وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

الدراسة الصباحية

دراسة الخصائص الفيزيائية (البصرية والكهربلائية) لمتراكب نانوي مكون من (بوليمر + مواد نانوية) و تطبيقاته

بحث مقدم من قبل الطالب

حسن علاء حمزة

الى جامعة بابل / كلية التربية العلوم الصرفة – قسم الفيزياء كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

بأشراف

أ. د. أحسان ضياء جواد البيرماني

2026م 1448هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا
إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

صدق الله العلي العظيم

سورة البقرة : الآية : (32)

الأهداء

شكر وتقدير

لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهوداً كبيرة في بناء جيل الغد لتبحث الأمة من جديد وقبل أن نمضي نتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان إل من جديد وقبل أن نمضي نتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في مهدوا لنا طريق العلم الذين مهدوا لنا طريق العلم

والمعرفة إلى جميع أساتذتنا الأفاضل .

واخص بالشكر والتقدير الدكتور

(احسان ضياء جواد البرماني)

والشكر والتقدير إلى جميع من كان ليد العون في هذا البحث .

الباحث

حسن علاء حمزة

الخلاصة

تعد المواد النانوية حجر الزاوية في الثورة التكنولوجية الحديثة نظرًا لخصائصها الفريدة التي تظهر عند تقليص أبعاد المادة إلى مقياس النانو. إليك مقترح لخلاصة (Abstract) بحث شامل يتناول الأنواع، الخصائص، والتطبيقات، مع التركيز على المتراكبات البوليمرية.

تستعرض هذه الدراسة الأهمية المتزايدة للمواد النانوية كركيزة أساسية في تطور العلوم التطبيقية، حيث تهدف إلى تصنيف هذه المواد بناءً على أبعادها الهندسية (صفرية، أحادية، ثنائية، وثلاثية الأبعاد) ومناقشة التغيرات الجوهرية التي تطرأ على خصائصها الكيميائية والفيزيائية، مثل زيادة المساحة السطحية النوعية والتأثيرات الكمية.

يسلط البحث الضوء بشكل خاص على المتراكبات النانوية البوليمرية (Polymer Nanocomposites)، وهي المواد الناتجة عن تدعيم المصفوفات البوليمرية بمواد نانوية لتحسين أدائها الميكانيكي، الحراري، والكهربائي. يتناول العمل طرق التحضير الشائعة لهذه المتراكبات، مع استعراض تطبيقاتها الواسعة في مجالات متنوعة تشمل تنقية المياه من الملوثات العضوية، الصناعات الطبية، وتكنولوجيا التعبئة والتغليف. تخلص الدراسة إلى أن دمج التقنيات النانوية مع البوليمرات يفتح آفاقاً جديدة لإنتاج مواد هجينة ذات كفاءة عالية وتكلفة منخفضة تلبي متطلبات التنمية المستدامة.

الآية الكريمة	I
الاهداء	II
الشكر و التقدير	III
المحتويات	V-IV
الخلاصة	VII
الفصل الاول	9-1
مقدمة	2-1
انواع البوليمرات	5-2
طرائق تصنيع المواد البوليمرية	7-6
خصائص البوليمرات	8
تطبيقات البوليمرات	9
الفصل الثاني	20-11
مقدمة	12-11
انواع المواد النانوي	15-12
طرائق تحضير المواد البوليمرية	17-15
خصائص المواد النانوية	18-17
تطبيقات المواد النانوية	20-18
الفصل الثالث	22-21
مقدمة	21
انواع المتراكبات	23-22

طرائق تحضير المتراكبات	26-24
خصائص المتراكبات	27
تطبيقات المتراكبات	29-28
الفصل الرابع	30

الفصل الاول

البوليمرات

(١-١) مقدمة

تُعدّ البوليمرات من أهم المواد التي أحدثت ثورة كبيرة في مختلف مجالات الحياة الحديثة، إذ دخلت في تصنيع عدد هائل من المنتجات التي نستخدمها يوميًا، بدءًا من الأدوات المنزلية البسيطة وصولًا إلى الأجهزة الطبية عالية الدقة. وتعتمد البوليمرات على مبدأ كيميائي أساسي يتمثل في ارتباط عدد كبير من الجزيئات الصغيرة المسماة المون ومرات لتكوين سلاسل طويلة أو شبكات معقدة تُعرف بالبوليمر. وهذا التركيب يمنحها خصائص فيزيائية وكيميائية مميزة، مثل الخفة، والمرونة، والمتانة، ومقاومة التآكل، وإمكانية التشكيل بطرق متعددة.

قد ساهم التطور في علم البوليمرات في توسيع استخداماتها بشكل كبير، حيث أصبحت جزءًا لا يتجزأ من الصناعات المتقدمة، خاصة في مجالات الطب، والهندسة، والزراعة، والطاقة. وتمتاز البوليمرات بإمكانية تعديل خصائصها بطريقة دقيقة من خلال تغيير نوع المونومير أو طريقة الربط بين وحداته، مما يسمح بتصنيع مواد مصممة خصيصًا لأغراض محددة.

من الناحية التاريخية، بدأت معرفة الإنسان بالبوليمرات منذ القدم من خلال مواد طبيعية مثل المطاط الطبيعي، والسليلوز، والبروتينات. إلا أنّ الفهم العلمي الحقيقي لها لم يبدأ إلا في القرن العشرين، مع تطور الكيمياء العضوية. وقد كان اكتشاف البوليمرات الصناعية، مثل البولي إيثيلين والبولي فينيل كلوريد، نقطة تحول أدت إلى انطلاق عصر البلاستيك، الذي لعب دورًا رئيسيًا في النمو الاقتصادي والصناعي العالمي.

تتصف البوليمرات بتنوع كبير في أشكالها وخصائصها. فهناك بوليمرات تكون صلبة وقاسية مثل الباك لايت، وأخرى مرنة مثل المطاط الصناعي، إضافة إلى بوليمرات شفافة تدخل في تصنيع العدسات والأغلفة الطبية. كما توجد بوليمرات توصل الكهرباء تُستخدم في الإلكترونيات، وأخرى تتحلل بيولوجيًا مما يجعلها صديقة للبيئة وتساعد في تقليل التلوث البلاستيكي. هذا التنوع يوضح قدرة البوليمرات على توفير حلول مبتكرة لكثير من التحديات في الصناعة والبيئة والطب.

في الجانب الطبي تحديدًا، أصبحت البوليمرات عنصرًا رئيسيًا في صناعة الأجهزة والمواد الحيوية، مثل خيوط الجراحة القابلة للامتصاص، والقسطرات، والمفاصل الاصطناعية، والعدسات العينية، وحتى أنظمة توصيل الدواء. ويعود ذلك إلى خصائصها الفريدة مثل التوافق الحيوي، وخفة الوزن، وإمكانية تصميمها لتتحلل داخل الجسم بوقت محدد دون أن تسبب ضررًا. كما أثبتت البوليمرات نجاحًا كبيرًا في تصنيع الأطراف الصناعية التي أصبحت أكثر واقعية ومرونة بفضل المواد البوليمرية المتطورة.

من الناحية البيئية، أصبحت البوليمرات محور اهتمام عالمي نتيجة المخاوف المتزايدة من التلوث البلاستيكي. وللتغلب على هذه المشكلة، يعمل العلماء على تطوير بوليمرات قابلة للتحلل أو بوليمرات

معاد تدويرها عالية الجودة. ويُعدّ هذا المجال من أسرع المجالات نموًا نظرًا للحاجة الملحّة لحلول تحافظ على البيئة وتحد من تراكم المخلفات البلاستيكية.

ولا يقتصر دور البوليمرات على التطبيقات التقليدية، بل يتوسع ليشمل مجالات متقدمة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد، والخلايا الشمسية البوليمرية، والهندسة النسيجية، وأنظمة توصيل الدواء الذكية. وقد أسهم دمج البوليمرات مع تقنيات النانو في تطوير مواد ذات وظائف جديدة تمامًا، مثل البوليمرات ذاتية الإصلاح التي يمكنها معالجة الشقوق تلقائيًا، أو البوليمرات الموصلة المستخدمة في تصنيع أجهزة الاستشعار.

إنّ دراسة البوليمرات تعدّ من أهم فروع علوم المواد والكيمياء الحديثة، لما توفره من إمكانيات واسعة لإنتاج مواد ذات خصائص محسّنة تلبي الاحتياجات المتزايدة في القطاعات الصناعية والطبية والتكنولوجية. ومع استمرار التقدم العلمي، يُتوقع أن تحتل البوليمرات دورًا أكبر في المستقبل، خاصة في مجالات الاستدامة وحماية البيئة.

(١-٢) تصنيف البوليمرات

أولاً: التصنيف حسب المصدر

١. البوليمرات الطبيعية

هي البوليمرات التي توجد في الطبيعة دون تدخل الإنسان، أو يتم استخراجها من الكائنات الحية مثل النباتات والحيوانات.

تشمل أمثلة هذه البوليمرات: السليلوز، النشا، البروتينات، والمطاط الطبيعي. تمتاز هذه المواد بأنها صديقة للبيئة وقابلة للتحلل الحيوي، مما يجعلها مهمة في التطبيقات الطبية والغذائية.

تُستخدم في الصناعات المختلفة مثل صناعة الورق (السليلوز) وصناعة الأقمشة (القطن والحرير).

لكن من ناحية أخرى، تعاني هذه البوليمرات من بعض العيوب مثل ضعف مقاومتها للحرارة والعوامل الكيميائية مقارنة بالبوليمرات الصناعية، مما يحد من استخدامها في بعض التطبيقات المتقدمة.

٢. البوليمرات الصناعية (الاصطناعية)

هي البوليمرات التي يتم تصنيعها كيميائياً في المختبرات أو المصانع من خلال تفاعلات كيميائية مثل البلمرة.

من أمثلتها: البولي إيثيلين، البولي بروبلين، النايلون، والبولي فينيل كلوريد (PVC).

تمتاز هذه البوليمرات بخصائص متنوعة يمكن التحكم بها حسب الحاجة، مثل الصلابة، المرونة، ومقاومة الحرارة.

تُستخدم بشكل واسع في الصناعات مثل البلاستيك، الألياف الصناعية، والمواد الطبية.

