وزاره التعليم العالي والبحث العلمي
جامعه ميسان كلية العلوم
قسم علوم الكيمياء

المتراكبات النانوية

Nanocomposites

بحث مقدم الى جامعه ميسان الى مجلس كلية العلوم قسم علوم الكيمياء وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الكيمياء

مقدم من قبل الطلاب
نبا عباس شغاتي
محمد هوبي رغيف

بأشراف
م.م مالك جعفر ربيع

2025م 1447هـ

بِسْمِ اللَّه الرَّحمَنِ الرَّحِيَم

قَالُواْ سُبْحَانَكَ لاَ عِلْمَ لَنَا إِلاَّ مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ

أَنتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ {٣١}

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمْ

سورة البقرة الآية (٣١)

إهداء.....

إلى سيدة النقاء والعلم،

إلى فاطمة الزهراء عليها السلام نموذج الطُهر، ومثال الحكمة، وروح الإيمان الصافي.

يا من كانت حياتكِ رسالةً خالدةً في العطاء والصبر والوعي،

أهدي إليكِ ثمرة تعبي وسهري، هذا البحث المتواضع في ميدان العلم،

في علوم الكيمياء، ذلك العلم الذي يسبر خفايا المادة،

كما سبرتِ أنتِ أعماق الحقيقة، بنور بصيرتك وروحك الطاهرة.

إلى من اسس العلوم اجمعين إلى عالم الكيمياء والفيزياء والطب والفلك إلى من يسطر للعالم علمه وحكمته ويعرفنا على عظمة الخالق إلى من قال نحن العلماء وشيعتنا المتعلمون .....إلى الامام جعفر الصادق عليه السلام

والى والديَّ الكريمين، رمزي التضحية والدعم، وسندي في درب العلم والحياة، إليكما أهدي هذا العمل، تقديراً لعطائكما الذي لا يُقاس، وحبكما الذي لا يُجازى.

الشكر والتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي علم الإنسان ما لم يعلم، ووهبنا نعمة العقل والفهم، وألهمنا السعي في طلب العلم.

أتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى أستاذي الفاضل [م.م مالك جعفر ربيع]

، مشرف هذا البحث، على ما قدمه لي من دعم علمي وإشراف دقيق، وتوجيهات سديدة ساعدتني في إعداد هذا البحث حول "المتراكبات النانوية فلهُ مني كل الشكر والتقدير.

كما أتقدم بالشكر إلى جميع أعضاء هيئة التدريس في قسم الكيمياء بجامعة ميسان، لما قدموه لنا من علم ومعرفة خلال مسيرتنا الجامعية.

ولا يفوتني أن أعبر عن امتناني لعائلتي الكريمة، التي كانت خير داعم ومعين لي بالصبر والدعاء والمساندة الدائمة،

أسأل الله أن يجعل هذا العمل بداية خير لمستقبل علمي واعد، وأن يوفقنا جميعًا لخدمة وطننا وأمتنا بما تعلمناه.

والله ولي التوفيق.

الخلاصة

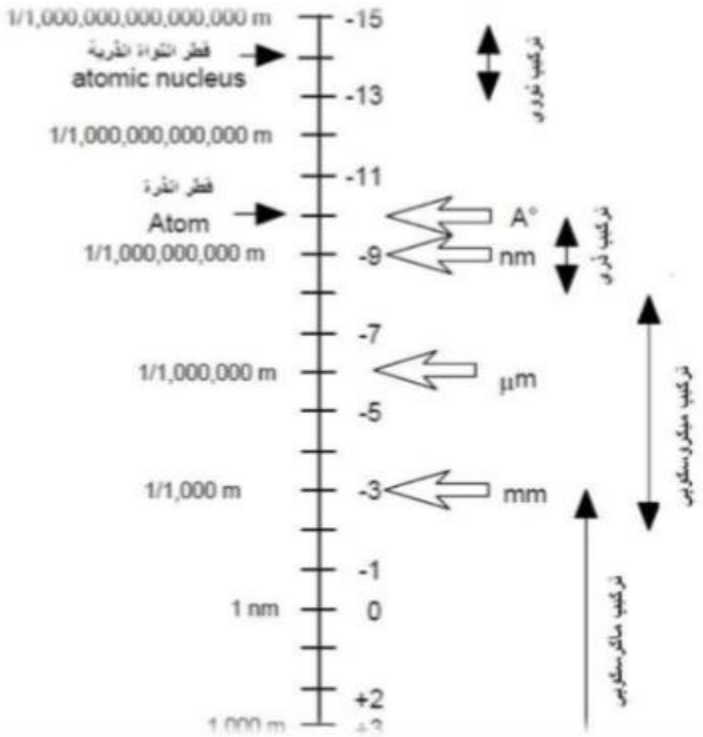
يمثل مجال المتراكبات النانوية أحد أبرز فروع تقنيات النانو التي أسهمت في إحداث ثورة علمية وصناعية في السنوات الأخيرة، لما توفره من خصائص محسّنة مقارنةً بالمواد التقليدية. من خلال دمج المواد النانوية مثل الأنابيب الكربونية، الجسيمات النانوية، والألياف النانوية داخل مصفوفات بوليمرية أو معدنية أو خزفية، يمكن تحسين الخواص الميكانيكية، الحرارية، الكهربائية، الكيميائية، والضوئية للمادة. كما تتميز المتراكبات النانوية بقدرتها على تعزيز الأداء الوظيفي للمواد في تطبيقات متنوعة تشمل الخلايا الشمسية، البطاريات، توصيل الأدوية، معالجة المياه، الحساسات، والمواد الإنشائية. لقد استعرض هذا البحث تصنيفات المواد النانوية، وأنواع المتراكبات، وطرق تحضيرها، إضافة إلى التطبيقات الحيوية والصناعية المتعددة لها. وبذلك، يمكن القول إن المتراكبات النانوية تشكل ركيزة أساسية في تطوير مواد المستقبل، لما تحققه من تكامل بين الابتكار العلمي والتطبيق العملي.

الفهرس

الآية	أ
اهداء	ب
الشكر و التقدير	ت
الخلاصة	ث
الفهرس	ج
1-المقدمة	1
2- المواد النانوية	2
3- تصنيف المواد النانوية	3
4-المواد النانوية ذات الأبعاد الصفرية	3
5 -المواد النانوية أحاديه الأبعاد	4
6 -المواد النانوية ثنائيه الأبعاد	5
7-المواد النانوية ثالثيه الأبعاد	5
8-أنواع الخصائص النانوية	6
9.المتراكبات النانوية	7
10.أنواع المتراكبات النانوية	8
11 - من الأعلى الى الأسفل	11
12-من الأسفل الى الأعلى	12
13 -تقنيات التشخيص	13
الاستنتاجات	17
References	18

