

المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الصناعية في مجال تصميم المنتجات Materials developed by nanotechnology and their industrial applications in the field of product design

د / أحمد محمد صبري

المدرس بقسم التعليم الصناعي - شعبة الصناعات المعدنية - كلية التربية - جامعة حلوان

كلمات دالة Keywords:

المواد

Materials

تكنولوجيا النانو

nanotechnology

التطبيقات الصناعية

industrial

applications

تصميم المنتجات

product design

ملخص البحث Abstract:

تصغير أحجام ومقاييس المواد الى مستوى النانومتر ليس هدفا بحد ذاته بل هو وسيلة وفلسفة علمية وانقلاب نوعي وعلمي على كلاسيكيات وثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية ، بهدف انتاج أنواع مستحدثة من المواد ذات خواص مميزة تتناسب مع متطلبات التكنولوجيا المتقدمة تعرف باسم المواد النانوية . لذا فإنه من المهم دراسة تلك المواد المستحدثة التي توصلت لها تكنولوجيا النانو والتعرف على خواصها وامكاناتها وتطبيقاتها الصناعية بغرض الحصول على منتجات ذات خواص متطورة . **مشكلة البحث:** هل يمكن الاستفادة من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في مجال المنتجات ؟ ما هي الخصائص المستحدثة التي يمكن أن تضيفها تكنولوجيا النانو للمنتجات ؟ كيف يمكن توظيف المواد المستحدثة في صناعة منتجات متطورة ؟ هل تسهم المواد المستحدثة في صناعة منتجات ذات خصائص ومميزات مستحدثة ؟ **هدف البحث:** التعرف على المواد المستحدثة التي توصلت لها تكنولوجيا النانو ودراسة خصائص وامكانات المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو ، وفرص تطبيقها صناعيا على بعض المنتجات ، وكذلك التعرف على الخصائص المستحدثة التي يمكن أن تضيفها تكنولوجيا النانو للمنتجات إضافة الى الاستفادة من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في صناعة منتجات ذات خصائص متطورة . **منهج البحث:** استخدم المنهج الوصفي التحليلي : لوصف وتحليل موضوع ومشكلة وأهداف ونتائج البحث . **نتائج البحث:** تصغير حجم وأبعاد الحبيبات المكونة لبنية أي مادة ليس هدفا أو غاية في حد ذاته بل هو وسيلة وسبيل لتحسين الخواص المختلفة للمواد وإنتاج مواد جديدة ومستحدثة . المطاط المعدني مادة مستحدثة تجمع بين مرونة المطاط وقوة المعدن حيث تجمع بين الخصائص التوصيلية للمعدن وقابلية المطاط للتشكل . أن هناك إمكانية واضحة لإستخدام المطاط المعدني في صناعة العديد من المنتجات المتطورة التي تتميز بالخصائص المستحدثة مثل خفة الوزن والقابلية للطي ومقاومة الكسر والتحطم وكذلك فإن الهيكل البلاستيكي الثلاثي الأبعاد مادة مستحدثة يمكن إستخدامها لإنشاء أشكال وهياكل مختلفة قابلة للطي والبرمجة وإعادة البرمجة ، كما يمكن تغيير شكل وحجم وصلابة تلك الهياكل .

Paper received 10th January 2020 Accepted 15th April 2020, Published 1st of July 2020

مشكلة البحث : problem Research

- 1- ما هي المواد المستحدثة التي توصلت لها تكنولوجيا النانو .
- 2- ما هي خصائص وامكانات المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو .
- 3- هل يمكن الاستفادة من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في مجال المنتجات .
- 4- ما هي الخصائص المستحدثة التي يمكن أن تضيفها تكنولوجيا النانو للمنتجات .
- 5- كيف يمكن توظيف المواد المستحدثة في صناعة منتجات متطورة .
- 6- هل تسهم المواد المستحدثة في صناعة منتجات ذات خصائص ومميزات مستحدثة .

هدف البحث Objectives :

- 1- التعرف على المواد المستحدثة التي توصلت لها تكنولوجيا النانو .
- 2- دراسة خصائص وامكانات المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو ، وفرص تطبيقها صناعيا على بعض المنتجات .
- 3- التعرف على الخصائص المستحدثة التي يمكن أن تضيفها تكنولوجيا النانو للمنتجات .
- 4- الاستفادة من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في صناعة منتجات ذات خصائص متطورة .

أهمية البحث Significance :

تكمن أهمية البحث في محاولته التعرف على تكنولوجيا النانو وما توصلت له من مواد مستحدثة ، وكذلك دراسة خصائص وامكانات تلك المواد وفرص تطبيقها صناعيا في بعض المنتجات لاكسابها خصائص وامكانات مميزة ومتطورة .

حدود البحث Delimitations :

أ- مجال البحث : تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الصناعية في

مقدمة Introduction:

لقد وهب الله للإنسان التفكير الإبداعي الذي مكنه من التدخل للسيطرة على البنية الداخلية للمادة وإعادة صياغتها وتعديل عناصرها ، وذلك عن طريق إضافة ذرات من عناصر أخرى إليها أو إقصاء ذرات قد تكون متصلة داخل هيكلها أو إعادة ترتيب ذراتها .

وقد أدرك الإنسان منذ تلك اللحظة أهمية الدور الذي يحدثه ذلك التدخل في تحسين صفات المادة وتغيير خواصها وإيجاد آفاق تطبيقية جديدة ومبتكرة لها ، وتعد المادة المعول الرئيسي والأول في بناء الحضارة البشرية لذا فهي تحتل المساحة الأضخم في البرامج البحثية والتجريبية للعلماء منذ أن فكر الإنسان في استخدام الأحجار والصخور التي أن توصلت الى المواد النانوية .

وربما لم تحظى أي تكنولوجيا سابقة بأهتمام وترقب كمثل الذي حظيت به تكنولوجيا النانو Nanotechnology التي تعد وبحق تكنولوجيا القرن الحادي والعشرين ، والمفتاح السحري للتقدم والأنماء الاقتصادي المبني على العلم والمعرفة ، وانطلاقا من هذا المفهوم فإن تطبيقات تكنولوجيا النانو لم تقتصر على فرع واحد من أفرع العلوم بل تمتد لتشمل جميع الأفرع والتطبيقات العلمية . ويجدر بالذكر أن تصغير أحجام ومقاييس المواد الى مستوى النانومتر ليس هدفا بحد ذاته بل هو وسيلة وفلسفة علمية وانقلاب نوعي وعلمي على كلاسيكيات وثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية ، بهدف انتاج أنواع مستحدثة من المواد ذات خواص مميزة تتناسب مع متطلبات التكنولوجيا المتقدمة تعرف باسم المواد النانوية .

