



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة ديالى  
كلية العلوم  
قسم الفيزياء



## تحضير ودراسة بعض الخصائص الفيزيائية للمترابك البوليمري CMC:PVA المدعمة بجسيمات CuO النانوية المحضرة بالبلازما

رسالة مقدمة الى  
مجلس كلية العلوم - جامعة ديالى وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء  
من قبل

**ساره مجبل علي**  
(بكالوريوس تربية فيزياء 2017 م)

بإشراف

أ.م.د ردينة علي لطيف

أ.م.د محمد حميد عبد الله

2022 م

1444 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(يرفع الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم

درجات والله بما تعملون خبير)

صدق الله العظيم

سورة المجادلة (الآية 11)

## الاهداء

إلى نبي الرحمة ونور العالمين " سيد الاولين والآخرين شفيعنا محمد عليه أفضل  
الصلاة واتم التسليم .....  
الى من كان دعاؤها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي الى أعلى الاحباب.. اليك اماه قطرة في بحرك  
العظيم حبا وطاعة وبراً.....  
إلى من أحمل اسمه بكل افتخار الى من كلل العرق جبينه.. الى من علمني ان الاعمال الكبيرة لا تتم  
الا بالصبر والعزيمة والاصرار.. إلى والدي العزيز رحمه الله واسكنه فسيح جناته أهدي ثمرة من  
ثمار غرسه.....  
إلى إخوتي وأخواتي.. إلى من تحلوا بالإخاء.. وتميزوا بالوفاء والعطاء.. إلى ينابيع الصدق الصافي..  
حنين .. تقوى .. هاجر.. محمد .. عبد الرحمن.  
الى فلذات آبادي اولاد اختي ... يزن..... لجين  
الى ذلك الشهم الذي جعله الله سندا وعونا في هذه الحياة فأصبح أقرب الناس الى قلوبنا وأكثر من  
يهتم لأمرنا اليك عمي العزيز تورد أجمل الكلمات.....الاستاذ سعد علي زيدان.  
إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر إلى من صاغوا لنا علمهم حروفا ومن فكرهم منارة  
تنير لنا سيرة العلم والنجاح الى من يحملون رسالة الانبياء.....اساتذتي الافاضل.  
إلى من تعلمت كيف اجدهم وعلموني ألا اضيعهم .....أحبائي وأصدقائي

ساره

## الشكر والتقدير

بعد رحلة بحث وعناء واجتهاد تكلمت بإنجاز هذا البحث، نحمد الله (عز وجل) على نعمه التي من بها علينا فهو العلي القدير والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين وصحبه المنتجبين ، وبعد :

اتقدم بخالص شكري وتقديري إلى عمادة كلية العلوم - جامعة ديالى المتمثلة بالأستاذ الدكتور تحسين حسين مبارك المحترم، وإلى رئاسة قسم علوم الفيزياء لما قدموه لي من دعم طيلة فترة الدراسة.

كما يسعدني ويشرفني وأنا أنهي كتابة رسالتي هذه أن أتقدم بخالص شكري وتقديري الى ا.م.د. محمد حميد عبد الله و الى ا.م.د. ردينة علي لطيف لاقتراحهم موضوع البحث وإشرافهم عليه ومتابعتهم المتواصلة وتوجيهاتهم السديدة لي طوال مدة البحث داعيةً الله (العلي القدير) أن يوفقهم لما يحبه و يرضاه .

كما اتقدم بالشكر الى كادر مختبر الدراسات العليا واطم بالذكر (د. مروة رشيد) و (م.م. علي عبد الستار) ، وأتوجه بوافر الشكر والامتنان إلى جامعة بغداد - كلية العلوم - قسم الفيزياء واطم بالذكر أ.د. كاظم عبد الواحد لما قدمه لي من توجيه وارشاد طيلة مدة البحث ، واقدم شكري وامتناني لكادر مختبر الحمد للتحليلات المرضية لكل ما قدموه لي واطم بشكري والذتي الغالية البكتريولوجية الاختصاص (ثريا كاظم اسماعيل) والبكتريولوجية نيرة سمير حسين وتقني تحليلات مرضية حيدر نصيف جاسم، ولا يفوتني أن أشكر زميلاتي وزملائي طلبة الدراسات العليا هالة.. حسين.. مروة.. ضحى.. رفل..نبيل.. داعيةً الله تعالى لهم بدوام النجاح والتوفيق.