1-المقدمة Introduction

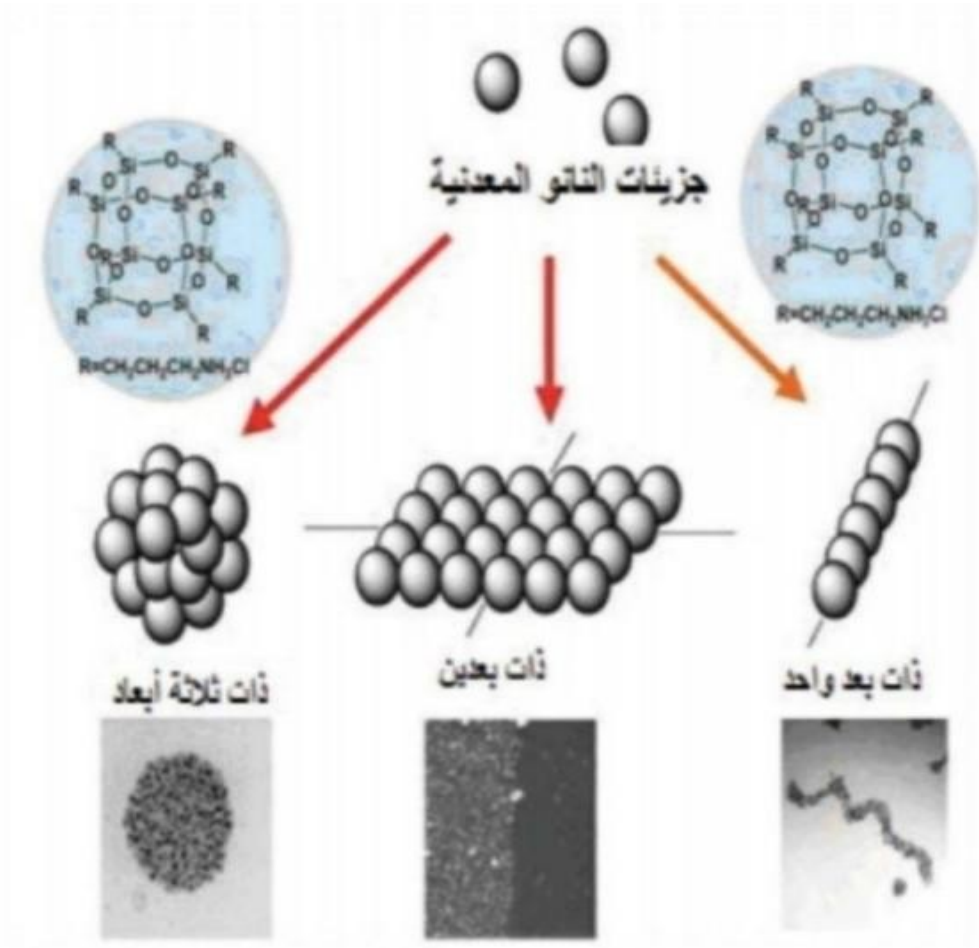
تقنية المواد المتناهية في الصغر، أو تقنية النانو، أو هندسة المنتجات المتناهية في الصغر اشتق اسمها من اسم النانو متر كوحدة قياس، وهي تساوي واحًدا من مليار من المتر, أي: تساوي جزءا من ألف مليون جزء من المتر. وقد ظهرت مفاهيم مختلفة التعريف تقنية النانو, فهناك من يعرفها بأنها التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة في وظائف وأحجام وأشكال المواد ومكوناتها, وهذا الأمر يساعد على التحكم في وظائف الأدوات المستعملة في ميادين الطب والصناعة, والهندسة, والزراعة, والعقاقير والاتصالات والدفاع والفضاء وغيرها. ومصطلح »تقنية النانو مشتق في الأصل من الكلمة الإغريقية نانو التي تعني القزم الصغير. ونستخلص من هذه التعريفات المتعددة, أن تقنية النانو تعني التقنيات التي تصنع على مقياس النانومتر الشكل1-1



شكل رقم (١_١) صورة توضيحية لمقارنة وحدة النانوميتر بالمقاييس الاخرى

2. المواد النانوية Nanomaterials

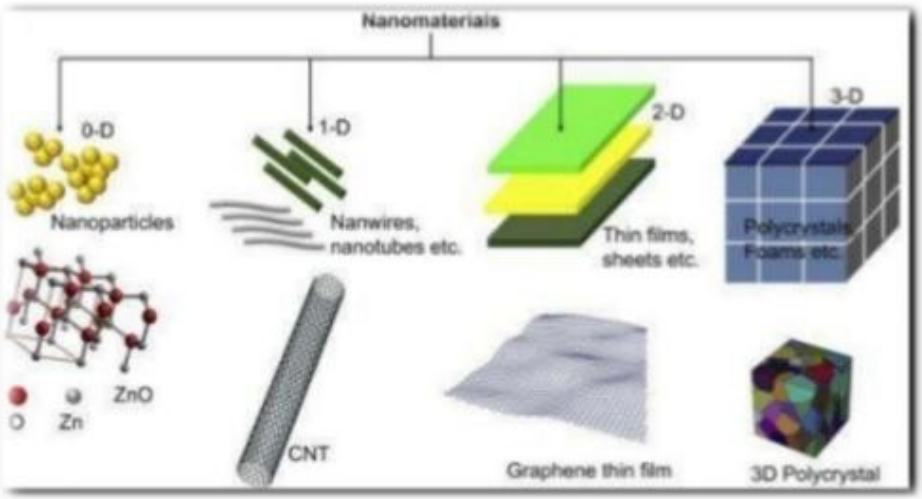
المواد النانوية النانومترية هي المواد ذات البعد النانومتري المحصور ما بين 1 إلى 100 نانومتر. وتوجد المواد النانومترية في ثالث صور حيث الصورة الأولى أحادية البعد dimensional one في حين أن الصورة الثانية ثنائية البعد two-dimensional أما الصورة الثالثة فثلاثية البعد three-dimensional الشكل2_1.



شكل رقم (١-٢) تقسيم المادة النانوية من حيث الأبعاد .

3. تصنيف المواد النانوية Classification of Nanomaterials

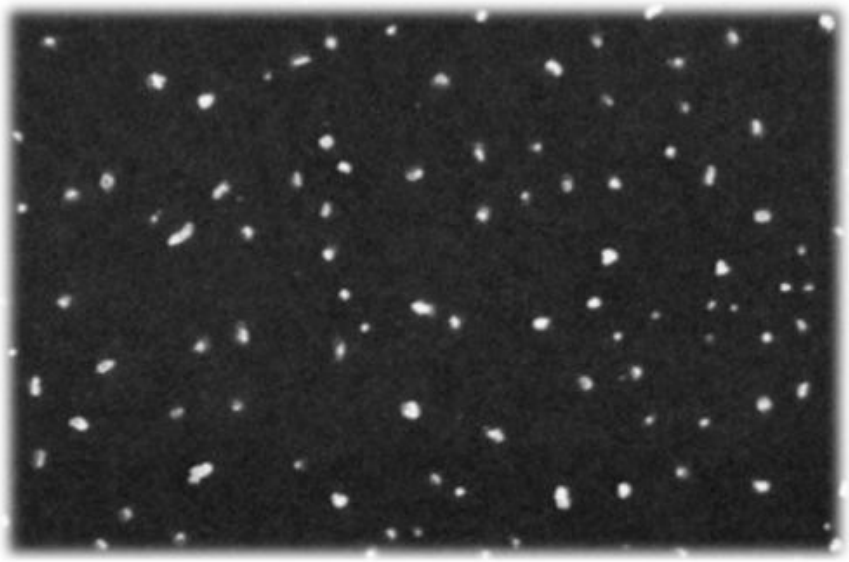
يعتمد هذا التصنيف على عدد أبعاد المادة , والتي تقع خارج نطاق مقياس النانو 100 نانومتر. تصنف المواد النانوية إلى أربع صور وفقا لأبعادها وهي صفرية الابعادzero- dimensional أحادية الابعادone-dimensional ثنائيه الأبعادtwo-dimensional ثالثيه الابعاد dimensional-three وتوجد هذه الابعاد في أشكال مفردة أو مجتمعة أو مكتلة بأشكال كروية وأنبوبية وغير منتظمة كما مبين في الشكل 1-3.



