الباب الأول

التعريف والتاريخ والأهمية

obeikandl.com

obeikandl.com

تقنية الجزيئات متناهية الصغر أو تقنية الصغائر أو تقنية النانو هي العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي وتهتم تقنية النانو بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من الميلليمتر وعادة تتعامل تقنية النانو مع قياسات بين 0.1 إلى 100 نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة وهي أبعاد أقل كثيراً من أبعاد البكتيريا والخلية الحية وحتى الآن لا تختص هذه التقنية بعلم الأحياء بل تهتم بخواص المواد، وتتنوع مجالاتها بشكل واسع مابين أشباه الموصلات إلى طرق حديثة تماماً معتمدة على التجميع الذاتي الجزيئي هذا التحديد بالقياس يقابله اتساع في طبيعة المواد المستخدمة، فتقنية النانو تتعامل مع أي ظواهر أو بنايات على مستوى النانو الصغير مثل ظواهر النانو هذه يمكن أن تتضمن تقييد كمي يؤدي إلى ظواهر كهرومغناطيسية وبصرية جديدة للمادة التي يبلغ حجمها بين حجم الجزيء وحجم المادة الصلبة المرئي وتتضمن ظواهر النانو أيضاً تأثير جيبس تومسون وهو انخفاض درجة انصهار مادة ما عندما يصبح قياسها نانوياً، أما عن بنايات النانو فأهمها أنابيب النانوالكربونية.

يستخدم بعض الكتاب الصحفيين أحياناً مصطلح تقنية الصغائر للتعبير عن النانو رغم عدم دقته، فهو لا يحدد مجاله في تقنية النانو أو الميكرون إضافة إلى التباس كلمة صغائر التي قد تفهم بمعنى جسيم لأن البعض يسمي الجسيمات بالدقائق وعلوم النانو وتقنية النانو إحدى مجالات علوم المواد واتصالات هذه العلوم مع الفيزياء، الهندسة الميكانيكية والهندسة الحيوية والهندسة الكيميائية تشكل تفرعات واختصاصات فرعية متعددة ضمن هذه العلوم وجميعها يتعلق ببحث خواص المادة على هذا المستوى الصغير.

وتكمن صعوبة تقنية النانو في مدى إمكانية السيطرة على الذرات بعد تجزئة المواد المتكونة منها فهي تحتاج بالتالي إلى أجهزة دقيقة جداً من جهة حجمها ومقاييسها وطرق رؤية الجزيئات تحت الفحص كما أن صعوبة التوصل إلى قياس دقيق عند الوصول إلى مستوى الذرة يعد صعوبة أخرى تواجه هذا العلم الجديد الناشئ بالإضافة إلى أنه ما يزال هناك جدل ومخاوف من تأثيرات تقنية النانو، وضرورة ضبطها.

تاريخ تقنية النانو

أدَّتْ عواملٌ عديدةٌ إلى ظهورعِلْمِ النَانُو وتكنولوجيا النَانُو؛ ويعودُ تطوُّرُهما بشكلٍ أساسيٍّ لثلاثةِ أحداثٍ مُشوِّقة حدثَتْ ما بينَ بداياتِ

ثمانيناتِ القرنِ العشرين ومنتصفِها وقد استحقَّتْ كلٌّ من تلكَ الأحداثِ بجدارة،جائزةَ نوبل في الفيزياء وهي:

اكتشافُ تأثيرِ هول الكميّ في الغاز الإلكتروني ذي البعدين.

اختراعُ مجهرِ المسح النفقي .

اكتشافُ شكلٍ جديدٍ من أشكالِ الكربون؛ فولرين.

ولقد أدّتْ هذه الانجازاتُ العظيمةُ إلى اختراعِ مجهرالقوّةِ الذرية (AFM) وأيضاً أدَّتْ إلى اكتشافِ الأنابيبُ الكربونيةُ النَانَوية (CNT) مع بداياتِ تسعينياتِ القرنِ العشرين،التي أصبَحتْ في يومنا هذا حجر أساس تكنولوجيا النانو.