ومن عيوبها أنها غالباً غير قابلة للتحلل الحيوي، مما يسبب مشاكل بيئية مثل التلوث.

ثانياً: التصنيف حسب التركيب الكيميائي

١. البوليمرات العضوية

تتكون بشكل أساسي من عنصر الكربون، وغالباً ما تحتوي على الهيدروجين وعناصر أخرى مثل الأكسجين والنيتروجين.

هذه البوليمرات هي الأكثر شيوعاً، وتشمل معظم أنواع البلاستيك والمطاط. تمتاز بخفة الوزن وسهولة التشكيل، مما يجعلها مناسبة للعديد من التطبيقات اليومية والصناعية.

٢. البوليمرات غير العضوية

لا تعتمد بشكل أساسي على الكربون، بل تتكون من عناصر مثل السيليكون والأكسجين.

من أشهر أمثلتها السيليكون، والتي تُستخدم في التطبيقات الطبية ومواد العزل. تمتاز بمقاومتها العالية للحرارة والظروف البيئية القاسية، لكنها غالباً أكثر تكلفة من البوليمرات العضوية.

ثالثاً: التصنيف حسب طريقة البلمرة

١. بوليمرات الإضافة

تتكون من اتحاد مون ومرات دون فقدان أي جزيئات صغيرة أثناء التفاعل.

مثال: البولي إيثيلين.

تتميز هذه الطريقة بأنها بسيطة وسريعة، وتُستخدم على نطاق واسع في الصناعة.

٢. بوليمرات التكاثف

تتكون من اتحاد مون ومرات مع فقدان جزيئات صغيرة مثل الماء أو الكحول.

مثال: النايلون والبوليستر.

تتميز هذه البوليمرات بتركيبها القوي، لكنها تحتاج إلى ظروف تفاعل دقيقة.

رابعاً: التصنيف حسب البنية الجزيئية

١. بوليمرات خطية

تتكون من سلاسل مستقيمة من المون ومرات. تتميز بسهولة الانزلاق بين السلاسل، مما يعطيها مرونة وقابلية للتمدد. تُستخدم في صناعة الألياف والبلاستيك.

٢. بوليمرات متفرعة

تحتوي على تفرعات جانبية من السلسلة الرئيسية. هذه التفرعات تؤثر على الكثافة والخواص الفيزيائية، مثل تقليل درجة التبلور وزيادة المرونة.

٣. بوليمرات شبكية (متشابكة)

تتكون من شبكة ثلاثية الأبعاد من الروابط. تمتاز بالقوة والصلابة العالية، ومقاومتها للحرارة، لكنها غير قابلة للذوبان أو إعادة التشكيل.

خامساً: التصنيف حسب الخواص الحرارية

١. اللدائن الحرارية (Thermoplastics)

تذوب عند التسخين وتعود للتصلب عند التبريد. يمكن إعادة تشكيلها عدة مرات، مثل البولي إيثيلين والبولي بروبلين. تُستخدم في التعبئة والتغليف والصناعات البلاستيكية.

٢. اللدائن المتصلة حرارياً (Thermosetting)

تتصلب بشكل دائم عند التسخين ولا يمكن إعادة تشكيلها.

تتميز بالقوة العالية ومقاومة الحرارة، مثل البروكسي. تُستخدم في التطبيقات الكهربائية والهندسية.

سادساً: التصنيف حسب الاستخدام

١. بوليمرات تجارية

تُستخدم في الحياة اليومية، مثل البلاستيك المستخدم في الأكياس والعبوات.

٢. بوليمرات هندسية

تتميز بخصائص ميكانيكية عالية، وتُستخدم في التطبيقات الصناعية والهندسية.

٣. بوليمرات طبية

تُستخدم في المجال الطبي مثل الغرز الجراحية والأطراف الصناعية.

تمتاز بالتوافق الحيوي وعدم التسبب في ردود فعل ضارة داخل الجسم.

(١-٣) طرق تصنيع المواد البوليمرية

تم دمج عدد كبير من الجزيئات الصغيرة لتكوين جزيء ضخم واحد باسم البلمرة. تُسمى الجزيئات الصغيرة التي تُشكل اللبنات الأساسية للبوليمرات بالمون ومرات. لذلك، على أنواع العناصر العاملة المتضمنة، تُقسم مرة إلى مجموعتين: بلمرة الإضافة وبلمرة التكثيف.

١-بلمرة بالإضافة:

وتسمى أيضاً بالبلمرة ذات النمو المتسلسل polymerization growth Chain، أن بلمرة الإضافة هي عملية كيميائية التي يتم من خلالها إنتاج ما يسمى تقليدياً ببوليمرات الإضافة نتيجة إضافة جزيئات المونوميرات لبعضها البعض بطريقة متتابعة وسريعة، مكونة في كل لحظة ارتباط مركز فعال (يمكن الحصول على المركز الفعال من خلال تفاعل الاصرة المزدوجة مع الجذر الحر او بادئ أيوني)

يعزز إستمرار التفاعل لإرتباط مونوميرات إضافية أخرى. النتيجة النهائية لهذا النوع من البلمرة تكوّن سلسلة بوليمر طويلة ذات وزن جزيئي عال ومحتوية على نفس عدد ذرات المونوميرات المتفاعلة "الابتدائية". وبالتالي تكون الصيغة الجزيئية للوحدة المتكررة في جزيئة البوليمر مماثلة للصيغة الجزيئية للمونومير، مثال ذلك بلمرة جزيئات كلوريد الفاينيل (chloride Vinyl (معطية بولي كلوريد الفاينيل (PVC). او البولي اثيلين

ان المونيمرات التي لها القدرة على التبلمر بهذه الطريقة هي الاوليفينات أحادية التعويض او ثنائي

تتضمن هذه العملية تفاعلات منفصلة ومتوالية بين مراكز فعالة متولدة تباعاً بجزيئات

المونوميرات. المسار العام لتفاعلات النمو المتسلسل يتبع نفس خطوات ميكانيكية الجذور الحرة

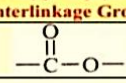
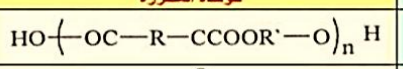
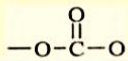
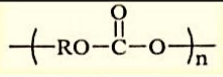
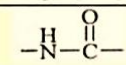
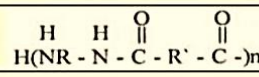
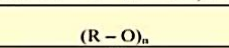
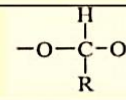
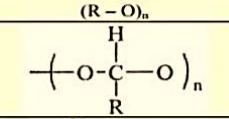
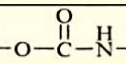
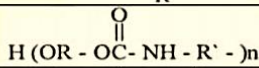
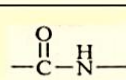
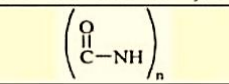
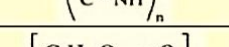
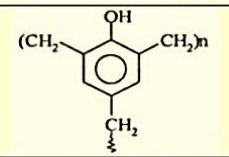
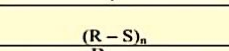
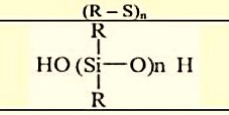
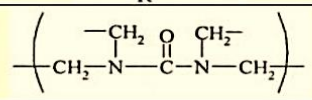
(Radicals Free) المعتادة .

٢-البلمرة بالتكثيف:

تنشأ بوليمرات التكثيف من بلمرة مونومير واحد او اكثر على شرط ان يحتوي كل مونومر على مجموعتين دالتين Functional Groups، في حالة تحضير البوليمرات الخيطية Linear Polymers ، وعلى أكثر من مجموعتين لتحضير البوليمرات المتشابكة (crosslinked Polymers).

وفي حالة البلمرة التكثيفية ترتبط جزيئات المون ومرات مع بعضها لتكوين الداي مير (dimer) والتراي مير (trimer) ولتترامي (tetramer) ... وهكذا، أي أن المونومير يختفي منذ المراحل الأولى من التفاعل مؤلفاً جزيئات مؤلفة من وحدات تركيبية متعددة (Oligomers)، ثم ترتبط هذه الجزيئات الوسطية، فيتضاعف طول السلسلة البوليمرية وذلك في المراحل الأخيرة من التفاعل مكونة جزيئات بوليمرية ذات أوزان جزيئية عالية.

وتمتاز هذه البوليمرات التكثيفية بشكل عام بوجود مجاميع رابطة (interlinkage groups) بين الوحدات التركيبية ويعتبر هذا الاختلاف جوهري بين بوليمرات الإضافة والبوليمرات التكثيفية،

المجموعة الرابطة Interlinkage Group	التكيب الكيميائي للوحدة المتكررة	البوليمر
		بولي استر Polyester
		بولي كربونات polycarbonate
		بولي أميد polyamide
-O-		بولي إيثر polyether
		بولي أسيتال polyacetal
		بولي يوريثان polyurethane
		بولي يوريا polyurea
-C-O-C-		سليلوز cellulose
-CH_2-		راتنجات الفينول فورمالدهيد pheno-formaldehyde resin
- S -		بولي كبريتيد Polysulphide
- Si – O -		بولي سايلوكسان Polysiloxane
-N-CH_2-		راتنجات – اليوريا فورمالدهيد Urea-Formaldehyde Resin

جدول(١-١)المجاميع الرابطة لبعض البوليمرات الرابطة{٤}

(١-٤) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبوليمرات

لكافة أنواع البوليمر خصائص فيزيائية وكيميائية عديدة التي بفضلها أصبحت البوليمرات مادة لها استخدامات متعددة في حياتنا اليومية في مختلف الصناعات، وجاءت هذه الخصائص بناءً على طبيعة تركيبها وسلوكها تحت الظروف المختلفة.

الخصائص الفيزيائية

١. خفة الوزن: البوليمرات تتميز بأنها مواد خفيفة الوزن مقارنة بالمواد المعدنية، مما يجعلها مثالية لتصنيع الأدوات والمعدات.

٢. تتميز بمرونتها ومتانتها بين مواد ناعمة وقابلة للتمدد مثل المطاط، إلى مواد صلبة وقوية مثل البلاستيك الصلب.