الشكل (١-٣) تصنيف المواد النانوية.

4-المواد النانوية ذات الأبعاد الصفرية Dimensiona Nanostructures Zero

المواد النانوية ذات الابعاد الصفرية OD هي التي تكون جميع أبعادها أصغر من 100نانومتر. على سبيل المثال النقاط الكمومية . Quantum dotيمكن تسمية الجسيمات النانوية أو البقايا النانوية المتناثرة بشكل جيد والنقاط الكمومية بالمواد النانوية ذات الابعاد الصفرية كما مبين الشكل.4-1

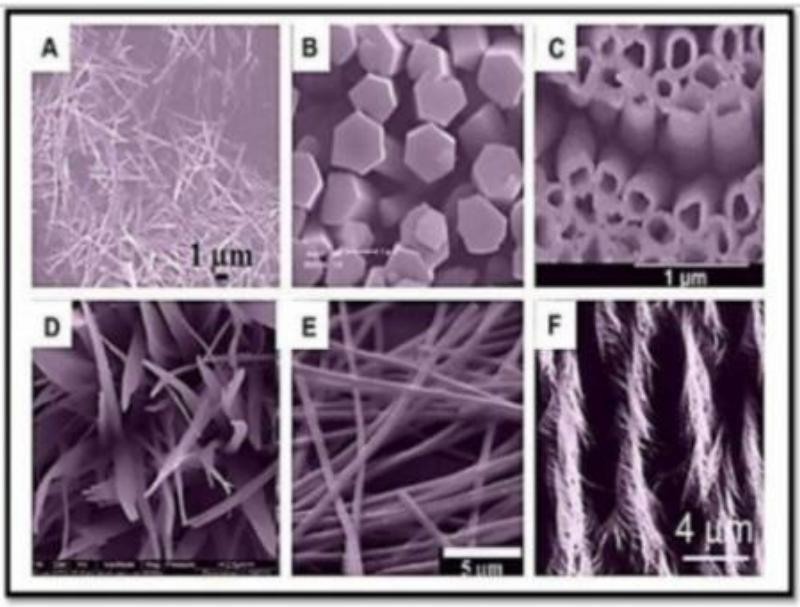


الشكل (١-٤) صورة مجهر المسح الإلكتروني النموذجي (SEM) لمادة صفرية البعد

5. المواد النانوية أحاديه الأبعاد One-Dimensional Nanostructures

المواد النانوية احادية البعد D1هي المواد التي تحتوي على بعِد واحِد فقط أكبر من 100 نانومتر على سبيل المثال الأنابيب النانوية وقضبان النانو وأسالك كما مبين في الشكل 1-5.

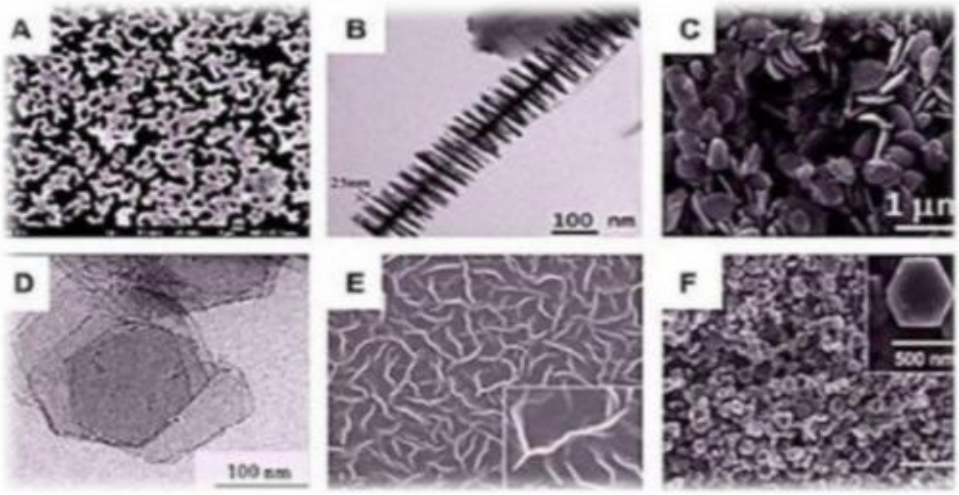
[5]



الشكل (١-٥) صورة نموذجية SEM لانواع مختلفة من المواد النانوية احادية البعد ، والتي يتم تحضيرها من قبل العديد من مجموعات البحث . (A) اسلاك النانو ، (B) قضبان النانو ، (C) انابيب النانو ، (D) احزمة النانو ، (E) شرائط النانو ، (F) الهياكل النانوية الهرمية .

6 -المواد النانوية ثنائيه الأبعاد Two-Dimensional Nanostructures

المواد النانوية ثنائية البعد 2D هي المواد التي تحتوي على بعدين أكبر من 100 نانومتر. على سبيل المثال الطبقات النانوية، أصبح تحضير المواد النانوية ثنائية الأبعاد مجال محوريا في البحاث في السنوات الأخيرة نظرا أبعادها الواطئة التي تختلف فيها عن جزيئاتها الكبيرة . بالإضافة إلى ذلك تعد المواد النانوية ثنائية الأبعاد ذات اهمية كبيرة ليس في مجال فهم نمو البنية النانوية لكن أيضا من أجل تطوير تطبيقات جديدة كما في اجهزة الاستشعار، والتحفيزات الضوئية, ومضخات الناتو . كما في الشكل 1-6.