وإلى كل أهلي وأحبتى داعيةً الباري (عز وجل) أن يمنَ عليهم بالصحة والعافية وان يفتح لهم أبواب رحمته إنه سميع مجيب .

وأخيراً أتقدم بخالص شكري وامتناني إلى كل من مدّ يد العون والمساعدة لي ولو بكلمة تشجيع أو أشعل في طريقي نور الأمل لإتمام هذه الرسالة .

ساره

## الخلاصة

تم تحضير أغشية بوليمرية (CMC 50%/PVA50%) النقية والمدعمة بجسيمات اوكسيد النحاس النانوية وبنسب مختلفة % (1, 3, 5)، باستخدام تقنية البلازما (Plasma Jet) ، تم دراسة الخصائص التركيبية المتمثلة بحيود الأشعة السينية (XRD) ومطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) والمورفوجية باستخدام المجهر الإلكتروني الباعث للمجال (FE-SEM)، والبصرية والكهربائية و الحرارية للأغشية البوليمرية المحضرة النقية والمدعمة بالمادة النانوية CuO ، أظهرت النتائج التركيبية (XRD) الحصول على جسيمات اوكسيد النحاس CuO ذو تركيب بلوري احادي الميل (Monoclinic) و الاتجاه المفضل للنمو هو (111) ، بينت نتائج مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) التفاعل الجيد بين جسيمات اوكسيد النحاس المحضر والخليط البوليمري (CMC-PVA) ضمن الاغشية البوليمرية المترابطة النانوية ، وبينت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال تم الحصول على اشكال منتظمة تشبه القضبان النانوية ذات ابعاد (القطر بحدود 20 nm والطول بحدود 78 nm).

تم دراسة طيف النفاذية لخليط CMC-PVA بمدى الأطوال الموجية (200-1100) nm وبنسب مختلفة من أوكسيد النحاس النانوي wt% (0, 1, 3, 5)، بينت النتائج إن إضافة جسيمات اوكسيد النحاس النانوي إلى الخليط البوليمري (CMC-PVA) أدى إلى خفض نسبة النفاذية وهذا الانخفاض يزداد مع زيادة محتوى الجسيمات النانوية ويقل مع زيادة الطول الموجي ، إن معامل الامتصاص للأغشية يزداد عند اضافة جسيمات اوكسيد النحاس النانوي ويزداد مع زيادة محتوى الجسيمات ، تم قياس فجوة الطاقة البصرية ( $E_g^{opt}$ ) حيث ظهرت ان فجوة الطاقة واسعة و بحدود (4.3 eV) وقلت بمقدار قليل إلى (3.8 eV) مع زيادة محتوى CuO إلى (5%) نتيجة لخلق مستويات عيوب موضعية بالقرب من نطاق التوصيل، قيم كل من معامل الانكسار ومعامل الخمود والجزء الحقيقي والجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي للأغشية المحضرة تزداد عند اضافة جسيمات اوكسيد النحاس النانوي.

اظهرت نتائج الخصائص الكهربائية بأن قيم التوصيلة الكهربائية المتناوبة للأغشية المحضرة تزداد عند اضافة جسيمات CuO النانوية ومع زيادة كل من تردد المجال الكهربائي المسلط وزيادة محتوى الجسيمات، بينما إن قيم ثابت العزل الكهربائي تزداد مع زيادة كل من محتوى جسيمات CuO النانوية لكنها تنخفض مع زيادة التردد ، في حين إن معامل الفقد العزلي للأغشية المحضرة ينخفض عند اضافة الجسيمات النانوية ومع زيادة التردد .

اظهرت نتائج التوصيلية الحرارية للأغشية البوليمرية المحضرة بأن قيم معامل التوصيل الحراري تزداد بشكل ملحوظ عند اضافة الجسيمات CuO النانوية الى الخليط البوليمري .

## قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
	<b>الفصل الاول (المقدمة و الدراسات السابقة)</b>	
1	المقدمة (Introduction)	(1-1)
2	اشباه الموصلات (Semiconductors)	(2-1)
3	اشباه الموصلات البلورية (Crystalline Semiconductors)	(1-2-1)
3	اشباه الموصلات أحادية التبلور (Single Crystal Semiconductors)	(1-1-2-1)
3	اشباه الموصلات متعددة التبلور (Polycrystalline Semiconductors)	(2-1-2-1)
4	اشباه الموصلات العشوائية (Amorphous Semiconductors)	(3-1-2-1)
4	البوليمرات (Polymers)	(3-1)
5	المواد المترابكة (Composite Materials)	(4-1)
5	المادة الأساس (Matrix) (Material)	(1-4-1)
6	كربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) (Carboxymethyl cellulose)	(1-1-4-1)
6	بولي فينيل الكحول (PVA) (Poly vinyl alcohol)	(2-1-4-1)
7	مادة التدعيم (Reinforcement) (Material)	(2-4-1)
8	أوكسيد النحاس (Copper Oxide)	(1-2-4-1)
9	علم النانو (Nano Science)	(5-1)
10	المواد النانوية (Nanomaterials)	(6-1)
10	تصنيف المواد النانوية (Classification of Nanomaterials)	(1-6-1)
11	الدراسات السابقة (Literature Review)	(7-1)
18	الهدف من البحث	(8-1)
	<b>الفصل الثاني (الجزء النظري)</b>	
20	المقدمة	(1-2)
20	البلازما	(2-2)

22	تصنيع الجسيمات النانوية باستخدام تقنية البلازما	(1-2-2)
23	العيوب البلورية (Crystal Defects)	(3-2)
24	الخصائص التركيبية ((Structural Properties	(4-2)
24	حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction)	(1-4-2)
25	تحويلات فوريير للأشعة تحت الحمراء Fourier Transforms Infrared	(2-4-2)
27	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	(3-4-2)
28	الانتقالات الإلكترونية (Electronic Transitions)	(5-2)
28	الانتقالات المباشرة (Direct Transitions)	(1-5-2)
29	الانتقالات غير المباشرة (Indirect Transitions)	(2-5-2)
29	فجوة الطاقة البصرية الممنوعة (Forbidden Optical Energy Gap)	(6-2)
30	الخصائص البصرية (Optical Properties)	(7-2)
30	حافة الامتصاص الأساسية Fundamental Absorption Edge	(1-7-2)
31	الثوابت البصرية (Optical Constants)	(8-2)
31	العزلية الكهربائية (Dielectric Properties)	(9-2)
32	الخصائص الحرارية (Thermal Properties)	(10-2)
33	التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity)	(1-10-2)
<b>الفصل الثالث- الجزء العملي</b>		
35	المقدمة ( Introduction )	(1-3)
37	المواد المستخدمة (Materials Used)	(2-3)
37	مادة الأساس (Matrix Material)	(1-2-3)
37	كاربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) (Carboxymethyl Cellulose)	(1-1-2-3)
37	بولي فينيل الكحول (PVA) (Poly vinyl alcohol)	(2-1-2-3)
38	المواد المدعمة ( Reinforcements Materials )	(3-1-2-3)
38	تحضير جسيمات ثنائي أكسيد النحاس النانوية	(1-2-2-3)
39	تحضير النماذج (Samples Preparation)	(3-3)
39	تحضير الاغشية البوليمرية النقية (Pure Polymeric Films Preparation)	(1-3-3)
40	تحضير المتراكبات (Preparation of Composites)	(2-3-3)
41	الاجهزة المستخدمة (Equipment's Used)	(4-3)
41	اجهزة الفحوص التركيبية (Structural Tests Equipment)	(1-4-3)
41	جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) (X-ray Diffraction)	(1-1-4-3)
42	جهاز المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	(2-1-4-3)



43	جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)	(3-1-4-3)
44	الفحوصات البصرية (Optical Test)	(2-4-3)
45	جهاز الفحوص الكهربية (Electrical Tests)	(3-4-3)
46	الفحوصات الحرارية (Thermal Tests)	(4-4-3)
46	جهاز التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity)	(1-4-4-3)
50	<b>الفصل الرابع - النتائج والاستنتاجات</b>	
47	المقدمة Introduction	(4-1)
47	الفحوصات التركيبية Structural Examinations	(4-2)
52	تحويل فورييه لطيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)	(4-3)
54	الخصائص البصرية Optical properties	(4-4)
60	التوصيلية المتناوبة	(4-5)
65	لتوصيلية الحرارية	(4-6)
	الاستنتاجات	(5-1)
	المشاريع المستقبلية	(5-2)
	المصادر	

## قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الشكل
3	مخطط حزم الطاقة في المواد.	(1-1)
4	التركيب البلوري للمواد.	(2-1)
6	الصيغة التركيبية لمركب CMC	(3-1)
7	مخطط انتاج بوليمر PVA	(4-1)
8	تصنيف المواد المترابطة.	(5-1)
11	تصنيف المواد النانوية.	(6-1)
22	مخطط توضيحي للجهاز المستخدم لتصنيع الجسيمات النانوية باستخدام تقنية البلازما.	(1-2)

24	العيوب البلورية	(2-2)
25	حيود الأشعة السينية من مجموعة من المستويات الذرية	(3-2)
26	منطقة طيف (IR) لمجاميع مهمة في البوليمر.	(4-2)
27	المكونات الأساسية للمجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(5-2)
29	أنواع الانتقالات الإلكترونية. (a) انتقال مباشر مسموح (b) انتقال مباشر ممنوع (c) انتقال غير مباشر مسموح (d) انتقال غير مباشر ممنوع .	(6-2)
33	مخطط قياس التوصيل الحراري باستخدام قرص لي.	(7-2)
36	مخطط طريقة العمل والأختبارات المنجزه.	(1-3)
38	المظهر الخارجي كاربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) بالإضافة الى بولي فينيل الكحول (PVA).	(2-3)
39	الخطوات العملية للتفاعل الكيميائي لتحضير (CuO) اوكسيد النحاس النانوي باستخدام تقنية البلازما : a - تمثل شريحة النحاس Cu ، b- غمر الشريحة في بيكر حراري يحتوي ماء نقي ، c- تعرض شريحة النحاس لإشعاع البلازما بتأثير غاز الاركون المستخدم ، d- يمثل مرحلة تكوين اوكسيد النحاس النانوي CUO ذو لون بني.	(3-3)
40	صور الاغشية (CMC/PVA) النقية الشفافة المحضرة.	(4-3)
41	صور للأغشية المترابطة البوليمرية المحضرة بنسب مختلفة ( 1, 3, 5 wt% ) من اوكسيد النحاس النانوي (CuO)	(5-3)
42	جهاز حيود الاشعة السينية (XRD).	( 6-3 )
43	(a) جهاز المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM) (b) مبدأ العمل.	( 7-3 )
43	مطياف الاشعة تحت الحمراء (FTIR).	( 8-3 )
44	مخطط جهاز (FTIR).	( 9-3 )
45	جهاز مطياف (UV-VIS).	( 10-3 )
45	جهاز فحص الخصائص الكهربائية (LCR Metter).	( 11-3 )

46	صورة جهاز قياس التوصيلية الحرارية ( قرص لي).	( 12-3 )
48	حيود الأشعة السينية لعينة أكسيد النحاس النانوي.	( 1-4 )
49	صورة المجهر الالكتروني الماسح لعينة أكسيد النحاس النانوي المحضرة.	( 2-4 )
50	صور المجهر الالكتروني الماسح لعينتي خلائط البولمرين CMC-PVA (A) النقية و (B) العينة المدعمة بقضبان اوكسيد النحاس النانوية بنسبة 5%.	( 3-4 )
51	تحليل مكونات العناصر بواسطة التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لقضبان اوكسيد النحاس النانوية	( 4-4 )
52	تحليل مكونات العناصر بواسطة التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لعينتي خلائط البولمرين CMC-PVA (A) النقية و (B) العينة المدعمة بقضبان اوكسيد النحاس النانوية بنسبة 5%.	( 5-4 )
53	أنماط FTIR لخلائط CMC / PVA النقية والمشوبة بنسب وزن مختلفة من CuO-NPs	( 6-4 )
55	طيف امتصاص للأشعة المرئية فوق البنفسجية لمعلق اوكسيد النحاس المحضر بواسطة بلازما الأرجون للتيار المستمر في الجو	( 7-4 )
56	حساب فجوة نطاق الطاقة لمعلق اوكسيد النحاس المحضر بواسطة علاقة $Tauc$ للانقالين (A) المباشر و (B) الغير المباشر	( 8-4 )
57	طيف النفاذية للأشعة المرئية فوق البنفسجية (A) وتطبيق صيغة تاونس لحاب فجوة الطاقة لخليط CMC-PVA المدعمة بنسب مختلفة من اوكسيد النحاس بنسب مختلفة.	( 9-4 )
57	تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.	(10-4)
58	فجوة الطاقة للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO	(11-4)
58	تغير معامل الخمود مع الطول الموجي للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.	(12-4)
59	تغير معامل الانكسار مع الطول الموجي للمترابك النانوي	(13-4)