لذا يرى الباحث أن من الأهمية بمكان دراسة تلك المواد المستحدثة التي توصلت لها تكنولوجيا النانو والتعرف على خواصها وامكاناتها وتطبيقاتها الصناعية بغرض الحصول على منتجات ذات خواص متطورة .

ومما سبق تظهر العديد من التساؤلات التي يمكن أن يجيب عنها البحث والتي تمثل مشكلة البحث وهي :-

يقصد بها طريقة التعامل مع المادة عند مقياس النانومتر ، واستكشاف خواصها وظواهرها وتفكيكها والتحكم في بنيتها الداخلية بإعادة ترتيب ذراتها وجزئياتها لإستنباط وبناء مواد جديدة ومستحدثة ذات مواصفات وخصائص وإمكانات تفوق المادة الأصلية .

يمكن تعريفها بأنها " تلك التكنولوجيا المتقدمة القائمة على فهم ودراسة علم النانو والعلوم الأساسية الأخرى بهدف تخليق مواد نانوية " Leydecker, , 2008.

ويرجع إهتمام العالم بتكنولوجيا النانو إلى أنها الأمل نحو التطور التكنولوجي في مختلف مجالات الحياة فهي تهتم بدراسة المواد عند مستوى ذرى وجزئى لا يتعدى 100 نانومتر ، وتهتم أيضا بتصنيف الجزئيات والذرات ودراسة خصائصها المميزة ، وكذلك دراسة الظواهر المرتبطة عند تصغير حجمها .

ولذلك تعتبر تكنولوجيا النانو هي تكنولوجيا القرن الحادى والعشرين فهي تكشف أسرار جزئيات المواد وتفاعلاتها وسبب إمتلاكها لخصائص ومواصفات مختلفة عن المادة الأصلية .

4- التطور التاريخي لتكنولوجيا النانو منى صبح 2018 :
ليس معروفا بدقة بداية استخدام الإنسان للمواد فى حجم النانو ، لكن من المعلوم أنها استخدمت قديما لصناعة الزجاج فى الحضارة الاغريقية والصينية ، ويدل على ذلك الكأس الاغريقي الشهير الموجود فى المتحف البريطانى والذى ينتمى للقرن الرابع الميلادى ، والذى يمثل أحد أقدم تطبيقات تقنية النانو فى مجال المنتجات حيث يتغير لونه من الأخضر إلى الأحمر تبعا لزاوية سقوط الضوء عليه واستخدم فى صناعته جسيمات نانو من الذهب والفضة تم خلطها بالزجاج شكل (1) ، كما استخدمت أيضا فى الحضارة العربية الاسلامية حيث كانت السيوف الدمشقية المعروفة بالمائة يدخل فى تركيبها مواد نانوية تعطىها القوة والصلابة شكل (2) .



شكل رقم (2) السيف الدمشقي

وإنتاج مواد مستحدثة لم تكن معروفة من قبل .
وفى عام 1986 قام عالم الرياضيات "ايرك دريكسلير" بتأليف كتابا أسماه محركات التكوين ذكر فيه مبادئ وأليات تكنولوجيا النانو وماهى مخاطرها المتوقعة ، وفى عام 1991 تم اكتشاف أنابيب النانو كربون وهى عبارة عن إسطوانات من الكربون قطرها عدة نانومترات وتتميز بخصائص إلكترونية وميكانيكية حديثة مما جعلها تدخل فى صناعة مواد وأجهزة نانومترية .
وفى عام 1992 استطاع الفيزيائى الفلسطينى "منير نايفة" التحكم بدقة فى الذرات بتحريكها وإعادة ترتيبها كما يشاء بالإضافة إلى تصويرها مكبرة ، وفى عام 2003 كتشفت العديد من المعلومات والأسرار التقنية وتم التحكم بقدر أكبر فى خصائص المواد ، وفى عام 2004 بدأت مرحلة الإستخدامات الصناعية لتقنية النانو واستخدمت فى مجالات عديدة كالتب والهندسة وغيرها .

5- مبادئ تكنولوجيا النانو ومميزاتها 2013 , Asmatulu :-

الميزة	المبدأ
إمكانية بناء مواد جديدة ومستحدثة لأن الذرة هي وحدة بناء المادة .	إمكانية التحكم فى البنية الداخلية للمادة بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها.
إكتشاف خصائص جديدة ومميزة للمواد يؤدي إلى الكثير من الاختراعات فى المجالات التطبيقية المختلفة.	تختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو عن خصائصها وهى فى الحجم الطبيعي

مجال المنتجات .
ب- **المواد المستحدثة:** المطاط المعدنى - الهيكل البلاستيكى ثلاثى الأبعاد _ الجرافين

فروض البحث Hypothesis :

- 1- يمكن التعرف على المواد المستحدثة التى توصلت لها تكنولوجيا النانو ودراسة خصائصها وإمكاناتها
- 2- يمكن الاستفادة من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو فى مجال المنتجات .
- 3- يمكن توظيف المواد المستحدثة فى صناعة منتجات متطورة .
- 4- تسهم المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو فى صناعة منتجات ذات خصائص ومميزات حديثة .

منهج البحث Methodology :

المنهج الوصفى التحليلي : لوصف وتحليل موضوع ومشكلة وأهداف ونتائج البحث .

1- النانو: Nano

"كلمة Nano مشتقة من كلمة Nanos باللغة اليونانية القديمة وتعنى القزم أو الشيء المتناهي الصغر ، والنانو جزءا من المليار من المتر أو جزءا من المليون من المليمتر أما النانومتر فهو وحدة قياس طولية تستخدم فى قياس أبعاد الذرة ويرمز لها بالرمز "NM" Leydecker, , 2008، ويعتبر مستوى القياس النانومتري هو أساس تكنولوجيا النانو .