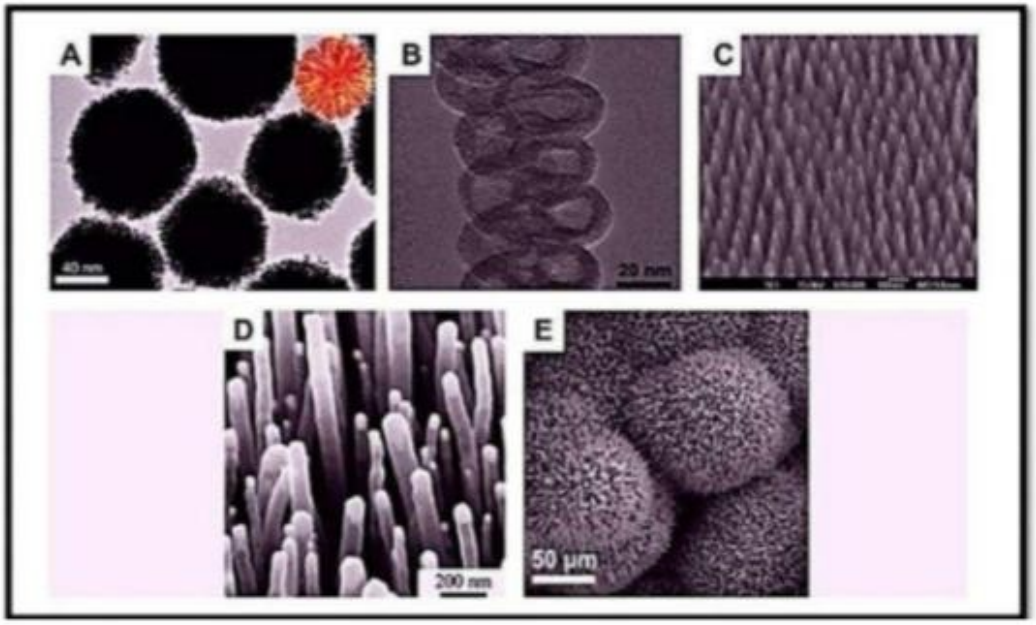


الشكل (١-٦) صورة نموذجية عن SEM و TEM لأنواع مختلفة من المواد النانوية ثنائية الأبعاد (A) . تجمعات نانوية (B) [الهياكل نانوية (C) مواشير نانوية (D) صفائح نانوية (E) الياف نانوية و (F) أقراص نانوية .

7-المواد النانوية ثالثيه الأبعادThree-Dimensional Nanostructure

المواد النانوية ثالثيه الأبعاد 3D هي المواد التي تكون جميع أبعادها أكبر من 100 نانومتر. اذ تمتاز بمساحة سطحها الواسع نتيجة تأثير حجمها الكمي فقد اجتذبت هذه المواد اهتماما كبيرا من قبل الباحثين في السنوات الخيرة. ومن المعروف أن سلوكياتها تعتمد بشكل كبير على الحجم والشكل والبعد وهي عوامل رئيسية ألدائها تطبيقاتها الواسعة فعلى سبيل المثال تتوافر الآن في السواق مساحيق حبيبات نانوية الأكاسيد الفلزات ذات اهمية اقتصادية كبيرة حيث تدخل أكاسيد الفلزات مثل اوكسيد السيليكون SiO2 أكاسيد التيتانيوم TiO2 ,أكاسيد الألمنيوم Al2O3 وكذلك أكاسيد الحديد Fe2o4 في مجال صناعة الإلكترونات ومواد البناء وصناعة الطلاء، وكذلك في صناعة

الأدوية والأجهزة الطبية الحديثة لتحل بذلك محل المواد التقليدية، ولتساهم في رفع كفاءة وجودة المنتجات , كما في الشكل 1-7



الشكل(١-٧) صورة نموذجية عن SEM و TEM لأنواع مختلفة من المواد النانوية ثلاثية الابعاد (A) .كرات النانو (B) لفائف نانو (C) الاقماع النانوية (D) الاوعية النانوية و (E) زهور النانو .

8.أنواع الخصائص النانوية

1-الخصائص الميكانيكية

1. زيادة الصلابة والقوة :تحسن الجسيمات النانوية مقاومة الشد والانضغاط .
2. تحسين مقاومة التآكل :يقلل من تآكل المادة الأساسية، مما يزيد من عمرها الافتراضي .
3. زيادة مقاومة التشقق :تعمل الجسيمات النانوية على إبطاء انتشار الشقوق وتحسين المتانة .

2.الخصائص الحرارية

1. زيادة مقاومة الحرارة :تساعد المواد النانوية على تحسين ثبات المواد المركبة عند درجات حرارة عالية .
2. تحسين التوصيل الحراري :بعض النانو مواد، مثل أنابيب الكربون النانوية CNTs، تعزز من نقل الحرارة .الخصائص الكهربائية
3. تحسين التوصيل الكهربائي :عند إضافة نانو مواد مثل الجرافين أو أنابيب الكربون، يمكن أنتصبح المواد المركبة موصلة للكهرباء .
4. تقليل فقدان الطاقة :تستخدم في تصنيع الموصلات الفائقة والمكونات الإلكترونية المتقدمة.

3.الخصائص الكيميائية

1. مقاومة عالية للتآكل والتفاعل الكيميائي :تمنع المواد النانوية التفاعلات الكيميائية غير المرغوب فيها.
2. زيادة مقاومة الأكسدة :يمكن أن تحسن من ثبات المواد ضد الأكسجين والرطوبة.

4.الخصائص الضوئية

1. تحكم أفضل في الامتصاص والانبعاث الضوئي :تستخدم في تقنيات مثل الطلاءات العاكسة الممتصة للضوء .
2. تحسين أداء الخلايا الشمسية :بفضل قدرتها على تحسين امتصاص وتحويل الطاقة الشمسية .

الخصائص البيولوجية

3. مقاومة الجراثيم والبكتيريا :بعض النانو مواد مثل أكسيد الزنك وأكسيد الفضة لها خصائص مضادة للبكتيريا، مما يجعلها مفيدة في التطبيقات الطبية.

9.المتراكبات النانوية:

تقنية النانو المتراكبات النانوية تستخدم المواد النانوية كمكون أساسي لإنتاج مواد مركبة جديدة تتمتع بخصائص فريدة ومحسنة .يتم تحقيق ذلك عن طريق توزيع المواد النانوية داخل مصفوفة مادية أخرى بطريقة تسمح بالتفاعلات والتأثيرات على نطاق النانومتر .يتم استخدام المواد النانوية المختلفة مثل النانو جسيمات والنانو ألياف والنانو أنابيب في تصميم النانوكومبوزيت .تتميز التقنية المتراكبات النانوية بخصائص فريدة تعزز أداء المواد المركبة .فمثلاً، يمكن استخدام المتراكبات النانوية في تطبيقات متنوعة مثل الصناعة والطب والإلكترونيات والطاقة والبيئة .يمكن أن تحسن النانو جسيمات المضافة للمصفوفة المادية الخواص الميكانيكية للمادة الأصلية، مثل القوة والصلابة والمرونة .بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تعزز النانو ألياف المضافة قوة الشد ومقاومة التآكل للمادة . تقدم التقنية المتراكبات النانوية أيضًا فرصًا مثيرة في مجال التطبيقات الطبية، حيث يمكن استخدامها في تصنيع المواد الطبية المتقدمة مثل الأجهزة الطبية والمستحضرات الصيدلانية .على سبيل المثال، يمكن أن تساهم النانو جسيمات في تحسين استقرار المستحضرات الصيدلانية وتوجيهها بشكل أفضل إلى الأنسجة المستهدفة.