إنّ جميعَ الإمكانياتِ الرائعةِ التي نحصلُ عليها من تصنيعِ موادٍ نَانَويةٍ بمواصفاتٍ خاصةٍ، دفعَتْ الفيزيائي الشهير ريتشارد فاينمان إلى التعقيبِ عليها في إحدى محاضراتِه عام 1959، قائلاً:هناكَ فعلاً الكثيرُ من المساحات في الأعماق وهكذا أصبحَتْ الفيزياءُ النَانَوية علماً واسعاً؛ واستدعى ذلك مِنَ العلماءِ بأنْ يقسموها إلى عدَّةِ أقسامٍ

وبعد صناعة المجاهر وتطويرها في عام 1930م، ظهرت العديد من القدرات التي استطاع العلم إضافتها إلى التقنية عن طريق صناعة

الأجهزة الأقل حجماً والأكثر قوة وكفاءة من الأحجام الأكبر، فتمكن المهندسون في بداية الأمر من صناعة قطع ولوحات إلكترونية تتعامل بوحدات المليمتر التي يعبّر عنها من المتر ب10^3 ولكن زادت الحاجة إلى لوحات وقطع إلكترونية أكثر تخصصاً ، فكان ما تلا ذلك هو الميكرو، الذي يعبّر عنه بـ 10^6، وكان يعتبر نقلة نوعية في عالم صناعة التقنية، فاستطاع العالم عن طريقه إنتاج الهواتف الذكية والحاسبات الصغيرة ووحدات التخزين ذات الحجم الصغير، لكن لم يتوقف طمع العلم عند هذا الحد بل تجاوز ذلك بمراحل متعددة فبدأ العمل على التقنية الأصغر والأكثر رسوخًا ودقة، وهي تقنية النانو التي يعبر عنها من المتر بـ 10^9.

والموصلات النانونية تعتمد فى التوصيل الكهربائي على التدفق الإلكتروني فقط كالتدفق النهري كمثال، وبالتالي فإنّ الإلكترون يحتاج إلى المرور بعملية تدفق داخل الموصل كما لو أنك ترص بعض الكرات خلف بعضها البعض في طريق، وتبدأ كل واحدة من الكرات بالتدفق والخروج من الطرف الآخر واحدة تلو الأخرى؛ وهذا يحدث بسبب صغر سمك الموصل التي لا تسمح بوجود أكثر من الكترون فوق بعضهما البعض وبالتالي عدم وجود المجال الذي سيولد قانون أوم والمقاومة الكهربائية.

وكشفت أبحاث ماريان ريبولد وزملائها في جامعة درسدن الألمانية الغطاء عن سر السيف الدمشقي المشهور بقدرته الكبيرة على القطع ومتانته المذهلة ومرونته الكبيرة، فقد تبين لها أنه مصنوع من مواد مؤلفة بمقياس النانومتر، فأنابيب الكربون النانوية التي تعتبر من أقوى المواد المعروفة وذات المرونة ومقاومة الشد المرتفعة، أحاطت بالأسلاك النانوية من السمنتيت (Fe3C) وهو مركب قاس وقصف.

منذ آلاف السنين قصد البشر استخدام تقنية النانو فعلى سبيل المثال في صناعة الصلب والمطاط كلها تمت اعتماداً على خصائص مجموعات ذرية نانوميترية في تشكيلات عشوائية وتتميز عن الكيمياء في أنها لا تعتمد على الخواص الفردية للجزيئات الأولى إلى بعض المفاهيم المميزة في تقنية النانو في عام 1867 كاتب جيمس ماكسويل عندما اقترحت فكرة تجربة صغيرة كيان يعرف ماكسويل للشيطان من معالجة الجزيئات الفردية في عام 1920 أدخل ارفنج لانجميور وكاثرين بلودجيت مفهوم نظام monolayer أي طبقة ذرية واحدة أو طبقة مادة يبلغ سمكها مقاييس الذرة وحصل لانجميور على جائزة نوبل في الكيمياء لعمله.