2- علم النانو: Nanoscience

يقصد به "ذلك العلم الذى يعنى بدراسة وتوصيف المواد فى حجم النانو وتحديد صفاتها وخواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية ودراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير أحجامها" جمال عبد الحميد 2014.

3- تكنولوجيا النانو: Technology Nano



شكل رقم (1) كأس الملك الاغريقي لايكورجوس

وفى عام 1711 استخدمت تقنية النانو بدون أن يدرك الصانعون أهميتها حيث كانوا يدهنون الأخشاب بدهانات تحتوى على جسيمات نانومترية من الذهب كشكل من أشكال المعالجات السطحية للخشب .

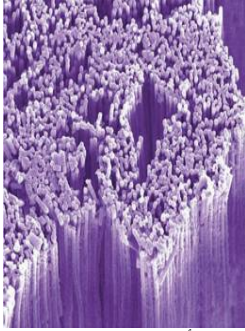
وفى عام 1867 عرض الفيزيائى "جميس ماكسويل" فكرة مستقبلية عن إمكانية التحكم فى تحريك الذرات والجزئيات ، وفى عام 1959 ألقى العالم الفيزيائى "ريتشارد فينمان" محاضرة ناقش فيها ماذا يمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم فى الذرة وإعادة ترتيبها كما يشاءون ، وفى عام 1974 أطلق مصطلح النانو تكنولوجى لأول مرة وذلك ضمن بحث قدم لجامعة طوكيو .

وفى عام 1976 استحدث الفيزيائى الفلسطينى "منير نايفة" طريقة ليزارية لكشف الذرات المنفردة وقياسها بدقة ليوضح خصائصها وهويتها لأول مرة فى تاريخ العلم ، وفى عام 1981 تمكن العلماء من التعامل المباشر مع الذرات والجزئيات وتصويرها لأول مرة فى التاريخ وتحريكها عن مواضعها لبناء تراكيب جديدة للمادة

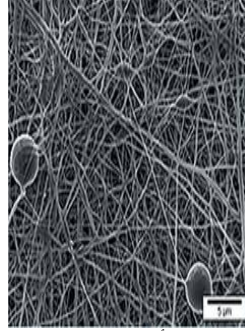
ترتبط بين العلوم والتخصصات العلمية المختلفة وتشجع الجميع على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم .	تعتمد على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربائية والالكترونية .
تصبح خصائص المواد والألات أفضل ، فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهلاكاً للطاقة .	إمكانية التحكم في ذرات المواد والألات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب .
تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي ملموس .	تعتمد على الأبحاث العلمية القابلة للتطبيق في صورة إختراعات وإستخدامات مفيدة .

أو غير عضوية أو مواد طبيعية أو مخاّقة وتدع جميع أنواع المواد والعناصر التقليدية المعروفة مثل العناصر الفلزية وسبائكها وأشباه الموصلات والأكاسيد والمعادن والبوليمرات بمنزلة المواد الأولية التي تعتمد عليها تكنولوجيا النانو في تحضير وإنتاج المواد النانوية.

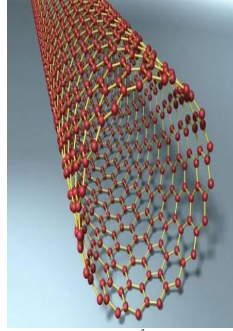
هذا وتختلف أشكال المواد النانوية باختلاف طريقة تحضيرها فيمكن أن تكون على شكل كرات أو أنابيب أو ألياف أو أسلاك أو رقائق شكل (3) .



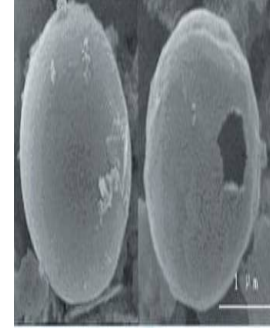
أسلاك



أنابيب



أنابيب



كرات

شكل رقم (3) أشكال المواد النانوية

6- المواد النانوية Nanomaterials :

يمكن تعريف المواد النانوية بأنها "جيل متطور من المواد المتقدمة تتراوح مقاييس أبعادها أو أحد أبعادها ما بين 1 : 100 نانومتر" ، ويؤدى صغر أحجام ومقاييس تلك المواد الى أنها تسلك سلوكا مغايرا للمواد التقليدية كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها على 100 نانومتر ، وتتوافر بها صفات وخصائص شديدة التمييز لا توجد في المواد التقليدية .

وتتنوع المواد النانوية من ناحية المصدر كأن تكون مواد عضوية

6-2- خواص المواد النانوية Jones, 2004 :

أ- الخواص الميكانيكية :

تأتي الخواص الميكانيكية للمادة على رأس الخواص المستفيدة من صغر حجم الحبيبات ووجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أسطحها الخارجية ، فمثلا ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لإجهادات الأحمال الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها .

ب- الخواص البصرية :

تختلف المواد النانوية في خواصها البصرية عن نظائرها من المواد التقليدية كبيرة الحجم ، حيث يمتد تأثير حجم الحبيبات إلى الخواص البصرية للمادة ومنها التشتت أو التفسير الضوئي لسطح المادة فعلى سبيل المثال فإن اللون المعروف لحبيبات الذهب النقي التي تزيد أقطارها عن 200 نانومتر هو اللون الذهبي الأصفر ، لكن إذا ما تم تصغير هذه الحبيبات إلى أقل من 20 نانومتر فإنها تكون عديمة اللون (شفافة) ، ومع زيادة تصغير الحبيبات تظهر بألوان مختلفة من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر وذلك وفقا لمقاييس أبعاد أقطارها ، ويعد مجال الإلكترونيات والبصريات أحد أهم المجالات التطبيقية الخاصة بالمواد النانوية ، حيث تستخدم هذه المواد في صناعة الشاشات عالية الدقة وفائقة التباين ونقاء الألوان مثل شاشات التلفاز وأجهزة الكمبيوتر الحديثة .

ج- الخواص المغناطيسية :

تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كبيرا على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها ، فكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية كلما زادت قوة المغناطيس وشدته .

د- الخواص الكهربائية :

صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجابياً على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرتها على توصيل التيار الكهربائي .