10.أنواع المتراكبات النانوية:

1. المتراكبات النانوية البوليمرية Polymer Nanocomposites

النانو كمبوزيت البوليمير هو نوع من المواد المركبة يتم فيه دمج مواد نانوية Nano fillersضمن مصفوفة بوليمرية مثل البولي إيثيلين، البولي بروبيلين، أوالإيبوكسي .الهدف من هذا الدمج هو تحسين خصائص البوليمر الأساسي، مثل المتانة، الصلابة، مقاومة الحرارة، الموصلية الكهربائية أو الحرارية، وحتى مقاومة اللهب .المواد النانوية الشائعة المستخدمة :الطين النانوي Nano clay:لتحسين المتانة ومقاومة النفاذية .الأنابيب النانوية الكربونية – Carbon Nanotubes CNTs:لزيادة القوة الميكانيكية والتوصيل الكهربائي .أكسيد الجرافين :Graphene Oxide لتحسين الخصائص الميكانيكية والحرارية .الجسيمات النانوية المعدنية مثل أكسيد الزنك أو ثاني أكسيد التيتانيوم :لمقاومة الأشعة فوق البنفسجية والميكروبات .مميزات النانو كمبوزيت البوليمري :تحسين كبير في الخواص دون زيادة كبيرة في الوزن . إمكانية التصنيع بتكاليف أقل مقارنةً بالمواد المعدنية .سهولة التشكيل والمعالجة باستخدام تقنيات تصنيع البلاستيك التقليدية . مرونة في ضبط الخواص حسب نوع وتوزيع المواد النانوية .

2. متراكبات نانوية معدنية Metal Matrix Nanocomposites

النانو كمبوزيت المعدني هو نوع من المواد المركبة تُدمج فيه مواد نانوية مثل الجسيمات النانوية أو الأنابيب النانوية ضمن مصفوفة معدنية، مثل الألمنيوم، التيتانيوم، المغنيسيوم، أو النحاس . الهدف من هذه المواد هو تعزيز الخواص الميكانيكية والحرارية والكهربائية للمعدن دون التأثير الكبير على وزنه أو قابليته للتشكيل .المواد النانوية المستخدمة في هذا النوع : كربيد السيليكون النانوي SiC لتحسين الصلابة ومقاومة التآكل .أكسيد الألومنيوم Al_2O_3لزيادة مقاومة الحرارة .الأنابيب النانوية الكربونية :CNTsلتحسين المتانة وتقليل الوزن .جزيئات نانوية من الكربون أو الكربون الصلب :Graphene, Nano Carbonلتحسين التوصيل الحراري والكهربائي .مميزات النانو كمبوزيت المعدني :زيادة كبيرة في الصلابة والمتانة . مقاومة ممتازة للتآكل والحرارة .تحسين الموصلية الحرارية والكهربائية .أداء أفضل تحت الظروف الميكانيكية القاسية .يتكون من مواد نانوية مدمجة في مصفوفة معدنية مثل الألمنيوم أو التيتانيوم، ويستخدم بشكل كبير في صناعات الطيران والسيارات .

3.متراكبات نانوية خزفية Ceramic Nanocomposites

النانو كمبوزيت الخزفي هو نوع من المواد المركبة تُدمج فيه مواد نانوية مثل الجسيمات أو الألياف النانوية ضمن مصفوفة خزفية، مثل الألومينا Al_2O_3، الزركونيا ZrO_2، أو السيليكا SiO_2. الهدف من هذا الدمج هو تحسين بعض الخواص التي تكون عادةً ضعيفة في المواد الخزفية التقليدية مثل الهشاشة، رغم قوتها العالية .المواد النانوية المستخدمة :كربيد السيليكون SiC نتريد البورون BNأنابيب نانوية كربونية CNTsأكسيد الزركونيوم ZrO_2أكسيد الألومنيوم النانوي Nano-Al_2O_3مميزات النانو كمبوزيت الخزفي :زيادة المتانة ومقاومة الصدمات الميكانيكية . تحسين مقاومة التآكل والتآكل الكيميائي .تحمل درجات حرارة عالية جدًا .احتفاظ ممتاز بالخواص في البيئات القاسية.

.طرق التحضير

1-الخلط المباشر Direct Mixing

هي من أبسط الطرق وأكثرها شيوعًا لتحضير المتراكبات النانوية، خاصة في التطبيقات الصناعية .الخطوات :تحضير مادة الأساس :Matrixعادة ما تكون بوليمر، معدن أو سيراميك . إضافة الجسيمات النانوية :Nanofillersمثل أنابيب الكربون النانوية، أكاسيد معدنية، أو الطين النانوي .nanoclayالخلط :يتم باستخدام خلاطات ميكانيكية أو أجهزة مثل الخلاط عالي القص أو الباثقة extruderلضمان توزيع متجانس .المعالجة :يمكن تسخين الخليط أو ضغطه حسب نوع المادة الأساسية .قد يُتبع بعمليات مثل القولبة أو الطباعة .المزايا :بسيطة وغير مكلفة.مناسبة للمواد البوليمرية .العيوب :صعوبة في الحصول على توزيع نانوي متجانس .احتمالية تكتل الجسيمات النانوية.

2-طريقة السول-جيل Sol-Gel

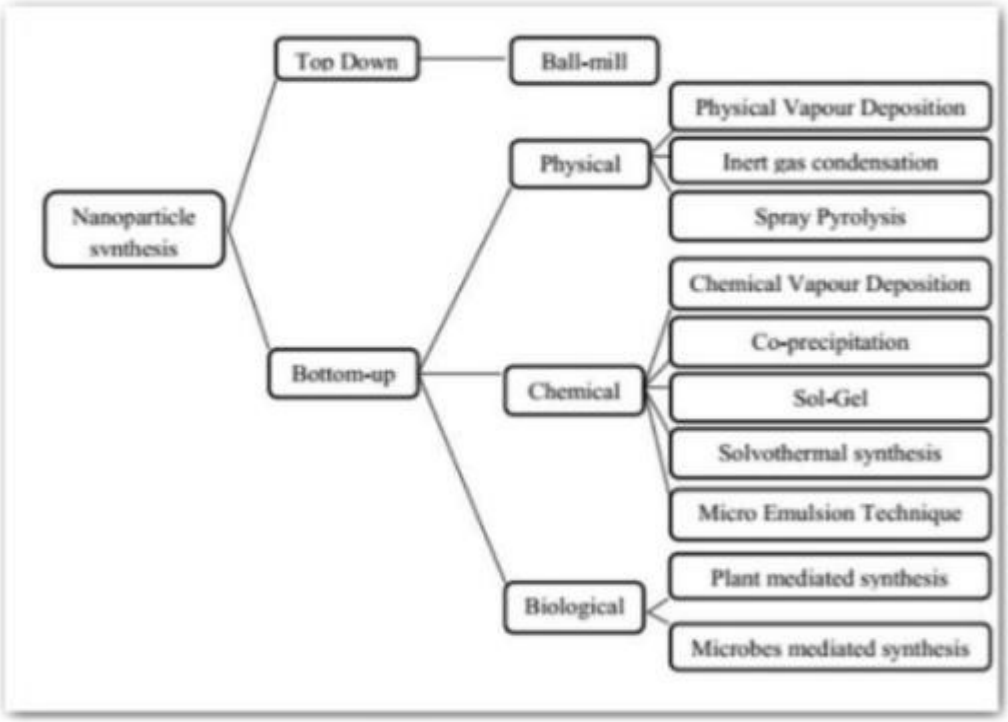
تُعد طريقة السول-جيل من الطرق الكيميائية الشائعة والفعالة لتحضير النانوكمبوزيت، خاصة عندما يكون الهدف تضمين جسيمات نانوية غير عضوية مثل السيليكا أو أكاسيد المعادن داخل مصفوفة بوليمرية أو سيراميكية .مبدأ الطريقة :تعتمد على تحويل محلول Solيحتوي على