٣. البوليمرات تعتبر مواد عازلة ممتازة، لذا تُستخدم في تغليف الأسلاك الكهربائية وصناعة العوازل الحرارية.

٤. يمكن أن تكون شفافة مثل الزجاج أو معتمة حسب الحاجة.

الخصائص الكيميائية

١. مقاومة التآكل بامتياز، إذ أنها تقاوم التفاعل مع المواد الكيميائية القوية مثل الأحماض والقلويات.

٢. لا تتفاعل بسهولة مع الماء أو الهواء، مما يمنحها عمرًا أطول، ومستقرة كيميائيًا.

٣. بعض البوليمرات مصممة لتكون صديقة للبيئة وتتحلل تحت ظروف معينة.

٤. تتفاوت في درجة الانصهار حسب تركيبها، حيث تتفاوت قدرة البوليمرات على تحمل درجات الحرارة العالية.

تجمع هذه الخصائص بين الأداء العالي والمرونة، مما يجعل البوليمرات جزءًا أساسيًا من تطور التكنولوجيا والصناعات الحديثة.

(١-٥) تطبيقات المواد النانوية

بفضل خصائصها الكيميائية والفيزيائية الفريدة التي ذكرناها في الفقرة السابقة، فاستطاعت البوليمرات بأنواعها المختلفة أن تدخل في صناعات عديدة، ومن أهم تلك الصناعات هي ما يلي:

١. الصناعات البلاستيكية

أولى الصناعات التي تدخل فيها البوليمرات هي الصناعات البلاستيكية، إذ أن معظم أنواع البوليمر يعتبر العمود الفقري لصناعة البلاستيك التي لا يمكن الاستغناء عنها في حياتنا اليومية، بدايةً من عبوات المياه إلى الأدوات المنزلية وأغلفة المواد الغذائية، حيث توفر البوليمرات حلولًا خفيفة الوزن، مرنة، ومتينة تجعل الحياة أسهل وأكثر عملية.

٢. الصناعات الطبية

بعد التطورات الحديثة والتقدمات التي حدثت في مجال الطب، أصبحت البوليمرات ليست موادً كيميائية فقط بل من الأساسيات التي تستخدم في كافة المواد الطبية، كصناعة الأطراف الصناعية، العدسات اللاصقة، الأجهزة الدقيقة التي تساعد في تحسين صحة المرضى، والغرز القابلة للذوبان، بالإضافة إلى أنها تقوم بتسهيل العمليات الجراحية.

٣. صناعة النسيج والأقمشة

الأقمشة المصنوعة من البوليمرات، مثل النايلون والبوليستر، غزت عالم الموضة والصناعة بفضل مرونتها وقدرتها على مقاومة التآكل، تمنح هذه الألياف ملابس خفيفة، مريحة، وعملية تناسب مختلف الفصول والاستخدامات.

٤. التطبيقات الإلكترونية

عندما يتعلق الأمر بالتكنولوجيا، تلعب البوليمرات دور الحارس الأمين، وذلك بفضل قدرتها العالية على عزل الكهرباء، تدخل في تصنيع الكابلات، تغليف الدوائر الإلكترونية، وحتى الشاشات المرنة التي تمهد الطريق لجيل جديد من الأجهزة الذكية.

٥. البناء والتشييد

في مشاريع البناء الحديثة، البوليمرات هي شريك النجاح، حيث تُستخدم في الأنابيب المقاومة للتآكل، والدهانات العازلة، والمواد التي تحمي المباني من الحرارة والرطوبة، مما يعزز من كفاءة وأمان المنشآت {٣}.

(١-٦) اهداف البحث

١.تحضير المتراكب النانوية وتوصيفه

يهدف البحث إلى تحضير متراكب نانوي مكوّن من بوليمر ومواد نانوية بطرق مناسبة، مع دراسة تركيبه البنيوي والتأكد من توزيع الجسيمات النانوية داخل المصفوفة البوليمرية.

٢.دراسة الخصائص البصرية للمتراكب

تحليل الخصائص البصرية مثل الامتصاص، النفاذية، وفجوة الطاقة، وفهم تأثير إضافة المواد النانوية على السلوك البصري للبوليمر.

٣.دراسة الخصائص الكهربائية للمتراكب

قياس التوصيلية الكهربائية وثابت العزل، ودراسة تأثير تركيز المواد النانوية على تحسين الأداء الكهربائي للمتراكب.

٤.تقييم التطبيقات العملية للمتراكب النانوية

استكشاف إمكانية استخدام المتراكب في تطبيقات مثل الخلايا الشمسية، الحساسات، الأجهزة الإلكترونية، أو المواد العازلة المتقدمة.

الفصل الثاني
المواد النانوية

(٢-١) مقدمة

يمكننا تعريف المواد النانوية Nanomaterial بأنها تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها

بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين ١ نانومتر و ١٠٠ نانومتر، وقد أدى صغرأحجام

ومقاييس تلك المواد إلى أن تسمك سموكا مغايرا للمواد التقليدية كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها عن ١٠٠

نانومتر وأن تتوافر بها صفات وخصال شديدة التمييز ال يمكن أن توجد مجتمعة في المواد التقليدية.

وتعد المواد النانوية هي مواد البناء لمقرن الحادي والعشرين ولبناته ألساسية والركن المهم من أركان

تكنولوجيات القرن الحادي والعشرين)تكنولوجيا النانو، تكنولوجيا الحيوية، تكنولوجيا المعلوماتوالاتصالات

والتي تعتبر معيارا لتقدم وحضارة ألمم ومؤشرا لنهضتها. هذا وتتنوع المواد النانوية من ناحية المصدر،حيث

تختلف باختالف نسبها، كأن تكون مواد عضوية أو غير عضوية أو مواد طبيعية أو مخلقة. وتعد جميع أنواع

المواد الهندسية المعروفة مثل العناصر الفلزية وسبائكها)Alloys Metal and Metal(أشباه الموصالت

Semiconductors ،وألكاسيد والمعادن metals and Oxides ،وكذلك في هذا القرن وتعزيز ألداء

على نحو فريد غير مسبوق.

وبينما يبدو تعريف علم النانو أمرا سهال فإن وضع تعريف محدد لتكنولوجيا النانو يعد أمرا أكثر صعوبة،وذلك

كال من هذه المجاالت ينظر إلى هذه نظرا لتشعبها ودخولها في المجاالت التطبيقية المختلفة، حيث أن

التكنولوجيا من وجهة النظر الخاصة به وعامة فإن تكنولوجيا النانو يمكن تعريفها بأنها تلك التكنولوجيا المتقدمة

القائمة على تفهم ودراسة علم النانو والعلوم ألساسية ألخرى تفهما

عقلانيا وإبداعيا مع توافر المقدرة

التكنولوجية على تخليق المواد النانوية والتحكم في بنيتها الداخلية عن طريق إعادة هيكلة وترتيب الذرات

والجزيئات المكونة لها مما يضمن الحصول على منتجات متميزة وفريدة توظف في التطبيقات المختلفة وبه

(٢-٢) انواع المواد النانوية

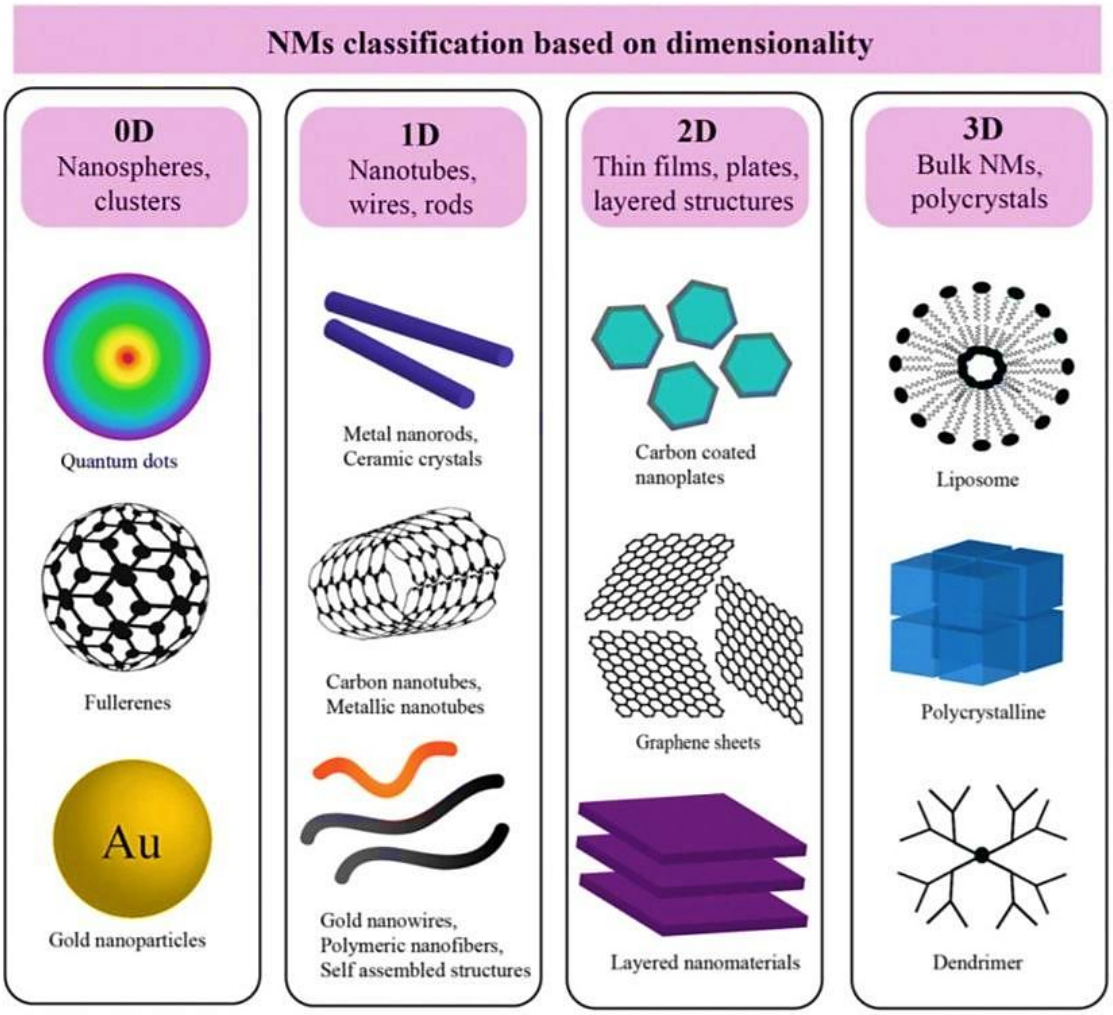
ان المواد النانوية تقسم الى عدة انواع تبعاً للأبعاد التي تحتويها حيث تقسم الى :

١-**المواد النانوية صفرية البعد (Zero-Dimensional Nanomaterials):** هي نوع من المواد النانوية تكون جميع أبعادها الثلاثة (الطول، العرض، الارتفاع) ضمن المقياس النانوية، أي أقل من ١٠٠ نانومتر تقريبًا.