وبدأ استخدام مفهوم النانو تكنولوجي في عام 1959 لكنه ظل مفهوماً نظرياً حتى عام 1981، حينما اكتشف العلماء ما يعرف بأسلوب الفحص

المجهري الأنبوبي وهو فحص مجهري بأسلوب تكنولوجي خاص لا يتم عن طريق الرؤية العادية عبر الميكروسكوب، وتمكنوا باستخدام هذا الأسلوب من رؤية هياكل الذرات الدقيقة والجزيئات المتناهية الصغر المكونة للكربون عامي 1981 و1991 وبعد عقود أجريت خلالها أبحاث أساسية وتطبيقية أخذ يتراكم مخزون يتنامى من المواد التي يمكن استخدامها في تصنيع أجهزة ومعدات النانو تكنولوجي وبدأ تصنيعها وتطويرها في مرافق منتشرة في أنحاء متفرقة من العالم واستخدمت في حوالي 400 منتَج وخط إنتاج تشمل صناعة الأجهزة الالكترونية والأدوية ومواد التجميل وقطع السيارات والملابس وغيرها.

وطوال الفترة السابقة كان من يقومون بإنتاج المواد المستخدمة في تصنيع أجهزة وأدوات النانو تكنولوجي والمنتجات التي تستخدم فيها تلك التكنولوجيا هم الذين يتحملون مسئولية اختبار منتجات معينة ومدى مطابقتها لمعايير السلامة ومدى مراعاة تلك المعايير في أماكن العمل ومراقبة تأثيرها على الصحة العامة لكن الخبراء والمسئولين في الحكومة أخذوا يتساءلون بدرجة وأعداد متزايدة عما إذا كانت المعايير المستخدمة في قياس معايير السلامة وحماية البيئة وأماكن العمل التي وضعت قبل اكتشاف النانوتكنولوجي هي المعايير الملائمة لقياس ومراقبة معايير السلامة في عصر النانو تكنولوجي، التي تشمل طائفة

واسعة النطاق من الأساليب التكنولوجية وعمليات التصنيع والمنتجات وظهر العديد من المزايا والمنافع لاستخدام النانو تكنولوجي، ونبع ذلك من حقيقة أن المواد المصنعة بأسلوب النانو تكنولوجي تختلف تماماً في خصائصها وتكوينها الكيماوي والطبيعي والبيولوجي عن المواد التقليدية المعتاد استخدامها في الحياة اليومية بكميات كبيرة.

تقنية النانو

لقد كان التطور التقني الهائل هو السمة الفريدة في القرن العشرين الذي ودعناه قبل بضع سنوات، وقد أجمع الخبراء على أن أهم تطور تقني في النصف الأخير منه هو اختراع إلكترونيات السيليكون أو الترانزيستور والمعامل الإلكتروني، فقد أدى تطويرها إلى ظهور ما يسمى بالشرائح الصغيرة التي أدت إلى ثورة تقنية في جميع المجالات مثل الاتصالات والحاسب والطب وغيرها فحتى عام 1950 لم يوجد سوى التلفاز الأبيض والأسود، وكانت هناك فقط عشرة حاسبات في العالم أجمع ولم تكن هناك هواتف نقالة أو ساعات رقمية أو الإنترنت، كل هذه الاختراعات يعود الفضل فيها إلى الشرائح الصغيرة التي أدى ازدياد الاقدام علي تصنيعها إلى انخفاض أسعارها بشكل سهل دخولها في تصنيع جميع الإلكترونيات الاستهلاكية التي تحيط بنا اليوم وخلال

السنوات القليلة الفائتة، برز إلى الأضواء مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وأصبح محط الاهتمام بشكل كبير، هذا المصطلح هو تقنية النانو.

هذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة، ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادي فهي وبكل بساطة ستمكننا من صنع أي شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل لا نتخيله وبأقل تكلفة ممكنة، فلنتخيل حاسبَات خارقة الأداء يمكن وضعها على رؤوس الأقلام والدبابيس، ولنتخيل أسطولاً من روبوتات النانو الطبية التي يمكن لنا حقنها في الدم أو ابتلاعها لتعالج الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية.