مركبات عضوية معدنية مثل ألكوكسيدات إلى هلام Gel، ثم معالجة هذا الهلام للحصول على مادة صلبة نانوية التركيب .الخطوات الأساسية :تحضير السول :Solيتم إذابة مركبات معدنية مثل تيتانيوم ألكوكسيد أو سيلان في مذيب كحولي .يضاف الماء ببطء لبدء التفاعل الهيدرو lysis والتكثيف .condensation إضافة الجسيمات النانوية أو البوليمرات :يمكن إضافة جسيمات نانوية مسبقة التحضير .أو بوليمرات لتكوين نانوكمبوزيت عضوي-غير عضوي .تكوين الجل :Gelationيتحول السائل إلى مادة هلامية بسبب التفاعلات الكيميائية بين المكونات .التجفيف والمعالجة الحرارية :يُجفف الجل لإزالة المذيبات .يمكن تسخينه لاحقًا لتحسين الخصائص الهيكلية .المزايا :دقة عالية في التحكم بتركيب وحجم الجسيمات .إمكانية إنتاج مواد نانوية متجانسة .مناسبة لتكوين مواد هجينة عضوية -غير عضوية .العيوب :يتطلب وقتًا طويلاً في بعض الحالات .المعالجة الحرارية قد تؤثر على بعض المكونات العضوية.

3-البلمرة في الموقع In-situ Polymerization

تُعد البلمرة في الموقع In-situ polymerizationمن الطرق الفعالة لتحضير المتراكبات النانوية، خصوصًا مع المواد البوليمرية، حيث تُبلمر المونومرات الوحدات البنائية بوجود الجسيمات النانوية مباشرة داخل الوسط التفاعلي مبدأ الطريقة :يتم توزيع الجسيمات النانوية داخل مونومر سائل، ثم تُحفَّز عملية البلمرة ليتكون البوليمر حول أو بين الجسيمات النانوية، مما يؤدي إلى تكوين نانوكمبوزيت متجانس .الخطوات الأساسية :تحضير الوسط :يُذاب أو يُعلق المونومر مثل ستايرين أو ميثيل ميثاكريلات في وجود جسيمات نانوية مثل الكربون النانوي أو أكاسيد المعادن .تشتيت الجسيمات النانوية :يُستخدم التحريك أو الموجات فوق الصوتية ultrasonicationلتوزيع الجسيمات بالتساوي .إضافة مبادر :Initiatorيُضاف مبادر حراري أو ضوئي لبدء عملية البلمرة .البلمرة :تتم البلمرة في الموقع، مما يؤدي إلى تغليف الجسيمات النانوية بسلاسل بوليمرية أو دمجها ضمن الشبكة البوليمرية .المعالجة النهائية :قد تُجرى عمليات إضافية مثل التبخير، التجفيف، أو التصلب حسب نوع المادة .المزايا :توزيع متجانس للجسيمات النانوية .ترابط قوي بين البوليمر والمادة النانوية .تحكم جيد بالخصائص النهائية للكمبوزيت . العيوب :قد تحتاج إلى شروط تفاعل دقيقة درجة حرارة، وسط مناسب .تفاعل بعض الجسيمات النانوية مع المونومر قد يعيق البلمرةPreparation methods of nanoparticle .طرق التحضير النانوية يستند تحضير جسيمات أكاسيد المعادن النانوية والمواد النانوية ألأخرى على

نهجين أساسيين غالبا ما يطلق عليهما "من أعلى إلى أسفل down-top " و " من الأسفل إلى الأعلى up bottom كما مبين في الشكل 13-1



شكل (١-١٣) طرق تحضير المواد النانوية .

11 . من الأعلى الى الأسفل Down Top

تتضمن هذه الطريقة النهج التدميري للنظام اذ يبدا من الجزيئات الكبيرة الى جزيئات صغيرة ثم تحويلها الى مواد نانوية باستخدام الطحن او احدى تقنيات التحلل الأخرى وهذه الآليات مميزة وبسيطة التنفيذ وتتجنب استخدام المركبات المتطايرة والسامة التي توجد عادة في تقنيات التصاعدي ومع ذلك , فإن جودة الجسيمات النانوية التي يتم تحضيرها بهذه الطرق تكون مقبولة لكنها تكون ضعيفة بالمقارنة مع المواد التي تنتجها الأساليب الحديثة من الأسفل إلى الأعلى حيث تظهر عيوب بسبب معدات الطحن وجسيمات ذات مناطق سطحية منخفضة وتوزيعات الشكل . بغض النظر عن والحجم غير المتناسقة والطاقة العالية اللازمة لإنتاج جسيمات صغيرة نسبيا هذه العيوب، المواد النانوية الناتجة من الطحن ال تزال تستخدم، بسبب بساطة تصنيعها وكما مبين في شكل 1-14

