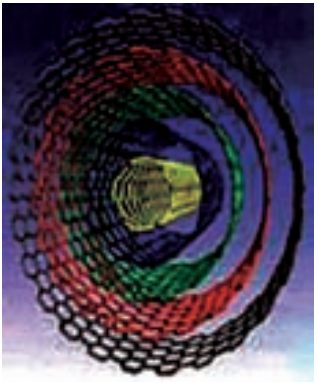
وقد استخدمت كُلٌّ من المادتين السابقتين وغيرهما في:

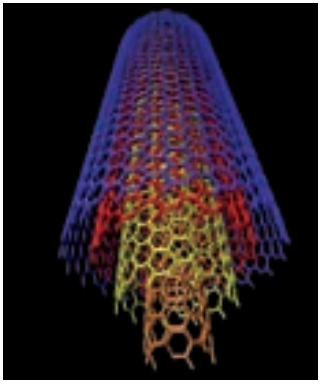
أ-في التشخيص الدقيق لمرض السكري من النوع الثاني الذي يصيب الأطفال والمراهقين نتيجة التناول المستمر للوجبات الغذائية السريعة وقلة الحركة، والذي يؤدي إلى حدوث الفشل الكلوي لديهم، ويزيد من احتمال حدوث الذبحات الصدرية والسكتات الدماغية، ويصنف بأنه خطر جداً، لأنه بلا أعراض تذكر، من هنا تأتي أهمية التشخيص المبكر له،ووصف الدواء المناسب للتخلص منه.

ب-في استبدال المفاصل التالفة، وسيأتي دورها قريباً في استبدال العظام.

٣- **أنابيب الكربون النانوية** التي استخدمت في إنتاج دعامات مرنة ومتينة، لا يرفضها الجهاز المناعي للجسم، والتي تستخدم حالياً إلى جانب الأنابيب المعدنية، حيث توضع داخل الشرايين، التي تراكم داخلها الكولسترول الذي يعيق دخول الدم الحامل للأكسجين والغذاء إلى جميع أجزاء الجسم، إضافة إلى صنع **حساسات نانوية** بيولوجية، تتحرك مع الدم وتقدم لنا المعلومات عن آلية تكون الكولسترول داخل الشرايين والأوردة، بإرسال إشارات يتم استقبالها وتحليلها من قبل أجهزة

خارج الجسم، بهدف صناعة دواء لكل حالة على حدة، ليحل بذلك العقار الخاص محل العقار العام.





٤- **حبيبات الفضة النانوية** ذات الأقطار التي لا يتعدى قطرها خمسة نانومترات، حيث تضاف إلى المضادات الحيوية لزيادة فاعليّتها، لأنها قادرة على قتل أكثر من ستمائة نوع من الجراثيم وأنواع أخرى من الفيروسات، كفيروس الكبد الوبائي وأنفلونزا الطيور، دون أن تسبب أي إيذاء للجسم البشري. كما تغلف **الجواربُ والأحذية والثلاجات** بطبقة رقيقة منها لمنع نمو الفطريات والبكتريا داخلها وقتلها، بغرض منع حدوث العفن والبلل، وخصوصاً لمرضى السكري الذين يعانون من تقرحات دائمة في أقدامهم.

٥- **الفولورين (كريات الكربون)**: وهو الصورة الثالثة للكربون بعد الغرانيت والماس، وقد تم اكتشافه لأول مرة عام (١٩٨٥) وتمّ إنتاجه عام (١٩٩٠) وجزيئه يتكون من ستين ذرةً من الكربون مترابطة مع بعضها بعضاً، بحيث تشكل شكلاً هندسياً يشبه كرة القدم، كما في الشكل، لكن نصف قطرها لا يتعدى (١) نانومتر، ولها اثنان وثلاثون وجهاً، منها اثنا عشر وجهاً خماسية الشكل والعشرون الباقية سداسية.