والنانو مجال العلوم التطبيقية والتقنية تغطي مجموعة واسعة من المواضيع لتوحد الموضوع الرئيسي والهدف هو السيطرة على أي أمر من حجم أصغر من الميكروميتر،وهو ميدان متعدد الاختصاصات العالية، مستفيدا من المجالات مثل علم صمغي الجهاز مدد الفيزياء والكيمياء وأصل كلمة النانو مشتق من الكلمة الاغريقية نانوس وهي كلمة إغريقية تعني القزم ويقصد بها، كل شيء صغير وهنا تعني تقنية المواد

المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أوتكنولوجيا المنمنمات وعلم النانو هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها الـ 100 نانو متر، فالنانو هو أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن ، ويبلغ طوله واحد من مليار من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم ، ويعرّف النانومتر بأنه جزء من المليار من المتر، وجزء من الألف من الميكرومتر ولتقريب هذا التعريف إلى الواقع فان قطر شعرة الرأس يساوي تقريبا 75000 نانومتر، كما أن حجم خلية الدم الحمراء يصل إلى 2000 نانومتر، ويعتبر عالم النانو الحد الفاصل بين عالم الذرات والجزيئات وبين عالم الماكرو.

لنتخيل شيئا في متناول أيدينا على سبيل المثال مكعب من الذهب طول ضلعه متر واحد ولنقطعه بأداة ما طولاً وعرضاً وارتفاعا سيكون لدينا ثمانية مكعبات طول ضلع الواحد منها 50 سنتيمتراً، وبمقارنة هذه المكعبات بالمكعب الأصلي نجد أنها ستحمل جميع خصائصه كاللون الأصفر اللامع والنعومة وجودة التوصيل ودرجة الانصهار وغيرها من الخصائص ماعدا القيمة النقدية بالطبع، ثم سنقوم بقطع واحد من هذه المكعبات إلى ثمانية مكعبات أخرى، وسيصبح طول ضلع الواحد منها 25 سنتيمتراً وستحمل نفس الخصائص بالطبع، وسنقوم بتكرار هذه

العملية عدة مرات وسيصغر المقياس في كل مرة من السنتيمتر إلى المليمتر وصولاً إلى الميكرومتر وبالاستعانة بمكبر مجهري وأداة قطع دقيقة سنجد أن الخواص ستبقى كما هي عليه وهذا واقع مجرب في الحياة العملية، فخصائص المادة على مقياس الميكرومتر فأكبر لا تعتمد على الحجم.

وعن التحديات التى تواجه النانو فبالعودة إلى موضوع الشرائح الصغيرة، قد يكون من المناسب أن نذكر القانونين التجريبين الذين وضعهما جوردون مور رئيس شركة إنتل العالمية ليصف بهما التغير المذهل في إلكترونيات الدوائر المتكاملة.

فقانون مور الأول ينص على أن المساحة اللازمة لوضع الترانزيستور في شريحة يتضاءل بحوالي النصف كل 18 شهراً هذا يعني أن المساحة التي كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل 15 سنة يمكنها أن تحمل حوالي 1.000 ترانزستور في أيامنا هذه.

قانون مور الثاني ويحمل أخباراً قد تكون غير مشجعة ؛ كنتيجة طبيعية للأول فهو يتنبأ بأن تكلفة بناء خطوط تصنيع الشرائح تتزايد بمقدار الضعف كل 36 شهراً.

إن مصنعي الشرائح قلقون بشأن ما سيحدث عندما تبدأ مصانعهم بتصنيع شرائح تحمل خصائصاً نانوية ليس بسبب ازدياد التكلفة الهائل فحسب، بل لأن خصائص المادة على مقياس النانو تتغير مع الحجم، ولا يوجد هناك سبب محدد يجعلنا نصدق أن الشرائح ستعمل كما هو مطلوب منها، إلا إذا تم اعتماد طرق جديدة ثورية لتصميم الشرائح المتكاملة في عام 2010 أصبحت جميع المبادئ الأساسية في صناعة الشرائح قابلة للتغيير وإعادة النظر فيها بمجرد أن نبدأ بالانتقال إلى الشرائح النانوية منذ أن وضع مور قانونيه التجريبيين، وإعادة تصميم وصناعة الشرائح لن تحتاج إلى التطوير فحسب ؛ بل ستحتاج إلى ثورة تتغير معها المفاهيم والتطلعات هذه المعضلات استرعت انتباه عدد من كبرى الشركات وجعلتهم يبدأون فى إعادة حساباتهم وتسابقهم لحجز موقع استراتيجي في مستقبل شرائح النانو.