٢-**المواد النانوية أحادية الأبعاد:** تكون هذه المواد على شكل طبقة مسطحة رقيقة ذات سمك نانوي في بعد واحد فقط، ولا يشترط أن يكون بعدها الآخران بمقاييس نانوية، ومن الأمثلة عليها: رقائق السيليكون المستخدمة في صناعة الخلايا الشمسية Solar Cells، والأفلام الرقيقة Thin Films كالمستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث، والرقائق أو الأغشية Thin Layers المستخدمة في طلاء الأسطح Surface Nanocoating.

٣-المواد **النانوية ثنائية الأبعاد:** وهي المواد التي يقل فيها مقياس بعدين من أبعادها عن (١٠٠) نانومتر، مثل الأنابيب النانوية Nanotubes، كأنابيب الكربون النانوية Carbon Nanotubes، الأسلاك النانوية ano Wires، والألياف النانوية Nano Fibers.

٤- **المواد النانوية ثلاثية الأبعاد:** وهي المواد التي تقل مقاييس أبعادها الثلاثة عن (١٠٠) نانومتر، ويطلق عليها الكريات النانوية Nano Spheres كالمساحيق فائقة النعومة Ultra Nano Powders، والحبيبات النانوية Nano Particles.



شكل(٢-١) انواع المواد النانوية{٢}

فيما يلي اهم الاشكال النانوية

١-النقاط الكمية Quantum Dots

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل تسمى بالنقاط لأن أبعادها محصورة في مكان ثلاثي الأبعاد يسمى "نقطة"، وتعتمد خصائصها الإلكترونية والضوئية على حجمها نتيجة لتأثير الحصر الكمي الخاضع لميكانيكا الكم، وتقوم النقطة الكمية بتقييد إلكترونات شريط التوصيل وثقوب شريط التكافؤ أو الإكسيتونات (وهي عبارة عن زوج مرتبط من إلكترونات التوصيل وثقوب التكافؤ)، وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي (١٠) نانومتر، فإنه يمكن رصف (٣) ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض الإبهام.

٢-الفولورين Fullerene

تركيب نانوي غريب للكربون عبارة عن جزيء مكون من (٦٠) ذرة من ذرات الكربون، ويرمز له بالرمز C_{٦٠}، وهو كروي المظهر يشبه تماماً كرة القدم شكل رقم (٣)، ويوجد العديد من مركبات الفولورين مثل C{2}_RbCs_{٦٠} و C{3}_K_{٦٠} و Br-{60}_C_{٣}، والتي أبدت توصيلية فائقة (superconductivity)، ويوجد للفولورين أشكال مختلفة منها المخروطي، والكروي، والأنبوبي كما في الشكل(٢-١).

٣-الكرات النانوية Nano Balls

من أهمها كرات الكربون النانوية والتي تنتمي إلى فئة الفولورينات، من مادة C_{٦٠} ، لكنها تختلف في أنها متعددة القشرة، كما أنها خاوية المركز، على خلاف الجسيمات النانوية، بينما لا يوجد على السطح فجوات كما هي الحال في الأنابيب النانوية متعددة الغلاف، ويطلق عليها كرات البوكي Bucky Balls، وقد يصل قطر الكرات إلى (٥٠٠) نانومتر أو أكثر. ومن أهم القطاعات الانتاجية المستفيدة من كريات البوكي، الصناعات الخاصة بإنتاج الحواسيب، الأجهزة الالكترونية، خلايا الوقود، المجسات.

٤-الجسيمات النانوية Nano Particles

يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيئي) إلى مليون ذرة مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريباً بنصف قطر أقل من(١٠٠) نانومتر. وعندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي Quantum Well، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي Quantum Wire، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تعرف بالنقاط الكمية Quantum Dots. والتغير في الأبعاد النانوية لهذه التركيبات الثلاثة يؤثر على الخصائص الالكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية{٢}

٥-الأنابيب النانوية Nanotube

تصنع الأنابيب النانوية، أحياناً، من مواد غير عضوية مثل أكاسيد الفلزات (أكسيد الفناديوم، أكسيد المنجنيز)، بتزيد البرون والموليبدينوم، وهي شبيهة من ناحية تركيبها بأنابيب الكربون النانوية، ولكنها أثقل منها وليست بنفس القوة مثل أنابيب الكربون، وتعد أنابيب الكربون النانوية التي اكتشفت عام ١٩٩١م أكثر أهمية نظراً لتركيبها المتماثل وخصائصها المثيرة واستخداماتها الواسعة في التطبيقات الصناعية، والعلمية، وفي الأجهزة الإلكترونية الدقيقة، والأجهزة الطبية الحيوية. وتعتبر شكلاً من أشكال الكربون

ومن عائلة الفولورين، وهي عبارة عن صفيحة كربون مستوية سمكها ذرة واحدة ملتفة التشكل اسطوانة من غير خط لحيم، قطرها ذو مقياس نانومتري ولها نسبة طول إلى قطر تتراوح بين (١٠٠) و (١٠٠٠٠). ولهذه الأسطوانات صفات فريدة لا تتوافر في الأشكال الأخرى من الكربون أو المواد الأخرى مما جعلها مفيدة لتطبيقات مهمة في التقانات النانوية والالكترونيات والبصريات وعلوم المواد. ومن هذه الصفات الصلابة الهائلة التي تفوق صلابة الستيل (الفولاذ) بـ (١٠٠-٣٠) مرة رغم أن كثافة الكربون أقل من كثافة الستيل بست مرات. ولهذه الأنابيب أيضاً صفات كهربائية مميزة إضافة إلى أنها موصل حراري جيد يفوق موصلية معدن النحاس، وتوجد أنابيب الكربون النانوية بعدة أشكال: أحادية الجدار (SWNT single wall nanotube)، ومتعددة الجدران.

(٢-٣) طرق تحضير المواد النانوية

تتمحور طرق تحضير المواد النانوية حول استراتيجيتين رئيسيتين:

١. **من الأعلى إلى الأسفل (Top-Down):** تكسير المواد الكبيرة (ماكرو) إلى أجزاء صغيرة جداً.

٢. **من الأسفل إلى الأعلى (Bottom-Up):** بناء الجسيمات بدءاً من الذرات أو الجزيئات.

حيث تشمل التقنيات الفيزيائية (الاستئصال بالليزر، والتبخير، والتقنيات البيولوجية "مستخلصات نباتية/ بكتيرية") بهدف إنتاج جسيمات بحجم ١-١٠٠ نانومتر.

١. الطرق الفيزيائية (من الأعلى إلى الأسفل Top-Down)

وهي العملية التي يتم فيها تفتيت المادة من حجمها الكبير إلى جسيمات متناهية في الصغر (في الحجم النانوي) باستخدام قوة فيزيائية، ميكانيكية أو حرارية. وتعتمد هذه الاستراتيجية على مبدأ التصغير بدلاً من بناء المادة ذرةً بذرة. حيث تبدأ بقطعة كبيرة من المادة وتستخدم أدوات خارجية للنحت أو الأجزاء أو التفتيت لتصل إلى الأبعاد المطلوبة.

مميزات هذه الطريقة:

- القدرة على إنتاج كمية كبيرة من المواد.
- موجودة حالياً في النظم الميكروية للأدوات الإلكترونية.

عيوبها:

- صعوبة الحصول على جسيمات متجانسة تماماً في الشكل.

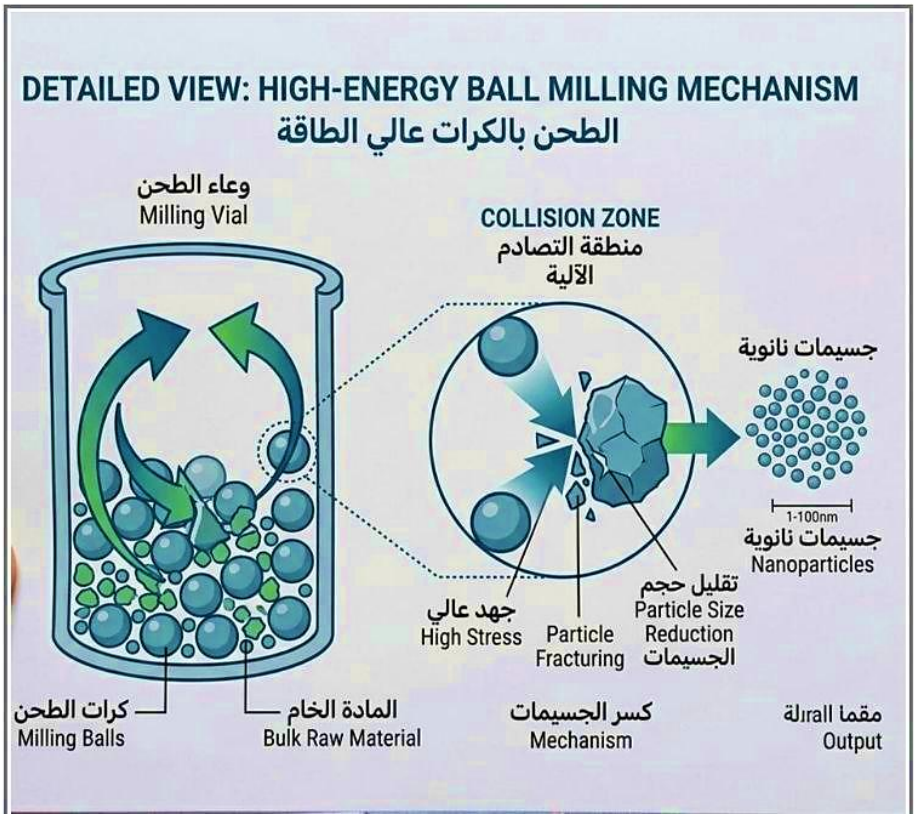
• تنتج جسيمات ذات عيوب عالية في السطح.