الفولورين (كريات الكربون)

وأهم تطبيقاته:

أ-إنتاج أدوية لمعالجة اعتلال المخ الناجم عن مرضِ الزهايمر، واعتلال الأعصاب الحركية.

ب- يستخدم كمضادات أكسدة،عندما تتعادل الجذور الحرة المسببة للتأكسد، داخل جسم الإنسان، مع إلكترون من الكترونات التكافؤ لذرات الكربون المكونة للفولورين الذي كان اكتشافه ثمرة تعاون بين ثلاثة من علماء الكيمياء الأمريكيان، هم: روبرت كول وهارولد كرتو وريتشارد سمالي، وبعد أن تم التأكد تجريبياً من الخصائص المميزة للمادة الجديدة، تقاسموا جائزة نوبل عام (١٩٩٦)، وقد اكتشف العلماء لاحقاً صوراً أخرى له، بلغ عددها(٩٠٠) مركب منها : الكربون (٧٠ و٨٠) وهذا العدد الكبير لصوره سيفتح أفاقاً جديدة لتطبيقات مثيرة قريباً .

٦-ترميم وإبدال الأنسجة التالفة، وذلك بتغطيتها بمواد نانوية مطابقة لها حيوياً وتلتصق بها بقوة، وهذا يؤدي إلى نجاح عمليتي الترميم والإبدال.

٧-تساعد حبيبات الفولورين على أن نستبدلَ بالجينات المريضة التي تسبب أمراضاً وراثية لا علاَج لها، جيناَت سليمَةً؛ لأن بقاء الجينات المريضة مع الشخص المًصاب ينقلها إلى أجياله من بعده.

٨-تصميم جهاز نانوي يستطيع إزالة أي انسداد للشرايين والأوردة وحتى الشعيرات الدموية، دون عمل جراحي، وبذلك حُلّتْ مشكلةُ من يصابون بالجلطات.

جهاز نانوي يدخل بحرية داخل حتى الشعيرات الدموية لإزالة الشحوم التي تسد الشرايين والأوردة

في الزراعة والأمن الغذائي

١-في الزراعة

إن أحد أهم أهداف السياسة الزراعية في أي بلد في العالم، هو تحسين الإنتاج وزيادة كمية المنتجات الزراعية،لكي تلبي حاجات السكان المتزايدة باستمرار، فما دور تقنية النانو في تحقيق هذا الهدف؟

أ-بدأت تقنية النانو في تصنيع حبيبات نانوية تحتوي أسمدة مضافاً إليها مبيدات لمكافحة الآفات الزراعية بكل أنواعها، بعد أن بينت الدراسات التأثيرات السلبية للمبيدات الحشرية الحالية على صحة الإنسان وبيئته، من خلال تلويثها للتربة والمياه المستخدمة في ري المزروعات، لتصل مع الزمن إلى المياه الجوفية، وتلوثها.

ب-ساهمت حبيبات الفولورين في حل مشكلة تبخر ٥٠ ٪ من مياه الري، وما ينتج عن ذلك من ارتفاع ملوحة التربة والإضرار بخصوبتها. وذلك بإنتاج حبيبات الزيوليت النانوي المكونة من الألمنيوم

والسيلكون والأكسجين، ووضعها في التربة لتعمل على تخزين مياه الري داخل مساماتها، ولتعيدها ببطء عند حاجة التربة والنبات إليها.

جـ- ساعدت حبيبات الفولورين على تنظيف مياه مزارع الأسماك، والقضاء على الطحالب الضارة فيها، حيث يزداد عدد مزارع الأسماك بكل أنواعها في العالم، نظراً لزيادة الطلب على الأحياء المائية ولحماية هذه الأحياء من التلوث والأمراض، لقد نجحت تقنية النانو في استخدام مركبات عنصر اللانثانيوم، بعد تصغير أبعاد أقطارها إلى ما دون (٤٠) نانو متر، في تخليص مياه المزارع من الفوسفات التي تسبب نمو الطحالب فيها.