مبادئ تميز تقنية النانو:

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول إلى هذا الحجم النانوي فقد يخطر على بال الإنسان ان يتسائل ما الفائدة من هذه التقنية ولماذا نحتاج إلى الوصول لهذا الحجم الدقيق وهو السؤال الذي طرحه

العالم الفيزيائي ريتشارد فاينمان وأجاب عنه العالم الفلسطيني منير نايفة ونعرض أهم هذه المبادئ والفائدة منها:

-إمكانية بناء أي مادة في الكون لأن الذرة هي وحدة البناء لكل المواد.

-إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها .

-اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من االختراعات والمجالات التطبيقية.

-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي تربط العلوم وتشجع الجميع باختالف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء واألحياء والهندسة الكهربية والاليكترونية.

-تصبح خصائص المواد والآلات أفضل، فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهالكاً اقة للط إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب تعتمد تقنية النانو على الأبحاث فتحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي .

خواص المواد النانوية:

يمكن القول أن المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1 نانومتر و100 نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد إلى أن تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجماً وتعد هذه المواد هي مواد البناء للقرن الحادي والعشرين وركن مهم من أركان تكنولوجيات هذا القرن وتتنوع المواد النانوية من حيث المصدر، وتختلف باختالف نسبها ، كأن تكون موادّ عضوية أو غير عضوية .

الخصائص الميكانيكية

تمتلك المواد النانوية نشاط كيميائي كبير بسبب الزيادة الكبيرة في مساحة السطح بالنسبة للحجم ووجود عدد كبير من الذرات على الأسطح الخارجية لهذه المواد فأصبحت تستخدم كمواد محفزة تعرف باسم nanocatalysts مؤلفة من حبيبات دقيقة بمقياس 011 نانومتر لقطر الحبيبة الواحدة وتستخدم هذه المحفزات في تحويل الغازات السامة والضارة إلى غازات غير ضارة لتلعب المواد النانوية دوراً أساسياً في الحد من تلوث البيئة كذلك استخدمت المواد النانوية المصنعة من

البلاتين في تصنيع خلايا الوقود وقد تصبح هذه الخلايا من أحد أهم مصادر الطاقة الجديدة .

وحالياً رأس الحفار الذى يقوم بالحفر فى باطن الأرض وكان يصنع من الماس يتم صناعتة حالياً من الكربون ، لأن له صلابة تفوق الماس، ومن هنا بدأ العالم يتجه لهذه الصناعات ويطلق عليها تقنية الفقراء.

الخصائص الضوئية

الذهب حينما نصل به لأحجام معينة فى الجزئيات يعطى ألوان مختلفة ، فمثلاً 5 نانو يكون أحمر ، 10 نانو يكون أخضر وهكذا ، فباختلاف حجم الجزئيات يختلف اللون.

درجة الانصهار

تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثال درجة انصهار الذهب هي 1064 هذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب درجة مئوية، فإن درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية.

الخواص المغناطيسية

تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا على المادة المصنوع منها المغناطيس، وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.

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 الاليكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية.

سبب اختلاف خواص الجسيمات النانوية :

1- حجم الجسيمات: إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم، إلا عندما يصل حجمها إلى مقياس النانومتر فإن خصائصها تتغير، مثال السليكون بالحجم الطبيعي يعتبرمادة معتمة لا تشع، أما عندما يكون بحجم 1 نانومتر يشع بالأزرق، وعندما يكون بحجم نانومتر يشع باللون الأحمر.

2-شكل الجسيمات: تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي يكون كروياً أو أنبوبياً أو سداسياً أو غيرها من الأشكال.

3- تركيب الجسيمات: أي ما نوع الذرات أو الجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها.

4- درجة التجمع: بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات أو الذرات فيها متباعدة، والبعض الآخر تكون جزيئاتها أو ذراتها متكتلة ملاصقة لبعضها البعض، واختلاف درجة تجمع الجزيئات من جسيم لآخر يسبب تغير الخصائص.

5- التوزيع: قد يكون توزيع الجزيئات أو الذرات داخل الجسيم منتظماً أو غير منتظم، وقد يكون مستقراً في المحلول فيشع المحلول كله أو غير مستقر، فمثال جزيئات السيلكون موزعة بانت لكن بعد تركها لعدة أيام يصبح توزيعها غير منتظم وتنزل للقاع فلا يعد المحلول يشع بالكامل.