أ. الطحن الميكانيكي عالي الطاقة (High-Energy Ball Milling):

• تعد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً لإنتاج المساحيق النانوية المعدنية والسيراميكية، وتعتمد على الخطوات التالية:

• **الآلية:** يتم وضع المادة الخام مع كرات صلبة (مصنوعة عادة من الفولاذ أو السيراميك) داخل وعاء دوار. إن تصادم الكرات مع بعضها البعض، ومع الجدران، ومع المادة المضافة يولد قوى قص وضغط هائلة.

• **النتيجة:** تؤدي هذه القوى إلى تكسير الروابط الكيميائية وتشويه الشبكة البلورية للمادة، مما ينتج عنه تصغير حجم الحبيبات تدريجياً للحصول على مساحيق نانوية تستخدم غالباً في تطبيقات السباكة والمواد الإنشائية.



شكل(٢-٤)طريقة التحضير بالطحن

ب. التذرية بالليزر (Laser Ablation) في السوائل

تعتبر من الطرق الفيزيائية النظيفة لتحضير الجسيمات النانوية المعلقة في السوائل.

الآلية: يتم توجيه شعاع ليزر عالي الطاقة نحو سطح مادة صلبة مغمورة في سائل أو موجودة في الفراغ، فتؤدي الطاقة المركزة إلى تبخير المادة من السطح على شكل بلازما لتشكل جسيمات نانوية.

النتيجة: الجسيمات تكون عالية النقاوة، ولا تتطلب استخدام عوامل كيميائية مختزلة، ولا تخلّف أي فضلات كيميائية ضارة.

(٢-٤) خصائص المواد النانوية

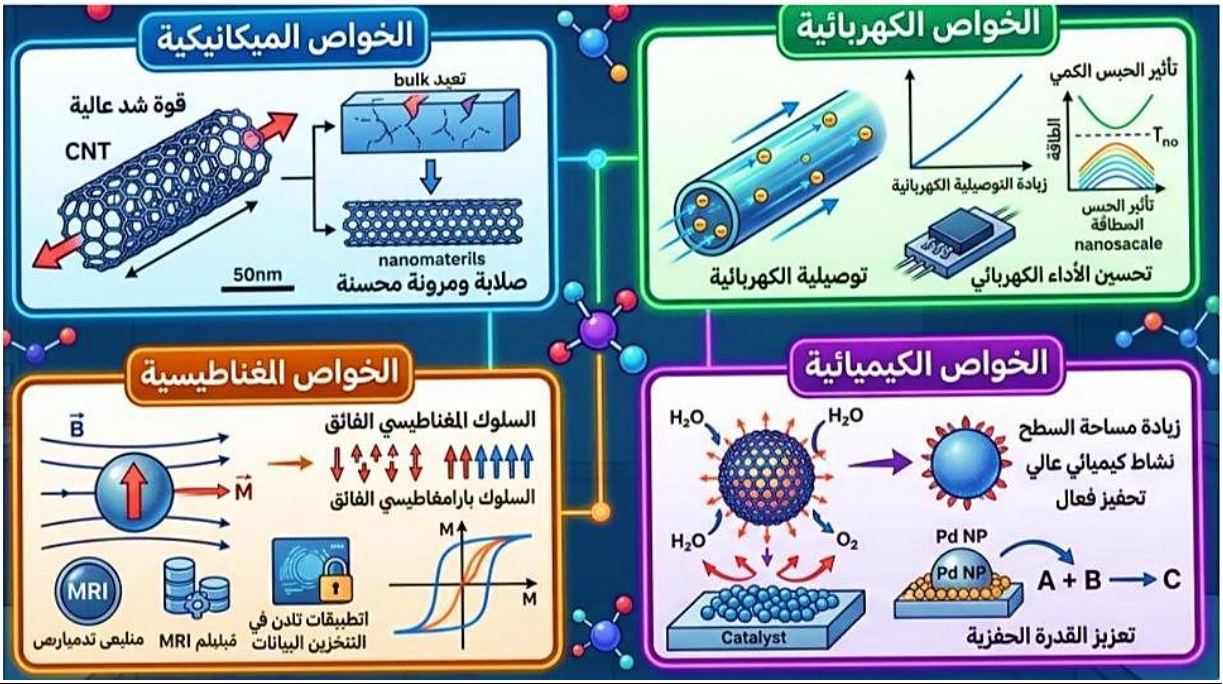
يمكن القول إن المواد النانوية هي تلك الفئة المميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعاد حبيباتها الداخلية بين ١ نانومتر و ١٠٠ نانومتر، وقد أدى صغر هذه المواد إلى أن تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجماً (أي أكبر من ١٠٠ نانومتر) .و فيما يلي اهم الخصائص التي تتمتع بها المواد النانوية:

١ـ**الخواص الميكانيكية:** ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وتزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الأحمال الواقع عليها من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها.

٢- **الخواص المغناطيسية**: تعتمد قوة المغناطيس اعتماداً كلياً على مقاييس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس، وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية تزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح، مما زاد من قوة المغناطيس وشدته.

٣- **الخواص الكهربائية:** إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجابياً على خواصها الكهربائية، حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي، لذا تُستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية في الأجهزة الحديثة ذات المواصفات التقنية العالية.

٤- **الخواص الكيميائية:** أي أنه إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم، فإن تفاعلها يزداد {٦}.



شكل(٢-٣)خصائص المواد النانوية{٧}.

ان من اهم اسباب اختلاف في الخصائص الجسيمات النانوية هي:

١- **حجم الجسيمات**: إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم إلا عندما يصل حجمها إلى المقياس النانوية فتتغير خصائصها. مثلاً: السيليكون بالحجم الطبيعي يعتبر مادة معتمة، أما عندما يكون بالحجم النانوية فإنه يشع باللون الأزرق.

٢- **شكل الجسيمات**: تعتمد خصائص الجسيم النانوية على الشكل الذي يكون كروياً أو أنبوبياً أو سداسياً أو غيرها من الأشكال.

(٢-٥) تطبيقات المواد النانوية

تعد تطبيقات المواد النانوية واسعة في العديد من المحالات حيث تدخل في الكثير من المجالات العسكرية و الطبية و الزراعية و غيرها. سوف اتطرق الى تطبيقات هذه المواد في مجالين فقط و التي مبينة في ادناه

١-تطبيقات المواد النانوية في المجال الطبي

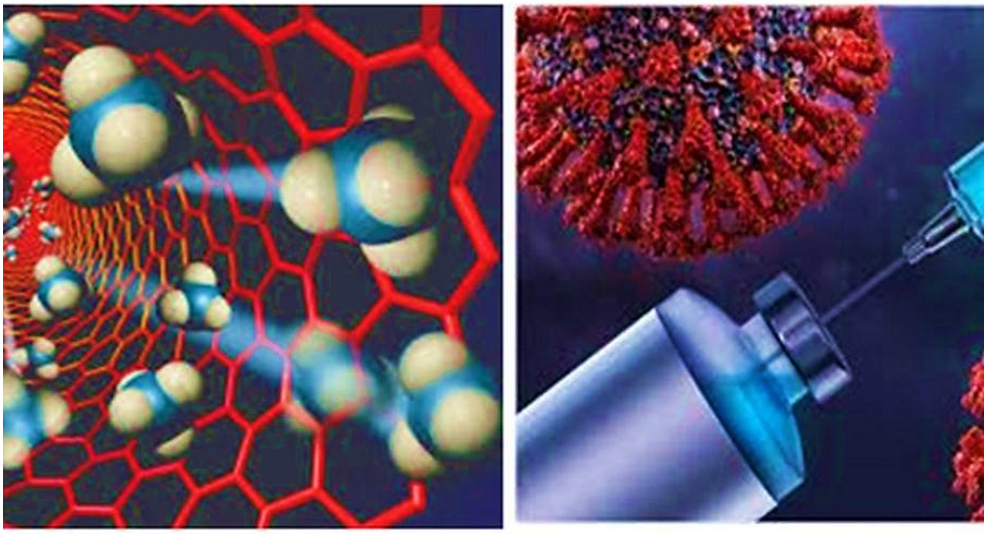
ساهم تطور تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعلاجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية، فمثلاً تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم (حاملات نانوية ذات أحجام تصل لمقياس النانو) تكون قادرة على استهداف خلايا مختلفة في الجسم.

ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية، كذلك يمكن التحكم بتلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة.

إضافة إلى استخدام الميوزيوم النانوية المصنعة كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات، كما تستخدم جسيمات الذهب النانوية في أجهزة الاختبار المنزلي للكشف عن الحمل.

الكشف عن الأمراض: إن الأسلاك النانوية تستخدم كمجسات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها الصغير جداً، حيث يتم طلاء هذه الأسلاك بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية (DNA) أو البروتينات، أو الجسيمات البيولوجية الأخرى في الجسم، ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات، وعندما ترتبط هذه البروتينات أو غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها، وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوية في اكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية، وذلك بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم يتم طلائها بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجسات مختلفة{٨}

علاج السرطان: تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية شكل (٢-٤) ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي ١٢٠ نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي ١٧٠ مرة، وعندما تحقن هذه الأغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا. السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخلايا وموتها. وتمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضوعية نظراً لصغر الأغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن الخطر وعن الآثار الجانبية لتلك الطريقة



شكل (٢-٤) النانو في علاج الخلايا السرطانية {٩}

٢-تطبيقات المواد النانوية في مجال الصناعة

١- **صناعة الطائرات والسيارات:** تقدم تقنية النانو الكثير لتحسين الصناعة في هذا المجال، فهي تدخل على سبيل المثال في صناعة الأبواب والمقاعد والدعامات، ومن أهم مميزات القطع المحسنة أنها صلبة وذات مرونة عالية بالإضافة إلى أنها تتميز بخفة الوزن. وبالنسبة للقطع المحسنة المستخدمة في صناعة الأجزاء الداخلية أنها تقلل من استهلاك الوقود. كما أنها ستساعد في صنع محركات نفاثة تتميز بهدوئها وأدائها العالي.