د- التلاعب بالجينات (المورثات) للنباتات والحيوانات، عن طريق استخدام المواد النانوية كناقلات لهذه الجينات بدلاً من الفيروسات، بهدف الحصول على إنتاجية أكبر، وإضافة صفات تمكننا من زراعة الأرز وغيره على مدار العام.

٢- في الأمن الغذائي

كلنا يعلم بأن الصحة العامة مرتبطة بما نتناول من غذاء، هذا ما علمتنا إياه المقولة الشهيرة **العقل السليم في الجسم السليم**، لكن التزايد المستمر باطراد لعدد سكان العالم، والذي أكدته إحصائيات قسم السكان التابع للأمم المتحدة، حيث ارتفع عدد سكان العالم من **٢٥٠ مليوناً** في القرن الأول الميلادي إلى **سبعة مليارات** في مطلع القرن الواحد والعشرين، وإذا أضفناَ إلى هذا التزايد سوء توزيع الثروات، وغياب التنمية في بعض البلدان، فإنَّ ذلك أدى بالضرورة إلى تزايد عدد الفقراء، وإلى انتشار الأمـراض والمجاعات وما ينتج عن ذلك من كوارث إنسانية، وخصوصا في البلدان الفقيرة والنامية، إضافة إلى نشوء أزمات سيواجهها العالم أجمع فيما بعد، تخص موارده من **الغذاء والمياه والطاقة إضافة إلى تلوث البيئة**.

وهذا ما دفع منظمة **الفاو** التابعة للأمم المتحدة، إلى عقد سلسلة من المؤتمرات لمناقشة موضوع الأمن الغذائي الذي عرفته بأنه:

تمكين البشر كافة مادياً واجتماعياً وفي جميع الأوقات من الحصول على الأغذية الكافية والسليمة والمغذية كي يتمتعوا بالنشاط والصحة والحياة الكريمة

يتبين لنا من خلال هذا التعريف أن العناصر الرئيسية للأمن الغذائي هي:

أ-**الوفرة**: أي يجب أن يكون الغذاء متوفراً لجميع أفراد المجتمع، سواء أكان مصدره الداخل أم الخارج، وأن يكونَ أفراد المجتمع قادرين على شراءِ غذّائهم.

ب- **الاستقرار**: أي توفر الغذاء وإمكانية الحصول عليه في جميع الأوقات.

ت-**الصلاحية**: أي يجب أن يكون الغذاء المستخدم سليماً ومغذياً.

ولتحقيق الأمن الغذائي، كانَ لابد من رسم سياسات لتحسين الإنتاج الزراعي، وزيادة كميته وتنوعه، واستخدام أمثل التقنيات الحديثة، ومنها حالياً تقنية النانو التي ساهمت وستسَاهم في تحقيق الأمن الغذائي

من خلال:

١-تطوير التقنيات النانوية المستخدمة في الزراعة، بهدف الحصول على تربة أغنى وإنتاج أوفر وأحسن.

٢-معالجة المنتجات الزراعية من أجل تحسين جودتها.

٣-تصنيع الغذاء النانوي، أي إنتاج ومعالجة الغذاء منذ زراعته وحتى الحصول على ثماره، إذ بلغ عدد المنتجات الغذائية النانوية حوالي ثمانمائة نوع عام (٢٠٠٦)، بيعت بحوالي ثلاثة مليارات دولار أمريكي، ويتوقع أن يتضاعف العائد من بيع الغذاء النانوي عشر مرات خلال هذا العام.

كما وتتحكم الأدوات المستخدمة في تقنية النانو، كالميكروسكوبات الالكترونية الحديثة في إعادة ترتيب

ذرات المواد الغذائية، وإدخال عناصر مفيدة للغذاء كالفيتامينات وغيرها من دون أن يتغير طعمه أو لونه.