6- الحصر الكمي: فبعض المواد تكون محصورة ببعدين فتكون حركة الإليكترونات فى اتجاه واحد، وبعض المواد تكون محصورة في بعد واحد فتكون حركة الإليكترونات في اتجاهين.

<u>أنواع المواد النانوية:</u>

1- ثاني أكسيد التيتانيوم .

2- أنابيب الكربون النانوية .

3- النانو سيليكا .

4- متعدد الكربوكسيلات .

5- نانو أكسيد الزركونيوم الرباعي

أشكال المواد النانوية:

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

1- النقاط الكمية

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح بعدة بين 2 و10 نانومتر، وهذا يقابل 50 -10 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.

2- الفولورين

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ورمز لها بالرمز C60، وقد اكتشف عام 1985 إن جزيء الفولورين كروي يشبه كرة القدم المنقطة ويحضر 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 كما اكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي والكروي.

- الكرات النانوية

من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادة C60 لكنها تختلف بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة، كما أنها خاوية المركز والكرات النانوية لا يوجد عنها قليلاً على سطحها فجوات وبسبب أن تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء البصلة ، وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى500 نانومتر أو أكثر.

- الجسيمات النانوية:

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.

عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي، اما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي، وعندما يكون ب 3 أبعاد تسمى النقط الكمية ولا بد هنا من الإشارة إلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإليكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية.

- الأنابيب النانوية :

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) وتتمتع هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والنقل الكهربائي، لكن أكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون ويتراوح قطر الأنبوب النانوي بين 1 نانومتر و100 نانومتر وطولها

يبلغ 100 ميكرومتر ليشكل سلك نانوي، للأنابيب النانوية عدة أشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية، أو مخروطية وغير ذلك.

-الألياف النانوية

لاقت هذه المواد اهتماماً كبيراً مؤخراً لأهميتها الصناعية وتتخذ عدة أشكال وتتميز بأن نسبة مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي، وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها، لكنها تعاني من صعوبة التحكم فى استمرارها واستقامتها وتراصفها.

-المركبات النانوية :

وهي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد.

الفيزياء النانويّة

الفيزياءُ علمٌ ضخمٌ وواسعٌ، لهُ مجالاتٌ وأقسامٌ عديدةٌ لا يمكنُ حصرَها في كتابٍ واحد وما يُعرَفُ بفيزياء النانو هو أحدُ تلكَ الأقسام فقد سمعْنَا

في الآونةِ الأخيرةً كثيراً عن كلمةِ النانو وعلم النانو تكنولوجي فما هو تعريفُ الفيزياءِ النانوية، وماذا تدرسُ؟ ولِمَ هي مهمةٌ إلى هذا الحدّ؟

ما الفرق بين تعريفُ النانو تكنولوجي والفيزياءُ النانوية؟

بمَ يختلفُ النانو تكنولوجي عن علم النانو؟

ماذا تدرسُ الفيزياءُ النانوية؟

يهتمُّ عِلْمُ الفيزياءِ النانويةِ بدراسةِ الخواصِّ البنيويّة، الإلكترونية البصرية، والحرارّية للأنظمةِ النَانَوية إضافةً إلى النقلِ الإلكتروني والحرارّة، القوى بينَ الأجسامِ النانوية، والانتقالات بين الحالةِ الكلاسيكية والكميَّة للمادة وتكمنُ أهميةُ الفيزياءِ النَانَوية في دورها الكبير في الصناعة فعلى الرُّغمِ من كون الفيزياءُ النَانَويةُ علماً حديثاً، إلّا أنّ له تطبيقاتٍ واسعةٍ في الطبِّ، الهندسةِ، والمجالات العسكريّة.

فقد أسهمَتِ الفيزياءُ النَانَويةُ، على سبيل المثال، في اختراع الزجاج الذاتيِّ التنظيف والجواربِ المضادةِ للبكتيريا أيضاً، ولقد مكّنَتِ الفيزياءُ النَانَويةُ الأطباءَ من توصيلِ جُرَعِ الدواءِ إلى الأماكنِ المطلوبةِ في الجسم بدقةٍ عالية.