٢- **صناعة الزجاج:** تدخل تقنية النانو في تحسين الزجاج بشكل عام وتحسين زجاج النوافذ بشكل خاص حيث يصبح عالي الشفافية وذلك باستخدام نوع معين من جسيمات النانو في صناعة من الزجاج يعرف بـ "الزجاج النشط"، حيث أن هذه الجسيمات تتفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية فتهتز مما يزيل الرواسب والغبار الملتصق بالسيارات كما أنها تتميز بأنها تشكل سطحاً قابلاً للماء مما يجعل تنظيفها أمراً سهلاً لدرجة أنه أطلق عليه اسم "زجاج التنظيف الذاتي".

٣- **صناعة النظارات الشمسية:** قامت شركة sunglasses للنظارات الشمسية بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش والانعكاس وأنتجت نظارات النانو ذات الخصائص المميزة، كما أنها تعتبر مقبولة السعر نظراً لصغر الكمية المطلوبة من جسيمات النانو في تصنيعها.

٤- **صناعة المنتجات الرياضية:** تستخدم تقنية النانو في هذا المجال بشكل عام لهدفين، أولاً لتقوية الأدوات الرياضية، وثانياً لإكسابها المرونة والخفة، حيث أن بعض جسيمات النانو أقوى ١٠٠ مرة من المعدن الصلب وأخف منه بـ ٦ مرات. ومن هذه المنتجات التي تم تحسينها: مضارب الهوكي، مضارب البيسبول، مضارب وكرات التنس، كرات الغولف.

٥- **صناعة الدهانات والأصبغة:** حيث تتميز هذه الدهانات بأن لها القدرة على مقاومة الخدش والتآكل والتفتت مما يجعلها مناسبة لطلاء السفن والمراكب.

٦- **التطبيقات الصحية:** أهمها سوائل النانو المضادة للبكتيريا والميكروبات المسؤولة عن الكثير من الأمراض. وتتميز هذه المطهرات بعدم تأثيرها على الأسطح فهي لا تسبب التآكل ولا الصدأ.

الفصل الثالث

المتراكبات(بوليمر-نانو)

(٣-١) المتراكبات

تُعد المتراكبات (Composites) واحدة من أعظم الطفرات العلمية التي أعادت تشكيل مفهوم المواد في العصر الحديث، فهي لا تُمثل مجرد مادة جديدة، بل هي فلسفة هندسية تقوم على "مبدأ التآزر". الفكرة الجوهرية التي انطلق منها هذا العلم تكمن في كسر القيود التي تفرضها المواد التقليدية؛ فالمعادن رغم قوتها قد تكون ثقيلة الوزن أو عرضة للتآكل، والبوليمرات رغم خفتها وسهولة تشكيلها قد تفتقر إلى المتانة الميكانيكية العالية. ومن هنا، جاء مفهوم المتراكبات ليخلق نظاماً مادياً هجيناً يجمع بين عالمين مختلفين، حيث يتم دمج مادتين أو أكثر بخصائص فيزيائية وكيميائية متباينة تماماً، لا لتذوب إحداهما في الأخرى، بل لتبقى الهوية البنيوية لكل منهما واضحة، والهدف هو الحصول على مادة "خارقة" تتجاوز في أدائها مجموع قدرات مكوناتها الفردية.

تاريخياً، لم يكن الإنسان بعيداً عن هذا المفهوم، فقد استلهمه من الطبيعة التي تُعد المعلم الأول في هذا المجال؛ فالعظام البشرية والخشب هي في الأصل متراكبات طبيعية معقدة صممتها الطبيعة لتتحمل الإجهادات العالية بأقل وزن ممكن. ومع التطور الصناعي، انتقل هذا العلم من المحاكاة البسيطة إلى التصميم الدقيق على المستويات الجزيئية والذرية، خصوصاً مع دخولنا عصر النانو. حيث لم يعد الاهتمام منصباً فقط على ما يتم خلطه، بل على كيفية تفاعل "المنطقة البينية" (Interface) بين المكونات، تلك المساحة الخفية التي تُحدد مصير المادة تحت الضغط والحرارة {١}

في السياق الأكاديمي والبحثي، تُمثل المتراكبات اليوم حجر الزاوية في الصناعات الاستراتيجية، فهي اللغة التي تتحدث بها تكنولوجيا الطيران، والطاقة المتجددة، والتقنيات الطبية المتقدمة. إنها تجسد التحول من عصر "استخدام المواد المتاحة" إلى عصر "تصميم المواد حسب الطلب"، حيث أصبح المهندس والباحث قادراً على هندسة مادة تمتلك خصائص حرارية في اتجاه معين، وخصائص ميكانيكية في اتجاه آخر، مما يفتح آفاقاً لا حصر لها للابتكار الذي كان يُعد مستحيلاً في ظل الاعتماد على العناصر المنفردة.

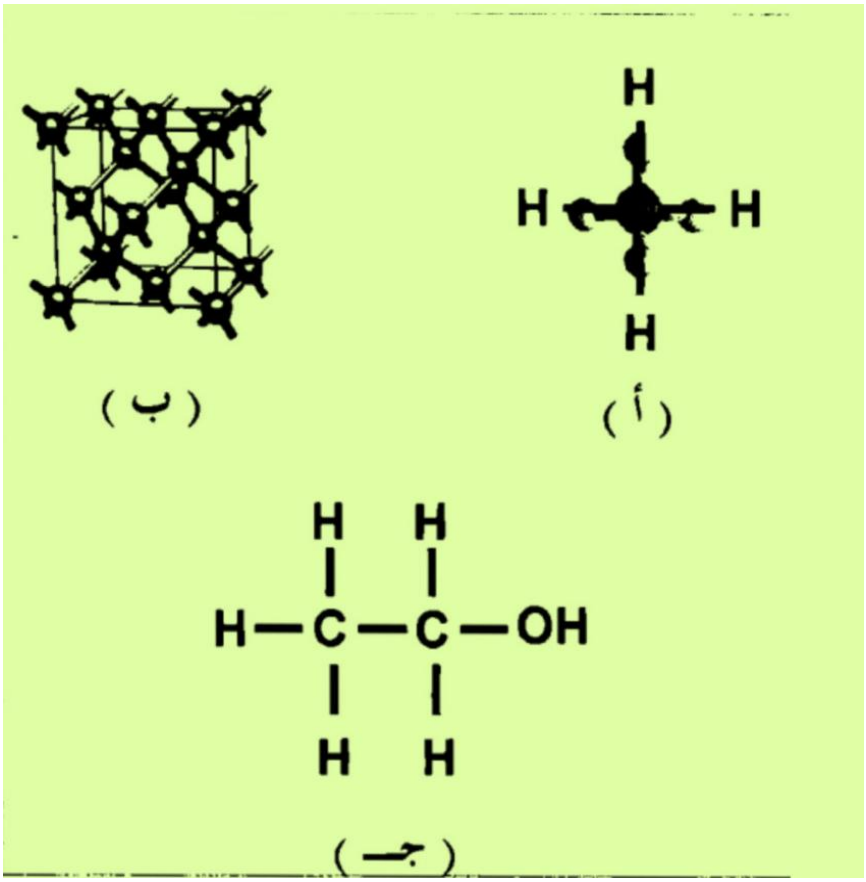
(٣-٢) انواع المتراكبات

ان المتراكبات تقسم او تصنف الى:

١-متراكبات الكربون

تتميز متراكبات الكربون النانوية بانخفاض تكلفتها وسهولة الحصول عليها من مصادر متعددة غنية بالمواد الكربونية كالفحم والبترول والغاز الطبيعي ويتم تصنيع متراكبات الكربون من القوالب بطريقة

تكنولوجيا المساحيق (Technology Powder) من خلال كبس وتجميع مساحيق الكربون الناعمة باستخدام المكابس الساخنة عند درجات حرارة عالية على الرغم من أن معظم المواد المقوية المضافة لمتراكبات الكربون النانوية من القوالب تكون عبارة عن ألياف كربونية نانوية البنية فإن المواد المضافة تختلف وتتنوع بناء على طرق تصنيع المتراكبة والخواص المطلوب الحصول عليها وتعد قابضات السيارات ووسائد فرامل الطائرات بعضا من الأمثلة التطبيقية المهمة التي يتم فيها توظيف متراكبات الكربون النانوية {٢}



شكل (٣-١) متراكبات الكاربون (٣)

٢- متراكبات المواد السيراميكية: إن تميز قوالب متراكبات المواد السيراميكية النانوية بارتفاع صالدتها ومقاومتها لإجهادات الناشئة عن أحمال الضغط مع ثباتها الحرارى والكيميائي فإنها فقيرة في التوصيل الكهربائي والحرارى فتتنوع المواد النانوية المضافة للقوالب من عناصر أو سبائك فلزية أو مواد سيراميكية أو ألياف زجاجية تبعا للخواص المطلوب الحصول عليها والتطبيقات التي ستوظف فيها وتستخدم متراكبات المواد السيراميكية النانوية في تصنيع منتجات التشغيل التي تعمل عند درجات الحرارة العالية كأجزاء من محركات الصواريخ أو الأجزاء المعرضة لعوامل البرى والصدأ والتآكل أثناء التشغيل

٣- **المتراكبات الزجاجية:** تتشابه المواد الزجاجية (Glasse) مع المواد السيراميكية في كثير من الخواص فهي مواد قصفة ذات صالدة مرتفعة وثبات حرارى عال وتتألف متراكبات الزجاج النانونية من القوالب عن طريق إضافة مواد صلبة كحبيبات نانوية الأبعاد من الأكاسيد الفلزية أو الألياف وتتميز متراكبات الزجاج النانونية بمقاومتها الفائقة لإجهادات عند التشغيل في درجات الحرارة العالية مما يوفر لها عوامل النجاح للاستخدام في صناعة مكونات أجزاء المحركات المقاومة للحرارة وفى تصنيع أجزاء المحركات التي لها صلة بالعوادم ومخلفات الاحتراق الداخلي كغرف العادم وحلقات تجميع العادم