هـ- الخواص الكيميائية :

1-6- تصنيف المواد النانوية :-

يمكن تصنيف المواد النانوية على أساس أبعادها الى محمد الأسكندراني 2010 :-

أ- مواد نانوية أحادية الأبعاد :

هي المواد التي يقل مقياس أحد أبعادها عن 100 نانومتر (أي التي لها بعد نانوي واحد فقط) ، ومن أمثلتها الأغشية الرقيقة التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية بغرض حمايتها من التآكل أو الصدأ ، والأفلام رقيقة السمك المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث والتلف ، كذلك أشباه الموصلات المختلفة مثل رقائق السيليكون المستخدمة في صناعة الخلايا الشمسية .

ب- مواد نانوية ثنائية الأبعاد :

هي المواد التي يقل مقياس بعدين من أبعادها عن 100 نانومتر (أي التي لها بعدين في قياس النانومتر) ومن أمثلتها أنابيب الكربون النانوية والألياف والأسلاك النانوية ، ومن المتوقع استخدام الأنابيب والأسلاك النانوية في تصنيع مكونات الخلايا الشمسية وأجهزة الاستشعار والشرائح والأجهزة الإلكترونية الدقيقة .

ج- مواد نانوية ثلاثية الأبعاد :

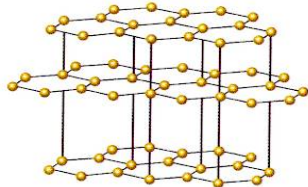
يقصد بها المواد التي لها ثلاثة أبعاد نانوية ، ومن أمثلتها الحبيبات النانوية ومساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة ، ومن الجدير بالذكر أن هذه الفئة من المواد النانوية ثلاثية الأبعاد سواء كانت على هيئة حبيبات أم مساحيق فائقة النعومة تنصدر قائمة الإنتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام وذلك نظرا لتعدد استخداماتها في المجالات والتطبيقات التكنولوجية الحديثة ، فعلى سبيل المثال تتوافر الآن في الأسواق مساحيق حبيبات نانوية لأكاسيد الفلزات ذات أهمية اقتصادية كبرى حيث تدخل أكاسيد الفلزات مثل أكسيد السيليكون وأكسيد الألومنيوم وأكاسيد التيتانيوم وكذلك أكاسيد الحديد في صناعة الإلكترونيات و مواد البناء والدهانات والطلاءات وصناعة الأدوية والأجهزة الطبية الحديثة لتحل بذلك محل المواد التقليدية ولتسهم في رفع كفاءة وجودة المنتجات .

ولقد أثبت العلم قديما وجود علاقة مباشرة تربط بين بنية المادة وخواصها سواء كانت هذه الخواص كيميائية أو فيزيائية أو ميكانيكية أو غيرها ، حيث تعتمد هذه الخواص على تركيب البنية الداخلية للمادة وعدد ذراتها وأماكن وجودها وشكل شبكتها البلورية.

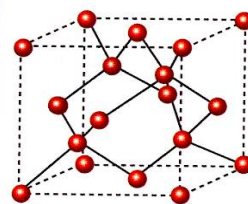
أما اليوم فإن العلم لا يكتفي بدراسة تلك العلاقة التي تربط بين بنية المادة وخواصها وإنما يتطرق لدراسة تأثير صغر الحبيبات المكونة للمادة على الخواص المختلفة لها وإيجاد التفسيرات والتبريرات العلمية لها ، حيث أنتقل العلم بنا الى مرحلة جديدة ومهمة وهي القدرة على إنتاج وتصنيع مواد نانوية مستحدثة يتم توظيفها في كل المجالات العلمية التطبيقية وهو بذلك يفتح آفاقا جديدة في العلوم والتكنولوجيا ، وكما سبق أن أشرنا فإن تصغير حجم وأبعاد الحبيبات المكونة لبنية أي مادة ليس هدفا أو غاية في حد ذاته بل هو وسيلة وسبيل لتحسين الخواص المختلفة للمواد وإنتاج مواد جديدة ومستحدثة .

ويعتمد العلماء على تكنولوجيا النانو لإنتاج تلك المواد المستحدثة ذات الخصائص المبتكرة التي لم تكن موجودة من قبل ، وتعتمد تكنولوجيا النانو على قاعدتين أساسيتين الأولى هي تحسين خواص المواد فمثلا مادة البورسلين هي مادة هشة ويرجع السبب في ذلك أن الفراغ الموجود بين جزيئاتها المكونه من الرمل كبير نسبيا مما يقلل من تماسكها ، وعن طريق تكنولوجيا النانو يمكن إعادة ترتيب تلك المكونات بصورة متماسكة جدا لكي تنتج بورسلين أقوى من الحديد يمكن إستعماله في أغراض البناء أو في صناعة السيارات أو غيرها .

أما القاعدة الثانية فهي أن خصائص المادة قد تتغير تماما عندما تتجزأ إلى جزيئات متناهية في الصغر ، وهي بذلك تعتمد على إعادة ترتيب الجزيئات والذرات والسيطرة عليها ، ومثالا على ذلك الألماس والفحم (الجرافيت) فكلاهما يتكون من سلسلة مترابطة من ذرات الكربون ولكن بترتيب هندسي معين يختلف في المادتين شكل (4)



تركيب الجرافيت



تركيب الألماس

شكل رقم (4) التركيب الذري للألماس والفحم (الجرافيت)

ومستحدثة لم يكن للإنسان أن يصل إليها بالتقنيات التقليدية ، فمبدأ تغيير خواص المادة في هذه التكنولوجيا الجديدة يمكن أن يطبق على أي مادة مهما كانت ، وهي بذلك تفتح الأبواب على مصراعها لإحداث ثورات علمية وصناعية في كافة المجالات .

1-7- ويوجد العديد من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو نذكر منها :-

أ- في مجال مواد البناء : الخرسانة النانوية – الخرسانة المنقوية للهواء - الخرسانة الشفافة شكل (5)



شكل رقم (5) الخرسانة الشفافة واستخدامها في أعمال البناء

إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة ولها نفس الحجم فإن تفاعلها يزداد .

و- درجة الانصهار:

تتأثر قيم درجة حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها ، فمثلا الذهب ينصهر عند 1064 درجة مئوية فإذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية .

ز- مساحة السطح:

تتميز المواد النانوية بأن لها مساحة سطح أكبر بالمقارن بنفس الكتلة من المادة في الحجم الأكبر ويرجع ذلك الى أنه عندما يتم تصغير الجسيمات المكونة للمادة فإن نسبة كبيرة من ذراتها تتواجد على السطح بالمقارنة بتلك التي في الداخل ، فمثلا الجسيمات التي حجمها 30 نانومتر تتواجد 5% فقط من ذراتها على السطح ، بينما الجسيمات ذات حجم 10 نانومتر تتواجد 20% من ذراتها على السطح ، أما الجسيمات ذات حجم 3 نانومتر فتتواجد 50% من ذراتها على السطح ، وبما أن التفاعلات الكيميائية تحدث عند السطح فإن المواد النانوية تصبح أكثر نشاطا من مثيلاتها في الحجم الأكبر، وفي بعض الأحيان تصبح المواد الخاملة نشطة كيميائيا عندما تنتج في الحجم النانوي .

7- المواد النانوية المستحدثة :-

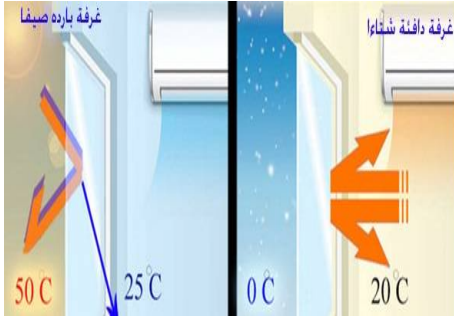
إن مؤشرات التنمية الاقتصادية والتقدم التكنولوجي في أي دولة لا ترتبط بالنمط الاستهلاكي للمنتجات والمواد وإنما ترتبط بالمقام الأكبر بمدى تقدم الدولة في إنتاج وتصنيع المواد والمنتجات ومدى ثقة المستهلك في تلك المنتجات ، وهذا بالطبع لا يتأتى من فراغ بل يعتمد على مدى مهارة الدول في وضع خطط بحثية مبتكرة وتفعيل سياسات الربط بين البحث العلمي والقطاعات الصناعية ، بحيث تتمكن الدولة من توظيف الإمكانات الإبداعية والإبتكارية لأبنائها وتوجيهها نحو إبتكار تكنولوجيات حديثة ومتطورة تعمل على تميز وتقدم منتجاتها الصناعية .

ومن خلال تكنولوجيا النانو يمكن إعادة ترتيب ذرات الكربون الموجودة في الفحم لتتكون بنفس الشكل الهندسي الذي تتراس به ذرات الماس ، وبذلك يمكن تحويل الفحم إلى الماس .

ويتم ذلك بإستخدام إنسان آلي "روبوت" متناهي في الصغر لا يزيد حجمه عن الفيروس ولا يرى بالعين المجردة حيث يمكّن هذا الروبوت الصغير بالذرة أو الجزيء بحيث يستطيع تفكيك أي مادة إلى مكوناتها الأصغر ويتحكم الإنسان في هذا الروبوت عن طريق حواسب آلية دقيقة ، ولا تقف إمكانيات هذا الروبوت عند هذا الحد بل يمكنه أيضا أن يعيد ترتيب ذرات المادة لإنتاج مواد جديدة



الشفافية - الزجاج ذاتي التنظيف شكل (6) - الزجاج العازل للحرارة شكل (7)



شكل رقم (7) الزجاج العازل للحرارة

المنسوجات المقاومة للاحتراق شكل (9) - امتصاص الرطوبة - مقاومة الأشعة فوق البنفسجية



شكل رقم (9) المنسوجات المقاومة للاحتراق

للخدش والتشير - مقاومة التآكل - مضادة للضباب - مضادة للكثافة - مضادة للحريق

ب- في مجال صناعة الزجاج : الزجاج الغير قابل للكسر - الزجاج العاكس للأشعة فوق البنفسجية - الزجاج المتغير



شكل رقم (6) الزجاج ذاتي التنظيف

ج- في مجال صناعة المنسوجات : المنسوجات المقاومة للبكتريا والفطريات - المنسوجات ذاتية التنظيف شكل (8)



شكل رقم (8) المنسوجات ذاتية التنظيف

في مجال الدهانات والطلاءات : الطلاءات ذاتية التنظيف - الطلاءات العازلة للحرارة شكل (10) الدهانات المقاومة



شكل رقم (10) تأثير الطلاءات العازلة للحرارة

وهي عبارة عن مادة جرى ترتيب جزيئاتها باستخدام إحدى تقنيات النانو التي تسمى «التجميع الذاتي المستقر» للوصول إلى مادة جديدة تتميز بخواص الناقلية والممانعة التي تتمتع بها المعادن وخواص المطواعية والمرونة التي تتصف بها اللدائن ، وبالرغم من أن تشكيل بضع مليترات فقط من هذه المادة يستغرق يوماً كاملاً إلا أن التطبيقات المذهلة لهذه المادة قد تجعلها سمة لعصر جديد يدعى بعصر المطاط المعدني يلي عصرنا الحالي المعروف بعصر البلاستيك .

1-1-1-7 تطبيقات المطاط المعدني :-

كما ذكر سابقاً فإن هذه المادة تجمع بين خصائص المعدن والمطاط في أن واحد ، وهذا مكن العلماء من إستخدامها في صناعة العديد من المنتجات المتطورة التي تتميز بالخصائص المستحدثة مثل خفة الوزن والقابلية للطي ومقاومة الكسر والتحطم شكل (12:19) وكذلك صناعة الأظرف الصناعية والروبوتات عالية الكفاءة"

Dani 2009

إن هذه المادة تفتح أبواباً واسعة لتطبيقات أخرى مذهلة حتى أن وكالة الفضاء الأمريكية ناسا قد بدأت بالعمل مع شركة نانوسونيك لإستكشاف سبل إستخدام المطاط المعدني في مجال الفضاء .