٤-حفظ مختلف أنواع المواد الغذائية، كاللحوم والفواكه والخضروات الطازجة، بتغليفها بأغشية نانويه رقيقة جداً، تمنع وصول الرطوبة وغاز ثاني أكسيد الكربون والأوكسجين إليها، ولزيادة مدة الحفظ تغطّى المواد الغذائية بطبقه لا ترى بالعين المجردة من أكاسيد الفضة أو النحاس أو التيتانيوم، ولا حاجة لنزعها عند تناول المواد الغذائية، لأنها آمنة.

٥-إنتاج أوعية نانوية لتعبئة المواد الغذائية، تمتاز بالمتانة وخفة الوزن، ويمكن وضع حساسات نانوية

داخلها تبين لنا أي نشاط بكتيري أو جرثومي داخل الأوعية، من خلال تغير لونها.

تقنية النانو وحماية البيئة من التلوث

يمكن اعتبار تلوث البيئة من أخطر المشاكل التي سببها الإنسان لنفسه، نتيجة التطور الصناعي خلال القرن العشرين، بل أعقدها من حيث تداخل وتنوع العوامل المؤثرة فيها،لذا يسعى الإنسان جاهداً إلى حلِّها الآن، مستخدماً كل الوسائل التقنية المتاحة لديه، وأهمها تقنية النانو التي تتحكم بخواص المادة من خلال تشكيل ذرّاتها للحصول على مواد نانوية جديدة، تنظف البيئة بالتخلص من الملوثات التي لحقت بها، جراء التقدم الصناعي وغياب الوعي، والتراخي في تنفيذ القوانين التي تحمي البيئة، وخصوصاً في المنطقة التي تسمى العالم الثالث.

ومن جهة ثانية تعمل المواد النانوية الجديدة على حماية مستقبل البيئة على المدى البعيد، من خلال **تنقية مياه الشرب والمياه الجوفية والهواء وتحلية مياه البحر كما يلي:**

١- تنقية مياه الشرب والمياه الجوفية:

للماء أهمية بالغة لجميع الكائنات الحية، ولولا وجودُهُ لما كانت الحياة بكل أشكالها على سطح كوكبنا الأرضـي، **فكيفَ نحافظ عليه ونحميه من التلوث بعد أن أصبح تلوثه مشكلةً عالميةً؟**

لقد بيّنا سابقاً، كيف أن المخلفات غير المعالجة الناتجة عن الصناعة تحتوي على نسب عالية منَ المعادنَ الثقيلة السامة، من رصـاص وزئبق وزرنيخ ومركباتها التي تسبب أمراضاً سرطانية، يضاف إليها مياه الصرف الصحي والمياه التي تروى بها المزروعات، والـتي تشبع بالأسمدة المستخدمة مخصبات للتربة؛ وبالمبيدات الحشرية السامّة أيضاً، وأغلبُ هذه المياه الملوثة تتغلغل إلى المياه الجَوفية، وتعمل على تلويثها بالميكروبات والبكتريا والجـراثيـم، وهـذا مـا يسبب المشاكل الصحية وانتشار أمراض الكبد والكلى لأعداد متزايدة من سكان الدول العربية سنوياً.

إن حل مشكلة تلوث المياه الجوفية بالطرق التقليدية باهظة التكاليف، وتحتاج إلى عقود من السنين، لكنَّ ظهورَ تقنية النانو خلال العقدين الماضيين، وتطبيقاتها

قدّمت حلاً لمعالجة تلك المشكلة العالمية، من خلال حبيبات نانوية من أشباه الفلزات وبعض الفلزات، وخصوصاً الحديد ذو التكافؤ الصفري الذي يستخدم في تنقية مياه الشرب والمياه الجوفية.