شكل (١-١٤) تمثيل تخطيطي لنهج من اعلى الى اسفل

12. من الأسفل الى الأعلى up Bottom

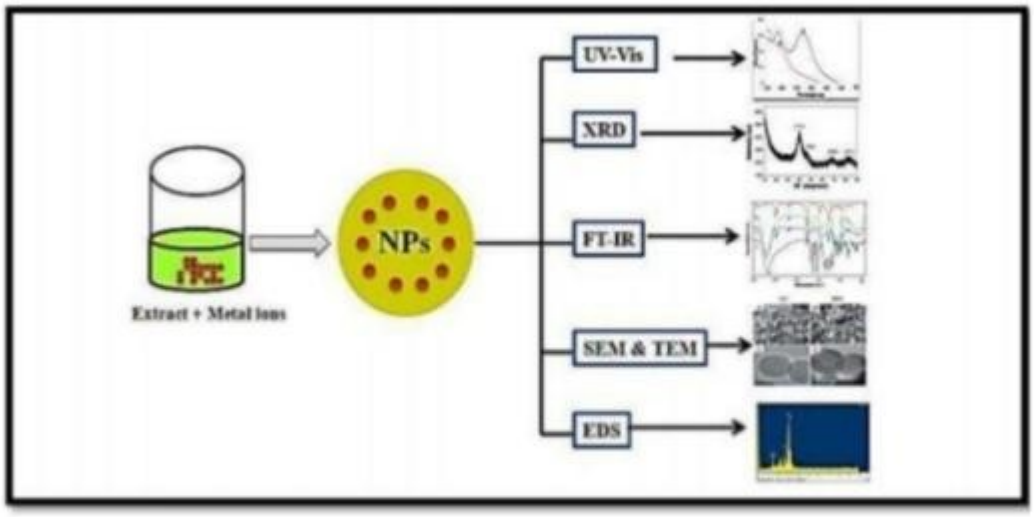
يستخدم النهج التصاعدي الذري أو الجزيئي كمصدر للمادة التي يتم تحويلها كيميائيا نانوية أكبر. وهذا النهج له ميزة كونه أكثر ملائمة من النهج من أعلى إلى أسفل وذلك من خلال التحكم في التفاعلات الكيميائية وبنية الجسيمات النانوية المتكونة، هذا يتأثر على حجم وشكل وتكوين الجسيمات النانوية كما في الشكل 1-15. لهذا السبب، يُنظر إلى الجسيمات النانوية الناتجة من التفاعلات التصاعدية والقائمة على أساس كيميائي، على أنها ذات جودة أعلى ولها تطبيقات أكثر. هذا أدى إلى نمو مجموعة من التقنيات تعتمد على نهج من الأسفل إلى الأعلى لتحضير الجسيمات النانوية. يمكن تصميم العديد من هذه التقنيات ليتم تنفيذها في حالة الغازية والسائلة والصلبة، ومن ثم إمكانية تطبيق هذه التقنيات من الأسفل إلى الأعلى لمجموعة واسعة من المواد. تتطلب معظم

تقنيات من الأسفل إلى الأعلى معقدات عضوية أو أمالح معدنية مناسبة الاستخدامات كمواد كيميائية مما يؤدي إلى نشوء الجسيمات النانوية.

شكل (١-١٥) تمثيل تخطيطي لنهج من اسفل الى اعلى .

13. تقنيات التشخيص

يتم توصيف خصائص ومورفولوجيا جسيمات المواد النانوية من توزيع الحجم والمسامية والبنية السطحية والتركيب الهيكلي للمواد بواسطة مجموعة من التقنيات والأدوات مثل تحليل الجسيمات كما في الشكل 1-16 وتشمل مجهر القوة الذرية AFM ,مجهر المسح الإلكتروني SEM مجهر المسح النفقي STM ,المجهر الإلكتروني عالي الدقة للأرسال TEM ,الأشعة السينية الطيفية الضوئية XPS أوجير التحليل الطيفي AES ,المجهر الضوئي للمسح القريب NSOM أو SNOM حيود الأشعة السينية XRD , التحليل الطيفي المشتت للطاقة EDX , تشتت الضوء الديناميكي DLS والتقنيات الطيفية الأخرى .



شكل (١_١٦) بعض تقنيات التشخيص المواد النانوية .

التطبيقات

1.الخلية شمسية

تلعب المتراكبات النانوية دورًا رئيسيًا في تطوير الجيل الجديد من الخلايا الشمسية، خصوصًا الخلايا الشمسية العضوية والخلايا الهجينة. من خلال دمج المواد النانوية مثل أنابيب الكربون النانوية CNTs أو أكسيد التيتانيوم TiO_2 داخل مصفوفة بوليمرية موصلة، يمكن تحسين امتصاص الضوء وزيادة فعالية نقل الإلكترونات داخل الخلية. على سبيل المثال، يُظهر المتراكب P3HT/CNT حيث P3HT هو بولي3-هكسيل ثيوفين قدرة ممتازة على توصيل الشحنات وتقليل الفاقد في الطاقة نتيجة إعادة التركيب الإلكتروني. تعمل الأنابيب الكربونية كقنوات عالية التوصيل تنقل الإلكترونات من الطبقة الفعالة إلى الكاثود بسرعة، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة الكهروضوئية الإجمالية للخلية.

2. البطاريات

في مجال تخزين الطاقة، تُستخدم المتراكبات النانوية لتصنيع أقطاب بطاريات ذات كفاءة أعلى وسعة تخزين أكبر. أكسيد القصدير النانوي SnO_2 يمتلك قدرة نظرية كبيرة لتخزين الليثيوم، لكنه يعاني من مشاكل التوسع والتقلص خلال الشحن والتفريغ، مما يؤدي إلى تقشره وفقدان فعاليته.

لحل هذه المشكلة، يتم دمج SnO_2 مع الجرافين لإنتاج متراكب SnO_2/Graphene. يعمل الجرافين كداعم مرن وموصل يمنع انهيار البنية النانوية ويعزز النقل الكهربائي.

3. أنظمة توصيل الدواء

أحد أبرز التطبيقات الحيوية للمتراكبات النانوية هو إيصال الأدوية إلى مواقع محددة داخل الجسم بشكل ذكي ومنظم. تُستخدم بوليمرات قابلة للتحلل الحيوي مثل PEG بولي إيثيلين جلايكول لتغليف جسيمات أكسيد الحديد النانوية Fe_3O_4، مكونة متراكب PEG/Fe_3O_4. تتمتع هذه الجسيمات بخصائص مغناطيسية تسمح بتوجيهها بواسطة مجال مغناطيسي خارجي نحو الورم أو العضو المصاب، مع إطلاق بطيء ومنظم للدواء.

4. التصوير بالرنين المغناطيسي MRI

يُعد تحسين جودة الصور الطبية هدفًا أساسيًا في مجال التصوير بالرنين المغناطيسي، وتُستخدم المتراكبات النانوية لتحقيق هذا الهدف. الجسيمات النانوية من أكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4 يمكن استخدامها كعوامل تباين قوية، وعند تغليفها بمواد مثل ديكستران أو PEG تُصبح مستقرة حيويًا وغير سامة. تزيد هذه الجسيمات من وضوح المناطق المختلفة داخل الجسم وتسمح بتشخيص أدق.

5. معالجة المياه وإزالة الملوثات

تمثل المتراكبات النانوية حلاً فعالاً لمعالجة مياه الشرب ومياه الصرف الصناعي. أحد الاستخدامات الشائعة هو المتراكب TiO_2/Ag، حيث يعمل TiO_2 كمحفز ضوئي قوي لتحطيم المركبات العضوية، وتعمل جسيمات الفضة على تعزيز الفعالية وقتل البكتيريا. يُستخدم لإزالة ملوثات مثل الأصباغ والمركبات العضوية السامة في محطات المعالجة.

6. الحساسات الكيميائية والغازية

تتميز المتراكبات النانوية بحساسيتها العالية للمواد الكيميائية والغازات السامة. مثال على ذلك متراكب ZnO/SnO_2، الذي يُظهر استجابة ممتازة لغاز NO_2 حتى بتركيزات منخفضة. تُستخدم هذه الحساسات في مراقبة جودة الهواء وكاشفات التسرب الصناعي.

7. تطوير الخرسانة والمواد الإنشائية

في مجال البناء، تُستخدم المتراكبات النانوية لتحسين الأداء الميكانيكي والفيزيائي للخرسانة. من أبرز المواد المستخدمة أكسيد السيليكا النانوي Nano-SiO_2، والذي يملأ الفجوات النانوية ويعزز تفاعل التميّه، مما يزيد مقاومة الخرسانة للتآكل والانكماش.