٤- **متراكبات البوليمرات:** تتألف قوالب متراكبات البوليمرات النانونية من مادة البوليستر أو الفينول إستير بسبب شيوع استخدامهما وقلة تكلفتهما بحيث يتم تدعيم القوالب بالألياف الكربونية النانونية أو أنابيب الكربون النانونية وأنابيب الصلصال الطبيعي أو المخلق وسبب اختيار هذه الأنواع من المواد النانونية الداعمة يرجع لما تتميز به من مقاومة عالية وصالدة على أنها خفيفة الأوزان فلن تؤثر سلبا في خواص القوالب من ناحية الوزن وتتميز الألياف والأنابيب النانونية للكربون بعدم التأثر بالرطوبة وبثباتها الكيميائي العالي وارتفاع مقاومتها أمام كل الأحماض والقلويات والمذيبات عند درجة حرارة الغرفة وتوظف متراكبات البوليمرات النانونية من القوالب البلمرة وبكثرة في تصنيع الأدوات الرياضية كمضارب التنس وعصى مضارب الجولف وفى تصنيع قضبان صيد الأسماك كما أن متراكبات البوليمرات تعد مواد واعدة حين تستخدم في بعض من أجزاء هياكل السيارات والطائرات وقد أدى التطور بمجال تصنيع البوليمرات والمواد المركبة النانونية لإحداث طفرة تكنولوجية في مجال الطب الحديث وطب العظام والأجهزة التعويضية بصفة خاصة وبالتوازي مع ما تحتكره متراكبات البلمرة النانونية من خواص وصفات غير مألوفة فإنها تتميز بتوافقها الحيوي الكبير مع الجسم البشرى مما أهلها للاستخدام عبر مجموعة واسعة من تطبيقات متقدمة في المجالات الطبية{٤}

(٣-٣) طرق تحضير المتراكبات النانوية

طرق تحضير المواد النانوية بمستخلصات البكتريا والفطريات

توجد طريقتان في تحضير المواد النانوية باستعمال البكتريا والفطريات ومستخلصاتها

اولا: طريقة التخليق ضمن الكتلة الحية او الطريقة الداخلية intercellular Synthesis

وهي تخليق المادة النانوية اثناء نمو الكتلة الحية وتستعمل في تخليق الفضة النانوية والذهب النانوية مثلا حيث يضاف ملح المادة مع محلول وسط النمو وتتكون المادة النانوية اثناء تكاثر الكتلة الحية وتصلح فقط للمواد المعدنية ولا تصلح في تحضير الاكاسيد لكون الاوكسيد يتطلب عامل ترسيب {٥}

ثانيا: طريقة المستخلص الخارجي او التخليق خارج الكتلة الحية extracellular Synthesis

وتعتمد على مستخلص البكتريا او الفطريات ويتم ذلك بتنمية الوسط الزرعي ثم نعزل البكتريا ونحتفظ بالمستخلص الخالي من المادة الحية.

يتم استعمال المستخلص في تحضير المعادن الفلزية او الاكاسيد النانوية حيث مثلا في الفضة النانوية قد يحتاج للمحلول الى التسخين بإضافة نترات الفضة اليه.

وتحضير الاكاسيد النانوية مثل اوكسيد الزنك ، اوكسيد المغنيسيوم او الحديد وغيرها فيتم بإضافة ملح العنصر وليكن نترات المغنيسيوم ويتم مزجه بالتحريك المغناطيسي (تجنب التراسونيك لأنه سوف يمسخ البروتينات ويسبب ترسبها ويعطي شكلا اضافيا للنانو وهو خطا) نعم ممكن استعماله بعد الترسيب.

ولكي يتكون الاوكسيد النانوية فانه لن يتكون لوحده بالضافة الملح الى المستخلص فقط ابدا فلا يتكون الا بالضافة قاعدة اليه لان الاوكسيد يتكون بالضافة هيدروكسيد الصوديوم او الامونيوم الى محلول المستخلص الحاوي على نترات المغنيسيوم فيتحول ايون المغنيسيوم بوجود الهيدروكسيد الى هيدروكسيد المغنيسيوم ثم يتحول بالتجفيف الى الاوكسيد المقابل.

العوامل المؤثرة

١. نوعية الملح تؤثر بشكل قليل جدا

٢. درجة الحرارة عادة تكون بين ٦٠ الى ٨٠ م

٣٠ سرعة التحريك عادة فوق ٥٠٠ rpm

٤. تركيز الملح حيث كلما كان مخففا نحصل حجما اصغر وغير متكتل

٥. تركيز المستخلص حيث يمكن الوصول الى نسبة ١٠٠% من المستخلص وجميعها ناجحة.

٦. سرعة اضافة عامل الترسيب

كلما كانت بطيئة كان النانو المحضر ذو خواص فريدة قد تستمر ل ١٢ ساعة.

٧. نوعية العامل المرسب

مثلا استعمال هيدروكسيد الامونيوم (محلول الامونيا) لا يصلح بالتراكيز العالية لاغلب الاكاسيد والسبب تكوينه مركبات تناسقية ذائبة فنخسر عملية الترسيب مثل النيكل والنحاس والكوبلت حيث لا يستعمل

هيدروكسيد الامونيوم لان الاخيرة تتفاعل معها بشكل معقدات ولا يتكون هيدروكسيد الفلز في حين استعمال هيدروكسيد الصوديوم يكون ناجحا.

٨. المعاملة الاولية

يفضل الترسيب من محاليل حامضية فعادة يحمض المحلول ثم يضاف اليه عامل الترسيب لكي لا يتكون الاوكسيد النانوية بشكل متكتل ومنه نحصل على حجم نانوية صغير

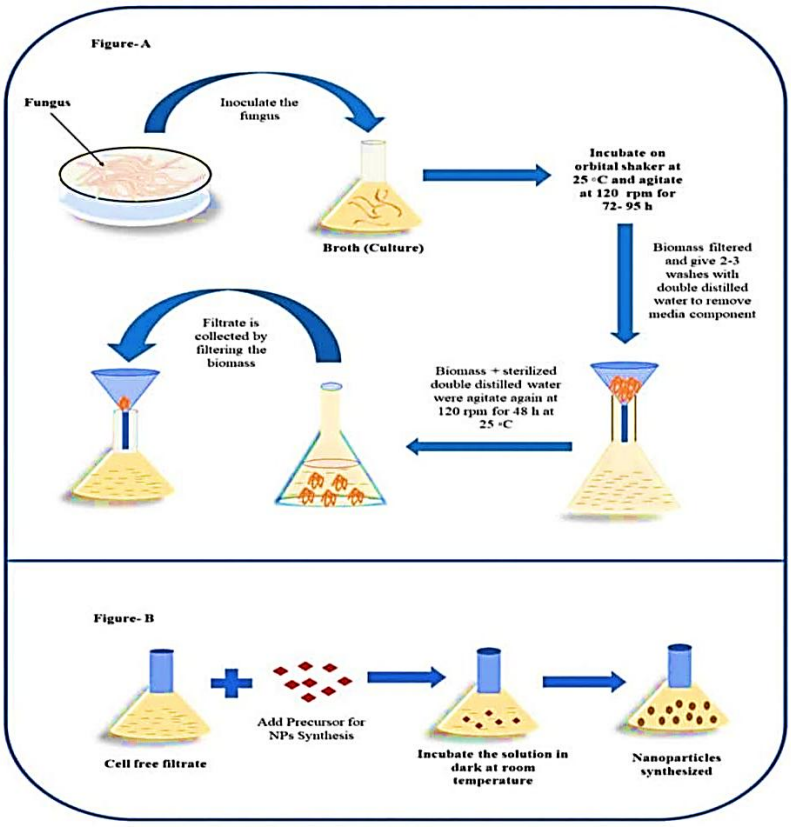
٩. سرعة الترسيب

عادة يكون الترسيب سريعا في حال استعمال الامونيا او هيدروكسيد الصوديوم ولكي يكون بطيئا نستعمل اليوريا او كالمثيلين امين حيث لا يتم الترسيب الا بعد رفع درجة الحرارة وكلاهما ينتج الامونيا التي تتحلل مائيا لتوفر ايون الهيدروكسيد والذي يتفاعل مع الايون لينتج الهيدروكسيد النانوية من ذلك الفلز.

١٠. الدالة الحامضية

اهم عامل مؤثر في عملية الترسيب وخاصة في تكوين الاكاسيد النانوية

حيث لا يمكن ترسيب الاوكسيد الا بتغيير الدالة الحامضية الى درجة عالية من القاعدية .



شكل (٣-٢) عملية تصنيع حيوية للمتراكبات النانوية {٥}

وحدود الدالة الحامضية لها اثار حيث في دالة حامضية لا يمكن الترسيب لكن بالضافة هيدروكسيد الصوديوم او الامونيوم تبدا عملية الترسيب بعد دالة تساوي ٧ اي في الوسط القاعدي. لذا لا يمكن ترسيب الاوكسيد الفلزي مثل اوكسيد الزنك والحديد والكالسيوم والمغنيسيوم الا عندما تكون الدالة الحامضية قاعدية وبما ان المستخلصات عادة تكون متعادلة او قليلة الحموضة لذا لا يمكنها ان تترسب الا بالضافة هيدروكسيد الصوديوم او الامونيوم وهي الخطوة المحددة للتفاعل.

(٣-٤) خصائص المتراكبات

إن المادة الأساس تحمي الألياف الصلبة القوية والمادة المتراكبة تحسن خصائص كل من المادة الأساس

أو الألياف كلاً على انفراد. والدافع الرئيسي وراء تطوير المواد المتراكبة هو لإنتاج مواد ذات خصائص ميكانيكية محسنة غير موجودة في كل من مكوناتها على انفراد, ومن هذه الخصائص:

١.**المقاومة للتآكل:** عند تصميم مركبات بوليمرية ذات مقاومة تآكل ممتاز إلى حد ما يجب الأخذ بنظر الاعتبار اختيار نظام راتنجية مناسب عند التصميم نسبة الى البيئة الكيميائية الموجودة فيه, بالإضافة الى ذلك يجب الانتباه إلى ضمان تحقيق الاداء الأمثل للمتراكب .