دور الحديد الصفري في تنقية مياه الشرب والمياه الجوفية

يعمل الحديد الصفري بكفاءة عالية لتنقية المياه الملوثة، خصوصاً عندما تصغر أقطار ذرات الحديد إلى مادون (١٠) نانو متر، فتزداد كثافتها (أي زيادة عدد ذرات الحديد ذات التكافؤ الصفري) داخل سطح الحبيبة النانوية المتناهية في الصغر، وهذا ما يضاعف

من نشاطها الكيميائي في تخليص المياه من ملوثاتها كما يلي:

أ- بالنسبة إلى المركبات الهالوجينية العضوية السامة: مثل رابـع كلوريد الكربون (CCL4) يعمل الحديد الصفري على تكسير جزيئاتها،ونزع الكلور منها، وتحويلها إلى مركبات عضوية أبسط لا تضر الإنسان وبيئته.

ب- يعمل الحديد الصفريّ على نزع الأكسجين من أكاسيد النتروجين السامة، ويحولها إلى نتروجين يماثل النتروجين الموجود في الهواء الجوي.

ت-يؤكسد العناصر الثقيلة الموجودة في الماء، وخصوصاً الزرنيخ الذي يسبب السرطان، ويحولها إلى أكاسيد غير ضارة.

أما في حالة المياه الجوفية الملوثة فإن ضخ حبيبات الحديد ذات التكافؤ الصفري والمتناهية في الصغر، يسهّل عليها التغلغل إلى داخل المياه الجوفية، وما إن تلتقي **بالمركبات العضوية** الملوثة للماء حتى تعمل على تكسير روابطها، أي تحوّلُها إلى مركبات عضوية غير

ضارة وذلك بآلية الأكسدة والاختزال لتلك المركبات.

أما إذا كانت الملوثات **غير العضوية** كالخارصينات الثلاثية على سبيل المثال، فإن الطريقة المتبعة هي ضخ المياه الجوفية إلى خزان أعلى البئر، مكون من عدة غرف، الغرفة الأولى تختص بالتنقية والتقطير للتخلص من المواد الصلبة والميكروبات، أما الغرفة الثانية فيوجد فيها خليط من الرمل الناعم، تحتوي مساماته على حبيبات الحديد ذي التكافؤ الصفري، للتخلص من الخارصينات ذات المركبات المعقدة والسامة والزرنيخات الثلاثية السامة أيضاً، بتحويلها إلى زرنيخات خماسية مترسبة، ويساعد الحديدَ الصفريَّ في ذلك مجالٌ مغناطيسيٌّ ضعيف.

كما وتستخدم حبيبات الذهب النانوية المغلفة بمعدن البلاديوم[٤]، لتنقية المياه السطحية والجوفية من المركب السام والمسرطن ثلاثي كلوريد الإيثين

٤-معدن أبيض فضي درجة انصهاره ١٥٥٥ درجة مئوية يشبه البلاتين بخواصه الكيميائية، ويتأكسد في الهواء، ويمتص الهيدروجين بشراهة، وتستخدم مركباته لإنتاج المزدوجات الحرارية، وفي طب الأسنان كمادة محفزة في التفاعلات العضوية.

(C2HCl3)، والمستخدم في إذابة الشحوم والزيوت، لتنظيف سطوح المعادن الملوثة بها، وفي تحضير بعض المركبات المستخدمة في تنظيف الملابس، وذلك بتكسير روابطه وتحويله إلى غاز الإيثان (C2H6) غيرِ السام.

٢-تحلية المياه المالحة

لتحلية مياه البحر أو المحيط تستخدم في الخليج العربي طريقة التناضح العكسي، وهي تعتمد على تطبيق ضغوط عالية على الماء المالح، فتدفع به نحو أغشية تسمح للماء العذب قليل الأملاح بالَعبور من خلالها، بينما تحجز الأملاح الذائبة في الماء، وهذه الطريقة مكلفةٌ لأنها تحتاج لكميات كبيرة من الطاقة.