	.CMC/PVA-CuO	
59	تغير ثابت العزل الحقيقي مع الطول الموجي للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO	(14-4)
60	تغير ثابت العزل الخيالي مع الطول الموجي للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO	(15-4)
61	تغير لوغاريتم الموصلية مع التردد الزاوي لخلائط CMC-PVA مع نسب مختلفة من أوكسيد النحاس النانوي	(16-4)
62	تغير السعة مع التردد الزاوي لخلائط CMC-PVA مع نسب مختلفة من أوكسيد النحاس النانوي.	(17-4)
63	تباين ثابت العزل الكهربائي مع التردد الزاوي لخلائط CMC-PVA مع نسب مختلفة من أوكسيد النحاس النانوي..	(18-4)
64	تغير ثابت الفقد لخلائط CMC-PVA مع تغير نسبة أوكسيد النحاس النانوي.	(19-4)
65	تغير معامل التوصيل الحراري لخلائط CMC-PVA مع تغير نسبة أوكسيد النحاس النانوي.	(20-4)

## قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
(1-3)	بعض الخصائص لكل من البوليمرين PVA/CMC.	37
(1-4)	معلومات حيود الاشعة السينية والتي تضم زاوية الحيود والمسافات البينية وعرض القمم والحجم البلوري والاتجاه المطابق لهذه الزاوية لعينة اوكسيد النحاس النانوي	48
(2-4)	حزم FTIR لخلائط CMC/PVA النقية والمشوبة بنسب وزنية مختلفة من CuONPs	54
(3-4)	العامل الاسي لخلائط CMC/PVA مع نسب مختلفة من اوكسيد النحاس النانوي	64

## قائمة الرموز

Symbols	Description	Units
$A$	المساحة	$m^2$
$d_{hkl}$	المسافات بين الذرات	nm
$E_g$	فجوة الطاقة	eV
$E_p$	طاقة الفونون المنبعثة او الممتصة	eV
FWHM	العرض الكامل عند منتصف الشدة	Radins
$G.S$	الحجم البلوري	nm
$H$	ثابت بلانك	J/s
$I$	الشدة	$W/m^2$
$I_H$	تيار هول	A
$K$	معامل التوصيل الحراري	
$N$	تركيز حاملات الشحنة	$cm^{-3}$
$q$	الشحنة	C
$Q$	تدفق الطاقة الحرارية	$J/m^2$
$R_H$	مقاومة هول	$\Omega$
$T$	الزمن	S
$V$	الجهد الكهربائي	V
$V_H$	فولطية هول	V
$X$	سمك الاغشية	nm
$\epsilon_o$	سماحية الفراغ	$F.cm^{-1}$
$\epsilon_r$	ثابت العزل الكهربائي	-
$\tan\delta$	ثابت الفقد الكهربائي	-
$\Delta$	زاوية فرق الطور	rad
$\Sigma$	التوصيلية الكهربائية	$\Omega^{-1}.cm^{-1}$
$\theta$	زاوية الحيود	Degree

$\mu_H$	تحركية الالكترونات	$\text{cm}^2/\text{v.s}$
$\lambda$	الطول الموجي	nm
$\alpha$	معامل الامتصاص	$\text{cm}^{-1}$
L	الحجم الهندسي للبلازما	
$\lambda_D$	مدى اختراق المجال الكهربائي للبلازما	
$k_B$	ثابت بولتزمان	-
$\omega_p$	تردد تذبذب الالكترون	
Te	درجة حرارة الالكترون	$C_o$
Ti	درجة حرارة الايون	$C_o$
Tg	درجة حرارة الغاز	$C_o$