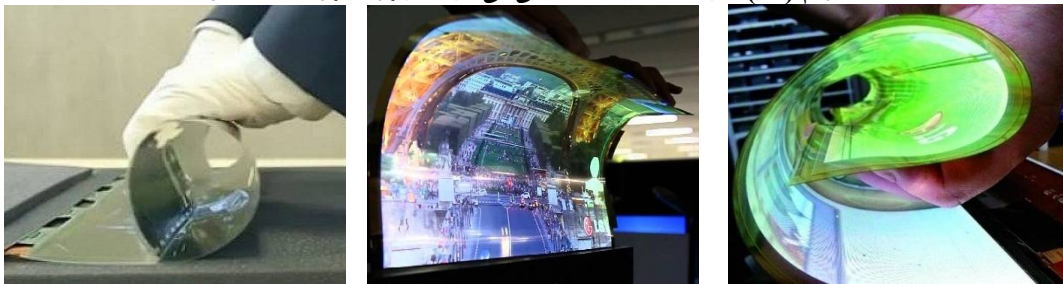
شكل رقم (11) المطاط المعدني



شكل رقم (12) تطبيقات المطاط المعدني في مجال أجهزة الكمبيوتر



شكل رقم (13) تطبيقات المطاط المعدني في مجال أجهزة الهواتف المحمولة



شكل رقم (14) تطبيقات المطاط المعدني في مجال شاشات التلفاز



شكل رقم (15) براد قابل للطي أحد تطبيقات المطاط المعدني في مجال الأدوات المنزلية



شكل رقم (16) مصفاة قابله للطي أحد تطبيقات المطاط المعدني في مجال الأدوات المنزلية



شكل رقم (17) تطبيقات المطاط المعدني في مجال وحدات الاضاءة الداخلية



شكل رقم (18) استخدام المطاط المعدني في مجال النظارات الطبية والشمسية

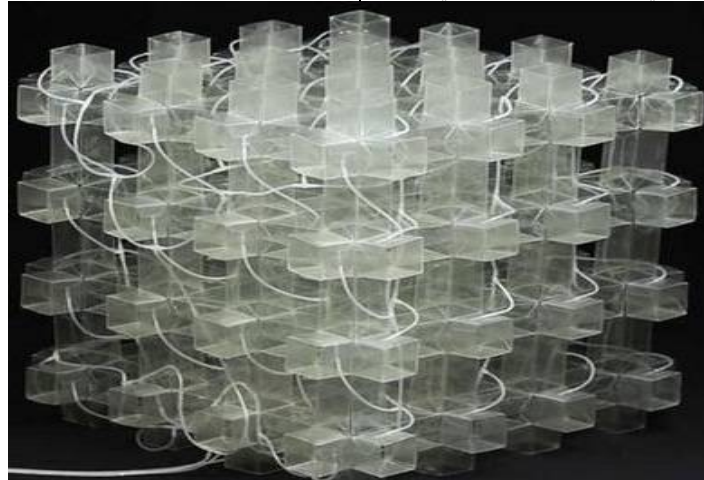


شكل رقم (19) استخدام المطاط المعدني في صناعة زجاجات المياه الرياضية

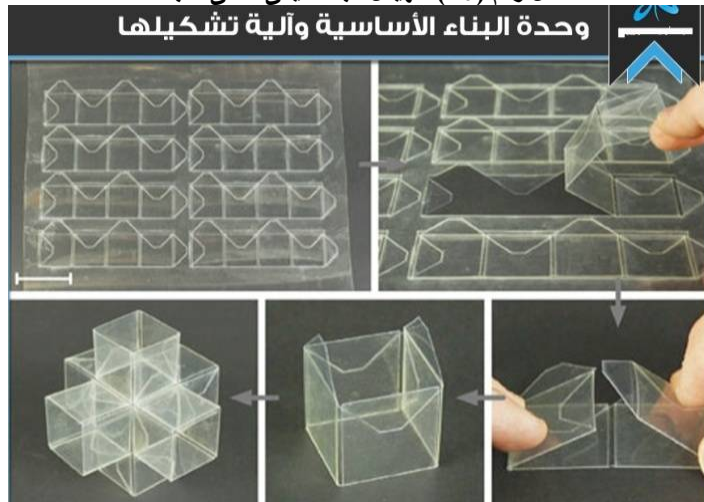
الأبعاد مكون من 64 مكعبا بلاستيكا كل مكعب له 24 وجها مربعا و36 ضلعا شكل (20) ، بحيث تمكن هذه الضلوع من طي الهيكل وتشكيله فيما يشبه فن الأوريغامي (فن ياباني يعني طي الورق) Wolfgang 2014 شكل (21) ، (22) .

2-1-7- الهيكل البلاستيكي ثلاثي الأبعاد :-

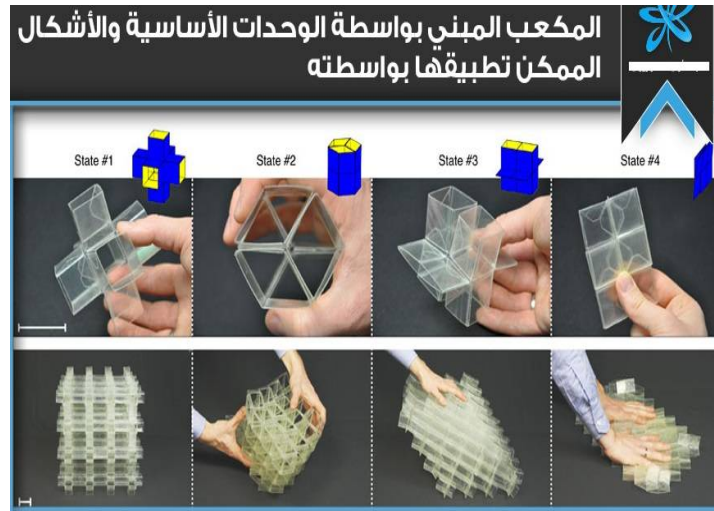
"تمكن فريق من علماء جامعة هارفرد الأمريكية من إستحداث مادة نانوية متطورة تتسم بأن خصائصها تعتمد على كيفية هيكلة المادة لا على تركيبها الكيميائي ، وهي عبارة عن هيكل ثلاثي



شكل رقم (20) الهيكل البلاستيكي ثلاثي الأبعاد



شكل رقم (21) وحدة بناء الهيكل الثلاثي الأبعاد وطريقة تشكيلها



شكل رقم (22) الأشكال الممكن تطبيقها بواسطة الهيكل الثلاثي الأبعاد

إستخدامها لإنشاء أشكال وهياكل مختلفة قابلة للطي والبرمجة وإعادة البرمجة كما يمكن تغيير شكل وحجم وصلابة تلك الهياكل" (23) شكل Dani 2009