8. الطلاءات الذكية والمضادة للبكتيريا

تُستخدم المتراكبات النانوية في تصنيع طلاءات وظيفية للأسطح، مثل طلاءات ZnO النانوية التي تُظهر خصائص مضادة للميكروبات بفضل إنتاجها للجذور الحرة. كما تعكس هذه الطلاءات الأشعة فوق البنفسجية وتُستخدم في غرف العمليات والأسطح المعدنية.

9. التغليف الغذائي الذكي

يساهم دمج الجسيمات النانوية في المواد البلاستيكية لتغليف الطعام في إطالة عمر المنتجات. متراكب بوليمر/Ag nanoparticles يوفر حاجزًا ضد البكتيريا ويحمي الطعام من التلف، كما يمكنه إصدار إشارات عند فساد الطعام.

الاستنتاجات

1-أثبتت تقنية النانو، وخاصة المتراكبات النانوية، قدرتها العالية على تطوير وتحسين المواد التقليدية من خلال التعديل في البنية على المستوى الذري والنانوي مما أدى إلى تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية.

2- تختلف المتراكبات النانوية بحسب نوع المصفوفة والمواد النانوية المستخدمة، فهناك متراكبات بوليمرية، معدنية، وخزفية، ولكل منها استخدامات خاصة في الصناعة، الطب، الطاقة، والبيئة.

3- تؤدي إضافة المواد النانوية إلى تحسين واضح في الصلابة، مقاومة التآكل، التوصيل الحراري والكهربائي، مقاومة الحرارة، والخواص الضوئية والبيولوجية، مما يجعلها بديلًا مثاليًا للمواد التقليدية في العديد من التطبيقات.

4- تُمثل المتراكبات النانوية محورًا مهمًا في البحوث والتطبيقات المستقبلية، ومن المتوقع أن تشهد مزيدًا من التطور والاعتماد في مختلف الصناعات لما توفره من مزايا تقنية واقتصادية وبيئية.

References

1. Dutta, J. and Hofmann, H. Nanomaterials, Electronic Book, 2005.
2. Kumar, N., & Kumbhat, S. 2016. Essentials in nanoscience andnanotechnology
3. Khan, W. S., Hamadneh, N. N., & Khan, W. A. 2016. Polymer nanocomposites–synthesis techniques, classification and properties .Science and applications of Tailored Nanostructures: One Central Press OCP.
4. Sadeghi, S. M., & Nejat, A. 2013. Control of photophysical and photochemistry of colloidal quantum dots via metal and metal-oxide substrates. Quantum Dots and Nanostructures: Synthesis, coated Modeling X Characterization.
5. Safajou, H., Khojasteh, H., Salavati-Niasari, M., & MortazaviDerazkola, S 2117 .Enhanced photocatalytic degradation of dyes over graphene/Pd/TiO2 nanocomposites: TiO2 nanowires versus TiO2 nanoparticles. Journal of colloid and interface science
6. Wong, F., Dey, K. K., & Sen, A. 2016. Synthetic micro/nanomotors and pumps: Fabrication and applications. Annual Review of Materials Research.
7. Norman, J., Madurawe, R. D., Moore, C. M., Khan, M. A ,. &Khairuzzaman ,A. 2017. A new chapter in pharmaceutical manufacturing: 3D-printed drug products. Advanced drug
8. Greenwood, Norman N.; Earnshaw, Alan 1997. Chemistry of the Elements 2nd ed.. Butterworth-Heinemann.
9. Adachi, Gin-ya; Imanaka, Nobuhito 1998. "The Binary Rare Earth Oxides".
10. Saberi A, Bakhsheshi-Rad HR, Karamian E, Kasiri-Asgarani M , Ghomi H, Omidi M, Abazari S, Ismail AF, Sharif S, Berto F. Synthesis and characterization of hot extruded magnesium-zinc nano-composites containing low content of graphene oxide for implant applications.
11. Kamigaito, O 1991. "What can be improved by nanometer composites?". J. Jpn. Soc. Powder Powder Metall. 38 3: 315–21 . doi:10.2497/jjspm.38.315. in Kelly, A, Concise encyclopedia of composites materials, Elsevier Science Ltd, 1994

12. Jose-Yacaman, M.; Rendon, L.; Arenas, J.; Serra Puche, M. C . " .1996Maya Blue Paint: An Ancient Nanostructured Material". Science. 273 5272: 223–5.
13. B.K.G. Theng "Formation and Properties of Clay Polymer Complexes", Elsevier, NY 1979; ISBN 978-0-444-41706-0
14. Functional Polymer Composites with Nanoclays, Editors: Yuri Lvov ,Baochun Guo, Rawil F Fakhrullin, Royal Society of Chemistry ,Cambridge 2017,
15. Vinogradova, N. N.; Dmitruk, L. N.; Petrova, O. B. 2004. "Glass Transition and Crystallization of Glasses Based on Rare-Earth Borates".
16. Manoilova, O.V.; et al. 2004. "Surface acidity and basicity of La2O3, LaOCl, and LaCl3 characterized by IR spectroscopy, TPD, and DFT calculations". J. Phys. Chem. B. 108 40
17. Zhu, C., Li, H., Fu, S., Du, D., & Lin, Y. 2016. Highly efficient nonprecious metal catalysts towards oxygen reduction reaction based on three-dimensional porous carbon nanostructures. Chemical Society Reviews, 453, 517-531.
18. Gupta, D., Meher, S. R., Illyaskutty, N., & Alex, Z. C. 2018. Facile synthesis of Cu2O and CuO nanoparticles and study of their structural, optical and electronic properties. Journal of Alloys and Compounds, 743, 737-745.nanoparticles. Green Chemistry, 171, 518531.20- Pini, M., Rosa, R., Neri, P., Bondioli, F., & Ferrari, A.M .
19. 2015Environmental assessment of a bottom-up hydrolytic synthesis of TiO 2 nanoparticles. Green Chemistry, 171, 518-531.
20. hexaferrite nanoparticles synthesized by co-precipitation method . Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 381, 1-9.
21. DeLoid, G. M., Cohen, J. M., Pyrgiotakis, G., & Demokritou ,P. 2017 .Preparation, characterization, and in vitro dosimetry of dispersed, engineered nanomaterials. Nature Protocols, 122, 355.
22. MacDiarmid, A.G.; Manohar, S.K.; Masters, J.G.; Sun, Y.; Weiss, H ;.
23. Epstein, A.J. 1991. "Polyaniline: Synthesis and properties of pernigraniline base". Synthetic Metals.

24. Sirelkhatim, A., Mahmud, S., Seeni, A., Kaus, N. H. M., Ann, L. C ,. Bakhori ,S. K. M., ... & Mohamad, D. 2015. Review on zinc oxide nanoparticles :antibacterial activity and toxicity mechanism . Nano-Micro Letters, 73, 219-242.
25. Rahman, M. M., Adeosun, W. A., & Asiri, A. M. 2020. Fabrication of selective and sensitive chemical sensor development based on flower-