ومقاومة التآكل الجيدة ليست فقط تتحقق عن طريق الاختيار الأمثل للراتنج بل تحتاج الى اختيار عملية تصنيع وتركيب مثلى

٢.**التوصيل الحراري:** إن الموصلية الحرارية للمركبات البوليميرية ضرورية للحصول على التدفق الحراري المنتشر داخل المادة وخصائص التوصيل الحراري مستقلة الاتجاه (تكون باتجاه الألياف المنتشرة داخل المادة) ويمكن تحديدها عن طريق معامل التمدد الحراري للمادة

٣.**التوصيل الكهربائي:** معظم المتراكبات غير جيدة التوصيل للكهربائية, ومن الممكن الحصول على درجة من التوصيل الكهربائي عن طريق إضافة المعادن أو جزيئات الكربون أو الألياف الموصلة من خلال الدمج بين المادة الأساس ومادة التقوية للحصول على مادة موصلة كهرومغناطيسية

٤.**صلابة نوعية:** يمكن تعريف الصلابة النوعية بأنها ناتجة من قسمة الصلابة على كثافة المادة, كما يمكن تعريف المقاومة النوعية على أنها مقاومة المادة مقسومة على كثافتها. والمتراكبات التي تمتلك مكونات تركيبية عالية الأداء تتمتع بخصائص نوعية جيدة

٥.**الاستطالة:** الاستطالة المطلقة هي أقصى استطالة يمكن أن يعاني منها البوليمر قبل أن يخضع للانقسام أو الكسر, أما

الاستطالة المرنة فهي النسبة المئوية للاستطالة التي يمكن للمادة أن تصل اليها دون حدوث تشويه دائم للبوليمر ويعود إلى طوله الأصلي بمجرد ازالة الضغط المسلط عليه ومن أمثلتها المطاط الصناعي بالإضافة الى العديد من اللدائن القادرة على التمدد لمسافة طويلة, ومن ثم ترتد الى موضعها الأصلي, إذ يمكن أن تستطيل من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠٪ والعودة إلى أطوالهم الأصلية دون حدوث أي تشوه

(٣-٥) تطبيقات المتراكبات

التطبيقات المتقدمة للمتراكبات النانونية: إن مجموعة المواد المتراكبة النانونية لها مجال فسيحا ورحبا من التطبيقات المهمة التكنولوجية المتقدمة في جميع المجالات فقد تمكن الباحثون والعلماء حديثا من إنتاج أقطاب مؤلفة من حبيبات نانونية الأبعاد لعنصري السيليكون والكربون تسمح عند توظيفها كأقطاب ببطاريات الليثيوم الأيوني برفع كفاءة بطاريات الليثيوم الأيوني في إنتاج الطاقة بشكل أكبر مع السماح بشحن وتفريغ بطارية الليثيوم الأيوني بسرعة عالية وفى زمن قصير .

وتستخدم المواد المتراكبة النانونية كدعامات تعمل على تسريع عملية التئام العظام المكسورة حيث أظهرت نتائج الأبحاث أن عملية نمو العظام البديلة تتسارع عندما تستخدم متراكبات أنابيب البوليمرات النانونية التي تقوم بعمل السقالات التي تقوم بتوجيه وتقويم اتجاهات نمو العظام البديلة وتستخدم المواد المتراكبة النانونية كمتراكبات البوليمرات النانونية في صنع الخلايا اللينة لتحل محل الجلد والأعصاب وفى ترقيع وترميم الأوعية الدموية .

ويتم إنتاج مواد المكونات الهيكلية التي تتمتع بارتفاع في نسبة قوتها مقارنة بالوزن كإنتاج قوالب مادة الايبوكسي) أحد أنواع البوليمرات (المدعمة بأنابيب الكربون النانونية المستخدمة في تصنيع ريش طواحين الهواء في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة وقد دلت النتائج البحثية على تمتع الريش بمقاومة عالية مع خفة الوزن مما يعنى زيادة كمية الكهرباء المتولدة عن الطواحين الهوائية وزيادة العمر التشغيلي لها .

وتعد تطبيقات المواد المتراكبة النانونية المستخدمة في حماية الأسطح الخارجية لمعدات الحفر المستخدمة في حفر آبار البترول والمياه الجوفية وحمايتها من التآكل والصدأ وتتلخص الطريقة في تغطية وطلاء سطح مادة {٧}.

متراكبات فلز الماغنسيوم النانونية لتخزين الوقود: تعد مسألة إنتاج مواد لتخزين الوقود الهيدروجيني تتمتع بالسالمة والكفاءة من أصعب المشكلات التي يتعين حلها قبل المضي نحو تطبيق وتعميم الوقود الهيدروجين يعلى نطاق اقتصادي شامل وإن بعض المواد الفلزية الخفيفة التي تتمتع بقدرتها على استيعاب غاز الهيدروجين كفلز الماغنسيوم وسبائكه فإن درجات الحرارة المطلوبة لهدرجة عنصر الماغنسيوم وتحرير غاز الهيدروجين من هيدريك الماغنسيوم وتنشيط التفاعل مازال يحتاجان لكثير من التطوير والتحسين

وقد تم حديثا بمعامل تكنولوجيا النانو التابعة لمركز أبحاث الطاقة والبناء من التوصل لإنتاج متراكبة نانونية جديدة مؤلفة من مساحيق حبيبات كروية نانونية الأبعاد لمركب هيدريك الماغنسيوم المضاف إليه نسب وزنية بسيطة ال تتعدى قيمتها) ٥ % (من مسحوق مادة أكسيد النيوبيوم من أجل تحسين وتطوير الخواص الهيدروجينية المتعلقة بمعدل امتصاص وتفريغ غاز الهيدروجين وخفض درجات الحرارة التي تتم عندها العمليتان المتضادتان لنحو ٢٠٠ درجة مئوية (مما يرشح المتراكبة ألن يتم توظيفها في إنتاج بطاريات الهيدروجين المستخدمة في تشغيل محركات السيارات الخفيفة وفى تشغيل الأجهزة الكهربائية المحمولة كالهواتف النقالة) الموبايلات (والكمبيوترات المحمولة) الالب توب (وقد أظهرت النتائج تمتع مساحيق متراكبة) هيدريك الماغنسيوم / أكسيد النيوبيوم (نانونية الحبيبات بمقدرتها على إعادة تدوير شحن وتفريغ غاز الهيدروجين ل) ٦٠٠

دورة متتالية دون أن تظهر أي تدهور في نسبة الهيدروجين الممتص والمفرغ .

الفصل الرابع

(٤-١) الاستنتاجات

نستنتج من دراسة الفصل الاول أن البوليمرات ليست مجرد مواد بلاستيكية تقليدية، بل هي أنظمة جزيئية معقدة تمنحنا مرونة عالية في التصميم الهندسي للمادة. إن التنوع الهائل في أصنافها، سواء من حيث التركيب أو المنشأ، يثبت أن الخصائص النهائية للمادة تعتمد بشكل مباشر على طبيعة الروابط وطرق البلمرة المتبعة أثناء التصنيع

نستنتج من دراسة الفصل الثاني أن الانتقال من المقياس المجهري إلى المقياس النانوي ليس مجرد تصغير للحجم، بل هو تحول جذري في هوية المادة الفيزيائية؛ حيث أثبت البحث أن المواد النانوية تمتلك خصائص فريدة (بصرية وكهربائية) لا تتوفر في حالتها التقليدية نتيجة لزيادة نسبة المساحة السطحية إلى الحجم وتأثيرات الحجز الكمي.

نخلص من دراسة الفصل الثالث إلى أن المتراكبات النانوية (Polymer Nanocomposites) تمثل الجيل المتطور من المواد الهندسية، حيث نجحنا في دمج مرونة وسهولة تشكيل البوليمرات مع الخصائص الفيزيائية الاستثنائية للمواد النانوية. إن الاستنتاج الأهم هنا هو أن إضافة الدقائق النانوية بتركيزات مدروسة لا تؤدي فقط إلى تحسين المادة، بل إلى خلق "تآزر" (Synergy) يغير من سلوك المادة كلياً.

(٤-٢) دراسات مستقبلية

١. تطوير الأداء الفيزيائي (البصري والكهربائي).

٢. التطبيقات البيئية ومعالجة المياه باستخدام المواد النانوية.

٣. التطبيقات الذكية والطبية للمواد النانوية.

٤. تقنيات التصنيع الحديثة.

المصادر

مصادر الفصل الاول

1. انواع المواد البوليمرية(محاضرات الكيمياء الصناعية) جامعة الانبار.
2. تكنلوجيا البوليمرات(د. سالم الخليلي)
3. تكنلوجيا المواد النانوية و تطبيقاتها (الجامعة المستنصرية)
4. كيمياء البوليمرات(د. سالم خليل العبيدي)

مصادر الفصل الثاني

1. استخدام المواد النانوية في التطبيقات الطبية(بحث تخرج الطالب احمد سلام)
2. كتاب التراكيب النانوي(د. محمد صلاح)
3. تكنلوجيا المواد النانوية و تطبيقاتها(بحث ماجستير)
4. كتاب: Introduction to Nanotechnology – Charles P. Poole Jr. و Frank J. Owens
5. تكنولوجيا النانو و معالجة المياه(اصدارات مدينة الملك عبد العزيز)

٦. تقنيات النانو(د. محمد شريف الاسكندري)

مصادر الفصل الثالث

1. هندسة المواد (د. جاسم محمد)
2. كتاب تكنلوجية النانو(د. محمد شريف)
3. علم النانو و تقنية النانو(د. احمد عامر حسين)
4. بحث في المتراكبات النانوية (بحث بكالوريوس للطالبة سندس كاظم)
5. محاضرات كلية العلوم جامعة الكوفة
6. علم المواد و هندستها(وليم كالستر)
7. دراسة الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمواد المتراكبة البوليمرية المقواة بالدقائق النانوية(رسالة ماجستير)