1-2-1-7- تطبيقات الهيكل البلاستيكي الثلاثي الأبعاد :-
"يقول" يوهانيس أوفيرفيلدية" كبير الباحثين في فريق العمل "
تمكنا من توظيف مادة نانوية مستحدثة في شكل هيكل ثلاثي الأبعاد
ذا جدران بلاستيكية رقيقة تتميز بالمرونة الكبيرة ويمكن



شكل رقم (23) بعض تطبيقات الهيكل البلاستيكي الثلاثي الأبعاد في مجال وحدات الإضاءة

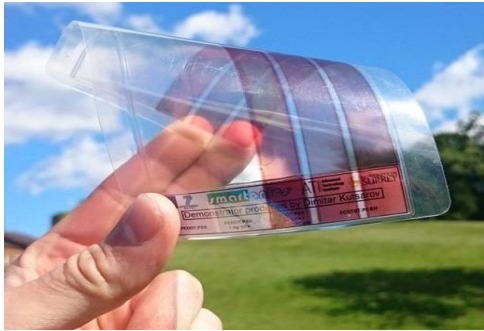
- بحجم ملعب كرة القدم .
- ج- أقوى بمئتي مرة من الفولاذ وأصلد من الماس .
- د- يعتبر أخف وأقوى مادة معروفة الآن على وجه الأرض .
- هـ- شفاف ولكن يمكنه امتصاص الضوء .
- و- غير قابل للاختراق من الغازات أو السوائل بإستثناء الماء .
- ز- أفضل موصل للحرارة والكهرباء على وجه الأرض .
- ح- مرن وقابل للانحناء .
- ط- لا ينكسر" Wolfgang 2014

- 3-1-7- الجرافين :-
"اكتشف عام 2004 ومنذ ذلك الحين قامت الشركات والمختبرات
بالآلاف الأبحاث للتعرف على خصائصه وإمكاناته ويقول عنه
العلماء أنه مادة المستقبل ، وهو عبارة عن طبقة واحدة من ذرات
الكربون (الجرافيت) مترابطة في شكل سداسي يشبه خلية النحل
شكل (24) ، وهو أول مادة ثنائية الأبعاد مما يعطيه مميزات
وخصائص غير إعتيادية يمكن أن نوجزها في الآتي :
أ- رقيق السمك بحيث يعادل سمكه ذرة واحدة فقط
شكل (25) .
ب- خفيف جداً بحيث يمكن الأمسك بورقة من الجرافين



شكل رقم (25) يوضح رقة سمك الجرافين وقابليته للأنحاء

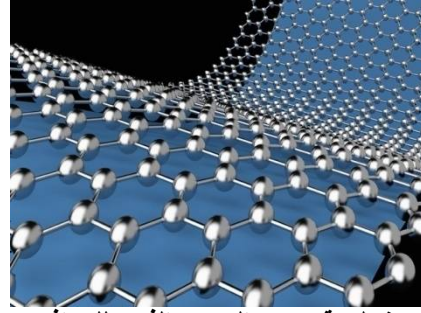
اللاصق مما يجعلها أكثر المواد المصنعة كلفة على سطح الأرض. ويعكف العلماء في معهد الجرافين الوطني في بريطانيا على إستكشاف هذه المادة لإستخدامها في مجال الطب لتشخيص بعض الأمراض ، كما يبحثون أيضاً في إمكانية إستخدامها في صناعة المنتجات المختلفة مثل شاشات التلفاز والكمبيوتر والبطاريات والخلايا الشمسية شكل (26) ، (27) والترانزستور الذي يعتبر وحدة البناء الرئيسية لأغلب الأجهزة الإلكترونية الحديثة ، ويتوقع العلماء أنها ستنهي دور وعصر السيلكون وستغير مستقبل صناعة الكمبيوتر والأجهزة الإلكترونية وغيرها من المنتجات .



شكل رقم (27) الخلايا الشمسية احدي التطبيقات المتوقعة للجرافين معادية للفضاء على كل من فيها من بشر خلال ساعات قليلة .

النتائج Results :

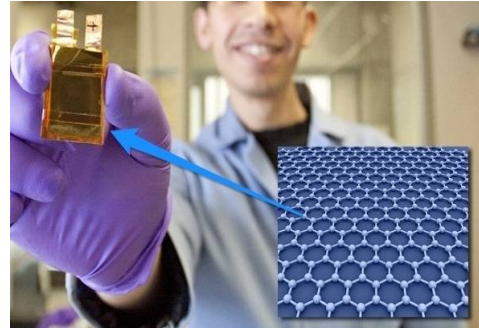
- 1- توصلت تكنولوجيا النانو للعديد من المواد المستحدثة .
- 2- المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو تتميز بخصائص حديثة وامكانات متطوره .
- 3- يمكن الاستفادة من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في مجال المنتجات .
- 4- يمكن توظيف المواد المستحدثة في صناعة منتجات متطوره .
- 5- تسهم المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في صناعة منتجات ذات خصائص حديثة ومميزات فريدة .
- 6- تصغير حجم وأبعاد الحبيبات المكونة لبنية أي مادة ليس هدفاً أو غاية في حد ذاته بل هو وسيلة وسبيل لتحسين الخواص المختلفة للمواد وإنتاج مواد جديدة ومستحدثة .
- 7- المطاط المعدني مادة مستحدثة تجمع بين مرونة المطاط وقوة المعدن حيث تجمع بين الخصائص التوصيلية للمعدن وقابلية المطاط للتشكل .
- 8- تمكن العلماء من إستخدام المطاط المعدني في صناعة العديد من المنتجات المتطوره التي تتميز بالخصائص المستحدثة مثل خفة الوزن والقابلية للطي ومقاومة الكسر والتحطم .
- 9- الهيكل البلاستيكي الثلاثي الأبعاد مادة مستحدثة يمكن إستخدامها لإنشاء أشكال وهياكل مختلفة قابلة للطي والبرمجة وإعادة البرمجة ، كما يمكن تغيير شكل وحجم وصلابة تلك الهياكل .
- 10- لم تستخدم مادة الجرافين صناعياً حتى الآن .
- 11- العديد من المواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو مازال قيد الدراسة والبحث والاختبار .