وجاءت تكنولوجيا النانو فقلَّلت الكلفة السابقة بنسبة وصلت إلى ٧٥ ٪ عندما اَستخدمت أنابيب الكربون النانوية في صناعة الأغشية كمرشحات جزيئية، بحيث تسمح هذه المرشحات لجزيئات الماء النقي بالمرور من خلالها، بينما تمنع جزيئات الأَملاح الذائبة في الماء من المرور.

وتـزداد فعالية هـذه الطريقة بإضافة حبيبات نانوية من الماغنسيوم (mg) وأحد أكاسيده، من أجل قتل الجراثيم والبكتريا إن وجدت في الماء.

إذاً، و بعد نجاح تكنولوجيا النانو في تنقية الماء، باتت الحاجة ملحة لتعميمها، لإنقاذ ملايين البشر من الأمراض التي تسببها المياه الملوثة.

٣-تنقية الهواء من الملوثات:

يعد تلوث الهـواء مشكلة عالمية كبرى، لذا يربط الباحثون من الأطباء بين الهواء الملوث والعديد من الأمـراض كالربو وسرطان الرئة والسكتة القلبية، وهـي أمراضٌ تقضي على ما يزيد على ثلاثة ملايين من البشر سنوياً.

فما هو دور تقنية النانو حيال هـذه المشكلة المستعصية عن الحل؟

يمكن اعتبار الحبيبات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم[٥] TiO_2، والتي لا تتعدى أقطارها (١٠) نانو متر بدايةَ الحل، لأنها تعمل كمحفزات ضوئية للتخلص من أكاسيد النتروجين التي تلوث الهواء الجوي، وذلك بتكسير جزيئاتها إلى غاز الأكسجين O_2 وغاز النتروجين N_2 صديقي البيئة، كما وتستخدم هذه الحبيبات في أكسدة أبخَرة الزئبق الناتجة من احتراق الفحم إلى أكسيد الزئبق الصلب، الذي لاَ يلوث الهواء ولا يؤذي الإنسان، إضافة إلى ذلك تستخدم حبيبات أكسيد التيتانيوم النانوية التي لا تزيد أقطارها عن (٥٠) نانومتر في حجب الأشعة فوق البنفسجية الموجودة في الضوء، والتي تسبب زيادتها سرطان الجلد، لذا فهي تدخل بفاعليّة في تحضير مستحضرات التجميل، وخصوصاً مراهم الوقاية من أشعة الشمس، ومقاومة التجاعيد الناتجة عن تقدم العمر.

٥-معدن أبيض اللون اكتشفه غريغور عام ١٧٨٩ له مقاومة عالية للتآكل، وذلك لتشكل طبقة أكسيديه على سطحه، يستخدم في الوقت الحاضر مع الألمنيوم كسبيكة تقاوم الحرارة لذا تستخدم في صناعة الطائرات الحديثة،و يزداد نشاطه الكيميائي كلما ارتفعت درجة حرارته.

إنها بحق حبيبات المستقبل نظراً لاستخداماتها الواسعة والآمال المرجوة منها.

واقع تقنية النانو في العالم العربي والدول المجاورة له

إن تقنية النانو أصبحت العلم الأكثر أهمية في القرن الواحد والعشرين، ورغم ذلك فإنَّ الأبحاث حولها مازلت متواضعة جداً في عالمنا العربي، والجدول التالي يوضح الأوراق البحثية التي نشرت بالدوريات العلمية العالمية عن هذه التقنية.