علاوةً على ذلكَ، تلوحُ في الأفق الكثيرُ من المشاريع التي من المنتظر أنْ تُنجَزَ من قبلِ الفيزياء النّانوية كالطعامِ النّانوي، الذي سيجعلُ المعدةَ ممتلئةً بكميةٍ صغيرةٍ من الطعام، وبذلك يحدُّ من ظاهرةِ الأكلِ المُفرط وتحاولُ الفيزياءُ النّانويةُ حلَّ العديدِ من المشاكلِات التي تواجهُنَا في الحياةِ اليومية كمشكلةِ الاحتكاك.

الأهمية الاقتصادية لتقنية النانو

تتسارع عجلة التقدم التقني في العالم بشكل مذهل، بحيث تصعب الإحاطة بها ومتابعتها، حتى على مراكز البحوث الكبيرة والمتطورة فلقد اقتحمت تقنية النانو عالم التقنية قبل عشرين عاماً فقط، ومع ذلك فإن تطبيقاتها اتسعت وتوزعت واقتحمت القطاعات الطبية والصناعية وتقنية المعلومات وعلوم البيئة... إلخ ونظراً لأهمية هذه التقنية وفوائدها فقد بادرت كثير من دول العالم بإحداث ودعم برامج ومشاريع وطنية لأبحاث وتطبيقات تقنية النانو لأنّ تقنية النانو تستخدم مواد ذات أبعاد تقاس بالنانو متر، وهو يساوي 1 على بليون من المتر وهذه المواد عند هذا الحجم تمتلك خواص كيميائية وفيزيائية تجعلها أداة مفيدة لكثير من التطبيقات.

بَيْدَ أنّ هناك حقيقة يؤكدها توبي شيللي في كتابه عن تقنية النانو، حين يقول: نحن بحاجة إلى التأكد من أن فوائد تقنية النانو لم تقدم على المخاطر البيئية والصحية المحتملة، وإننا لا نبدأ سباقاً جديداً للتسلح، أو بإيجابية أكبر، يجب علينا المطالبة بألاّ تعود الفوائد التي نجنيها من النتائج المذهلة للبحوث العلمية التي قد تضيف أبعاداً جديدة إلى عالمنا، ألاّ تعود فقط إلى أولئك الأقل احتياجاً لها، بل إلى أولئك الأكثر احتياجاً لها.

إنّ السيطرة على التقنية هي مفتاح الثروة والقوة فالسيطرة على التقنية الجديدة تشكل بل تعيد تشكيل علاقات الثروة والقوة سواء أكان ذلك عبر الدول أم الشركات.

ونحن نستطيع معرفة وضع وحالة أي مجتمع أو قوته، بل وحتى موقعه الجغرافي عن طريق معرفة ما هو متاح للفرد أو المجتمع للوصول إلى التقنية ولكن ينبغي عدم الخلط بين ما هو متاح وبين تأثيرها.

فهناك ملايين من العمال يعملون في مصانع تجميع مكونات الحاسب في قارة آسيا، بيْدَ أنّ أيّ فرد منهم لم يمتلك حاسباً خاصاً به، غير أن ذلك لا يمنع من أنهم يتعرضون للتغيرات الاجتماعية والمخاطر الصحية التي جلبتها تلك المصانع.

لذلك فإنّ المطالبة بوضع قواعد للسيطرة على التطور التقني وتطبيقاته هي مطالب أساسية، فهي تتحدى حق الحكومات والشركات لتحديد أيّ تقنية قابلة للتطبيق، هل هي نعمة أم نقمة؟!. كما أنها تفرض كلفة إنتاج واستهلاك المنتجات الجديدة كما تفرض طرقاً جديدة في العمل، سواء كان ذلك يتمثل في أشكال جديدة من الملوثات أو مخاطر جديدة في العمل أو في المخاطر القابعة على أرفف محلات التموينات الغذائية ـ السوبر ماركت.

إنّ استغلال خصائص المواد عند مقياس النانو له تطبيقات مهمة في كل مناحي الحياة، من التطبيقات في المجال الطبي إلى المجال العسكري وفي عمليات التصنيع، وأيضاً في طلب المواد الخام، إلى جانب أنّ هناك مجالات كبيرة من التطبيقات لتقنية النانو. لذا، فإنّ الاستشراف المستقبلي للأهمية الاقتصادية لتقنية النانو يبدو عظيماً ومدهشاً.