شكل رقم (24) التركيب الذري للجرافين

1-3-1-7- تطبيقاته المتوقعة :-

من المتوقع أن يستخدم الجرافين في كافة المجالات والتطبيقات العلمية ، ولكن معظمها لا يزال حتى الآن قيد البحث والدراسة ولا نعلم بالتحديد متى ستبدأ هذه التطبيقات بالظهور ومتى سيتم تصنيع وبيع منتجاتها في الأسواق ، فلا تزال التحديات التي تواجه العلماء كثيرة ونذكر منها طريقة إستخلاص الجرافين من الجرافيت حيث تم التوصل لطريقة إستخلاص بإستخدام الشريط اللاصق لكنها غير مجدية إقتصادياً فهي لا تنتج سوى كميات ميكروسكوبية من المادة ، ويكفي أن نعرف أن قشرة من الجرافين بسمك ميكروميتر واحد تكلف ألف دولار تقريباً لتصنيعها بإستخدام طريقة الشريط



شكل رقم (26) البطاريات احدي التطبيقات المتوقعة للجرافين

8- المخاطر والانتقادات العلمية لتكنولوجيا النانو Kelsall 2005 :-

- تواجه تكنولوجيا النانو كغيرها من الابتكارات العلمية الحديثة كثيراً من الانتقادات والمخاوف ومنها :
- جزيئات النانو متناهية الصغر إلى الحد الذي يسمح بتسللها وإختراقها للجهاز المناعي للجسم البشري أو دخولها إلى غشاء خلايا الجلد والرئة ، وبإمكانها أيضاً أن تتسلل إلى حاجز دم الدماغ . أظهرت دراسة لمركز جونسون للفضاء التابع لوكالة الفضاء الأمريكية ناسا أن نانو أنابيب الكربون أكثر ضرراً من غبار الكوارتز الذي يسبب أمراضاً مميتة .
- أ- يمكن أن تستخدم لأغراض غير إنسانية .
- ب- أشار المتخصصون إلى أن هذه التقنية قد تؤدي لظهور جود الرمادي ، وهو عبارة عن آلة متقدمة تكنولوجيا دقيقة الحجم ، تستطيع أن تستنسخ نفسها بنفسها أي تتكاثر ذاتياً وبلا حدود ، لتتحول إلى جحافل من التجمعات الآلية الصغيرة تقتلع أي شيء في طريقها بحيث تبني كل شيء على وجه الأرض .
- ج- تسعى الدول حالياً إلى تصنيع أسلحة نانومترية ذكية غير تقليدية تستطيع التعرف على ضحاياها من خلال المادة الوراثية ، حيث نشرت صحيفة معارف الإسرائيلية مؤخراً تقريراً كاملاً حول حرب نانوتكنولوجية محتملة قريباً بدأت تضع معالمها المؤسسة الحربية العسكرية الأمنية الإسرائيلية .
- ومعنى هذا أن جيوش المستقبل لن تكون جيوشاً تقليدية بأي حال ، بل ستكون مكونة من محاربيين نانويين يمكن إرسالهم إلى أية جهة

- 3- منى صبح عبد الفتاح – "التأثير التقني والجمالي لتطبيقات النانو تكنولوجي على تصميم الواجهات المعمارية" - بحث منشور – مجلة العمارة والفنون- العدد الحادي عشر- 2018
- 4- محمد شريف الأسكندراني - " تكنولوجيا النانو من أجل غدا أفضل" - مجلة عالم المعرفة – الكويت – 2010
- 5- على محمد على عبد الله – " النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف " - الدار العربية للكتاب - القاهرة - 2012
- 6- محمود محمد سليم – " تقنية النانو وعصر علمي جديد " – مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية – المملكة العربية السعودية – 2015
- 7- Asmatulu ,Ramazan – " Nanotechnology Safety- United Kingdom" - 2013
- 8- M . Meyyappan – "Carbon Nanotubes Science and Applications" – USA - 2005
- 9- Leydecker, Sylvia – "Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design" - Springer Science & Business Media, 2008
- 10- R. L. jones. Soft Machines – "Nanotechnology and Life"- Oxford University -UK – 2004
- 11- Wolfgang Luther – "Industrial Application of Nano materials" – Future Technolege is Division – Germany – 2014
- 12- Dani Minoli – "Nanotechnology Applications" – Wiley- USA – 2009
- 13- Robert Kelsall - "Nanoscale Science and Technology"-Wiley-2005

- 12- توجد العديد من المخاطر والانتقادات العلمية الموجهة لتكنولوجيا النانو .
- 13- مازالت التطبيقات الصناعية للمواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في حاجة للمزيد من الأبحاث التطبيقية في مجال المنتجات بصفة عامة والمنتجات المعدنية بصفة خاصة .
- 14- تكنولوجيا النانو هي تكنولوجيا القرن الحادي والعشرين وهي قاطرة التطور التكنولوجي في مختلف مجالات الحياة .

التوصيات: Recommendations:

- 1- إجراء المزيد من الدراسات والبحوث التي تتناول تكنولوجيا النانو بصفه عامة ونتائجها من المواد المستحدثة بصفة خاصة .
- 2- اجراء المزيد من التطبيقات الصناعية للمواد المستحدثة في مجال المنتجات المعدنية .
- 3- تعظيم الاستفادة من الإمكانيات والخصائص الحديثة للمواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو في مجال المنتجات المعدنية .
- 4- اجراء بحوث تطبيقية على مادة الجرافين لاستخدامها صناعيا في مجال المنتجات المعدنية .
- 5- متابعة التطور المستمر في مجال النانو تكنولوجي .
- 6- إجراء المزيد من البحوث والدراسات في ما تم التوصل إليه من نتائج في هذا البحث .

المراجع: References:

- 1- جمال أحمد عبد الحميد - ياسر صالح الدين المغربي - " تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الإستدامة من خلال تطوير مواد وأساليب الإنشاء " - بحث منشور - كلاًية الهندسة - جامعة المنيا - 2014
- 2- لميس سيد محمدى عبد القادر- " تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة والعمران " - رسالة دكتوراه - كلية الهندسة - جامعة القاهرة - 2015