الدولة	عدد الأبحاث المنشورة	النسبة المئوية من المساهمة العالمية
مصر	٥٨٩	٠.٣٪
جزائر	١٨٢	٠.٠٩٪
تونس	١٧١	٠.٠٨٨٪
المغرب	١٢٢	٠.٠٦٪
السعودية	٩٨	٠.٠٥٪
الأردن	٦٩	٠.٠٤٪
بقية الدول العربية	٣٢	٠.٠٢٪
إيران	١٣٨٥	٠.٧٦٪
تركيا	١٠١٧	٠.٥٣٪
الصين	٣٤٨٢٥	١٨٪
الهند	٧٧٢٠	٤٪
النمور الآسيوية	٢٣٢١٧	١٢٪
المجموع	١٢٦٣	٠.٦٥٪

نستنتج من الجدول:

١- قلة عدد الأبحاث العلمية المنشورة من قبل الدول العربية في مجال تقنية النانو، وهذا يعني أن مساهمة العرب النظرية والعملية في هذا الميدان متواضعة جداً.

٢-تتفوق إيران في عدد أبحاثها في مجال تقنية النانو،على جميع الدول العربية وعلى تركيا المجاورة للقارة الأوروبية، رغم الحصار المفروضِ عليها منذ عدة عقود.

٣-كثرة عدد الأبحاث العلمية المنشورة في دول شرق آسيا في مجال تقنية النانو. **من خلال ما تقدم تتبين لنا الحاجة الماسة لإرسال طلاب جدد للتخصص في مجال تقنية النانو، وتدريبهم باستمرار والاهتمام بأمنهم أثناء عملية الإنتاج، لأن بعض المركبات النانوية سامة، كما تتبيّنُ الحاجةُ إلى تدريس هذا العلم في المدارس الأساسية، حتى تتعامل الأجيال القادمة مع منتجاته بشكل متبصّر ومفيد، وتهيئةُ مراكز أبحاث وتجهيزها بالمعدات اللاّزمة، مع العلم بأنها غير مكلفة ولا تتعدى كلفتها عشرات الملايين**

من الدولارات، وهذه فرصة تاريخية نقلل بها الهوَّةَ المعرفية بيننا وبين العالم المتقدم.

مشاريع مستقبلية حتى عام (٢٠٢٥)

١-أبحاث دائمة لصناعة روبوت نانوي، يدخل بحرية حتى داخل الشعيرات الدموية، لقتل الجراثيم والفيروسات في جسم الإنسان، ومعالجة الخلايا المريضة، واستبدال الميت منها من خلال برامج خاصة، تثبت على شريحة الكترونية نانوية، أو يتم توجيه الروبوت النانوي من خلال أجهزة تحكم خارجية.

٢-طائرة تجسسية نانوية، تتحرك بحرية تامة مهما كان المكان ضيقاً، وفي حال تصنيعها فإنها تفضح خصوصيات البشر داخل منازلهم، وتلاحق المجرمين داخل أوكارهم.

٣-ابتكار أعضاء لجسم الإنسان، أكثر عمراً وكفاءة من أعضائه.

٤-تصنيع أدوية تحدث عند تناولها تغيراً في عمليات

الاستقلاب لخلايا الجنود،بحيث يستطيعون البقاء في المعركة لعدة أيام دون طعام ولا نوم.

٥-ابتكار أنظمة ترصد من مسافات بعيدة الحالة الذهنية للأشخاص، وكشف نواياهم.

٦-تصنيع وسائط نقل (سيارات،طائرات، سفن، قطارات)، يدخل في تصنيعها جسيمات نانوية تجعلها أخف وزناً، وأكثر صلابة وسرعةً، وبذلك تكون أقل استهلاكاً للوقود، وأقل ضجيجاً، وزجاجها مقاوم للخدش والحرارة والكسر، والرؤية من خلاله واضحة جداً، وينظف نفسه بنفسه.

٧-نانو دكتور وهو ميكروسكوب مطور، يستخدمه الطبيب لمعرفة تحاليل دم مريضه مباشرة، وتحاليل أخرى أهمها الحمض النووي DNA.

٨-حبيبات نانوية تتغلغل داخل جسم الإنسان، لإزالة الشحوم الثلاثية والكولسترول.