إنّ تقنية النانو تمتلك قدرة كبيرة على شق طرق لجلب منافع ضخمة لفقراء العالم وللمستهلكين الأغنياء في شمال العالم أو المقتدرين منهم، في جنوبيه سواء بسواء.

غَيْرَ أنّ السؤال الذي يفرض نفسه هو: مَنْ الذي يقرّر أين تذهب أموال دعم البحوث، وما المنتجات أو العمليات التي يجب حظرها؟!.

لقد أوضح أحد المختصين أنّ هناك أكثر من 360 مركزاً بحثياً في تقنية النانو، وفقاً لإحصائيات 2005م، منها خمسة مراكز في مصر، وواحد في السعودية.

وأردف: بأنّ إيران هي الأولى في العالم الإسلامي في تقنية النانو، والثانية والثلاثون على مستوى العالم، وتخطط لأن تكون في المرتبة الخامسة عشرة عالمياً بحلول عام 2015م في حين تحتل إسرائيل المركز الثالث عشر على قائمة الدول المنفقة على أبحاث النانو ويبلغ عددها 42 دولة.

وتجدر الإشارة إلى أنّ عدد مراكز النانو في السعودية قد ارتفع خلال الثلاث سنوات الماضية إلى أربعة مراكز، يدعمها توجه حكومة خادم الحرمين الشريفين لاستغلال هذه التقنية بأقصى ما يمكن، وكان أول هذه المراكز هو المركز الذي أنشأته مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

ختاماً فلقد قيل إنّ الوعود التي قدمتها بعض استخدامات تقنية النانو هي من الضخامة بحيث تعادل ما قدمته التقنيات الجديدة في السابق، فهي سوف تعالج السرطان وتُطعم العالم!

<u>ميكانيكا النانو</u>

ميكانيكا النانو أو هي أحد فروع علم تقنية النانو والذي يهتم بدراسة الخصائص الميكانيكية من مرونة وحرارة وحركة للأنظمة الفيزيائية الطبيعية ذات مقاييس النانومتر وكان علم ميكانيكا النانو قد ظهر عند نقطة اجتماع كلٍ من علوم الميكانيكا الكلاسيكية، فيزياء الجوامد، ميكانيكا إحصائية، المواد، والكيمياء الكمومية. وباعتبارها أحد فروع علم تقانة النانو، توفر ميكانيكا النانو أساساً علمياً لتقانة الصغائر ومن ثم فإن علم ميكانيكا النانو يعد أحد فروع علوم النانو ويتعامل مع دراسة وتطبيق الخصائص الميكانيكية الأساسية للأنظمة الفيزيائية الطبيعية ذات الأبعاد النانومترية.

وغالباً ما يتم استعراض علم ميكانيكا النانو على أنه فرعاً من علوم تقنية النانو، وعلى سبيل التوضيح كمساحةٍ تطبيقيةٍ ذات تركيز على الخصائص الميكانيكية للهياكل النانوية المهندسة والأنظمة النانوية وهي تلك الأنظمة ذات مكونات نانوية القياس ومن أمثلة الأخيرة الجسيمات النانوية، مساحيق النانو، الأسلاك النانوية، قضبان النانو، روبوتات النانو، الأنابيب النانوية والتي منها الأنابيب النانوية الكربونية، وأنابيب نيتريد البورون النانوية؛ ومنها القشرة النانوية، الأغشية النانوية، طلاءات النانو/المواد نانوية التركيب، (السوائل أو الموائع المحتوية على جزيئات النانو المتفرقة)؛ محرك النانو...إلخ.

ومن أمثلة مجالات علم ميكانيكا النانو والتي تم تأسيسها جيداً كلٌ من: المواد النانوية، علم الاحتكاك النانوي بالإضافة إلى الأنظمة الإلكتروميكانيكية النانوية وكذلك علم الموائع النانوي وكأحد العلوم الأساسية، فقد قام علم ميكانيكا النانو على بعض المبادئ التجريبية (ملاحظاتٍ أساسيةٍ) ومنها: 1) مبادئ علم الميكانيكا العام؛ 2) المبادئ الخاصة النابعة من صغر الأحجام الفيزيائية الطبيعية للأغراض المخصصة للدراسة والبحث.

openkandl.com