مخاطر تقنية النانو

رغم ما قدمته تقنية النانو وما ستقدمه للإنسانِ في المستقبل القريب بما ينعم فيه بحياة هانئة ومديدةَ فإن العديد من الخبراء، يرون بأن استخدامها في جميع جوانب الحياة له عواقب غير مرضية، لذا عقد أول مؤتمر في بروكسل عاصمة بلجيكا عام (٢٠٠٨)، وكان هدفه تقليص السلبيات الناجمة عن استخدامها، وخصوصاً على الحمض النووي DNA والجهاز المناعي للجسم، وعلى المواد الغذائية التي تحتاج إلى اختبارات كافية للتأكد من سلامتها قبل تناولها، حيث صدر عن منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (اليونيسكو) في العام نفسه كتاب بعنوان: (**تقنية النانو العلم والأخلاقيات وَقضايا السياسات**) جاء فيه:

أ-إن التحكم بآثار تقنيةٍ النانو المحتملة على المدى البعيد أمر صعب جداً، لأنها غير مرئية ويصعب كشفها وتنظيفها من الجسم والبيئة من جهة، وهي تتطور بسرعة فائقة من جهة ثانية.

ب-إمكانية استخدامها في المجالات العسكرية والأمنية وبما يتعارض مع حقوق الإنسان.

جـ-صياغة دستور أخلاقي لهذه التقنية، ورسم سياسات عامة لها، تساهم فيها المنظمات المعنية بالصحة العامة والبيئة،ونشر هذه السياسات بوسائل الإعلام، ليبدأ حوار حقيقي يجنبنا الأحكام المسبقة دون توافُرِ الأدلة والبيانات الدقيقة.

صدر من السلسلة

-نحن جزء من هذا الكون فايز فوق العادة
-دمشق محمد قرانيا
-الأشرعة الحمراء (ألكسندر غرين)
ت: فيروز نيوف
-مملكة ماري ت: قاسم طوير
-مختارات من أسامة
-القدس د .هشام الحلاق
-الذرة حسن بلال
-العلم يدهشنا فايز فوق العادة
-مملكة إيبلا أنطوانيت القس
-البيئة: الطبيعة والإنسان طـه الزوزو
-قصة الكون والحياة والإنسان
موسى ديب الخوري
-ربيع كاذب عبد اللّه عبد
-صفحات من تاريخ الموسيقا محمد المصري
-الأمير الصغير (أنطون دوسانت أكزوبيري)
ت: أنطوانيت القس

-قصة اختراع الأرقام موسى ديب الخوري
-الصوت والزمن د . غزوان زركلي
-حشرات في بيتك وحديقتك هنادي زرقة
-طريق الحرير د . ريم منصور الأطرش
-الحاسوب أويس الشريف
-فلزات (سليكون/كوارتز/حرير صخري)
أ.د . محمد عبود
-الثقوب الكونية السوداء فايز فوق العادة
-الفسيفساء موسى ديب الخوري
-فن النحت «في العصر القديم»
د .تغريد شعبان
-التلوث النفطي د . محمد عبود
-المحميات الطبيعية هنادي زرقة
-مختارات من حكايات إيسوب
رسوم ضحى الخطيب
-حيوانات المروج والغابات محمد مروان مراد
-قصة اللاسلكي جهاد سلامة الأشقر
-أوغاريت موسى ديب الخوري

-ممالك سورية القديمة د . تغريد شعبان
-التخدير والإنعاش عبر التاريخ
نزار مصطفى كحلة
-أساطير يونانية أنطوانيت القس
-تاريخ الرسم دلدار فلمز
-النفايات الصلبة د . عبير عيسى
-الفينيقيون وأساطيرهم محمد الدنيا
-الرياضيات علم وفن
فايز فوق العادة
-الجراثيم والبيئة د .سيراؤوس محمد
- حكايات الأخوين غريم
ترجمة: د .نبيل الحفار