## قائمة الاختصارات

Term	Description
<i>AFM</i>	مجهر القوة الذرية
<i>C.B.</i>	نطاق التوصيل
<i>FE-SEM</i>	المجهر الالكتروني الماسح ذو انبعاث المجال
<i>FTIR</i>	مطياف تحويل فورييه للأشعة تحت الحمراء
<i>NPs</i>	الجسيمات النانوية
<i>V.B</i>	نطاق التكافؤ
<i>XRD</i>	حيود الاشعة السينية
<i>CMC</i>	كربوكسي ميثيل سيليلوز
<i>PVA</i>	بوليمر بولي فنايل الكحول

# الفصل الاول

## المقدمة والدراسات السابقة

□ □ □ pter □ ne

□ ntro □ □ ction □ n □ □ iter □ t □ re

□ e □ ie □



## 1-1 □ المقدمة □ □□ Introduction □□□

يتضمن هذا الفصل نبذة تعريفية عن علم النانو وتطبيقاته ، واستعراضاً لأهم الدراسات السابقة عن أكسيد النحاس والدراسات الحديثة حول أهمية الجسيمات النانوية في التأثير ضد ميكروبي والاستخدامات الاخرى المتعددة لهذا المركب باختلاف طرائق تحضيره النانوية، ونظرا لمتطلبات الصناعة الحديثة فقد برزت الحاجة إلى استعمال مواد جديدة ذات خصائص فيزيائية عالية جدا بحيث تكون هذه المواد خفيفة الوزن و ذات متانة ومرونة فضلا عن مقاومتها للظروف البيئية المختلفة، لذلك تم تصنيع ما يسمى بالمواد المتراكبة (Composite Materials). و تعرف هذه المواد على انها نظام مادي يتألف من خليط أو مزيج من مكونين أو أكثر من المواد المختلفة، والتي تظهر اختلافا في الشكل وفي التركيب لكنها غير قابلة للذوبان في بعضهما البعض. وتمكن المهندسون والباحثون من جعل المواد أخف وزنا وأقوى وذلك باستخدام متراكبات ذات اساس بوليمري مدعمة بالألياف, اذ تتميز بكونها ذات مقاومة لإجهادات الشد ومقاومة للصدمة وذات مقاومة جيدة جدا للتآكل وللعوامل البيئية من ضغط ورطوبة ودرجة حرارة وغيرها , فضلا عن صلابة عالية وتمدد حراري منخفض [1] . قد تطورت تكنولوجيا البوليمرات سريعا ايضا بسبب امتلاكها الخصائص المميزة و الحاجة الماسة الى بدائل تكون ذات مميزات تكنولوجية مختلفة افضل من بعض المواد التقليدية, فضلا عن استخداماتها العملية كما في التطبيقات الكهربائية مثلا, إذ استخدمت قابلية عزلها الكهربائية العالية في حماية التيارات الكهربائية في الموصلات من التسرب, وحماية المجالات العالية ايضا من الانهيار, كما دخلت هذه المواد ضمن تصنيف المواد شبه الموصلة والموصلة [2]. والمواد المتراكبة تكون كذلك على أنواع عدة فمنها ذات الأساس المعدني مثل الألمنيوم والحديد, اذ تتميز بالمتانة العالية, وبسبب ثقل وزنها جعل منها محدودة الاستعمال. والنوع الأخر من المواد المتراكبة ذات الأساس السيراميك و التي تتميز بانها تتحمل درجات الحرارة العالية ولكن مقاومتها للصدمة تكون ضعيفة. اما المواد المتراكبة التي تكون ذات الأساس اللدائني فتعد من أفضل الأنواع وذلك لما تتمتع به من مميزات و صفات ميكانيكية عالية فضلا عن سهولة التصنيع [3].

## اشباه الموصلات (Semiconductors)

يمكن ان تصنف المواد الصلبة اعتمادا على التوصيلية الكهربائية إلى ثلاثة أنواع هي:-

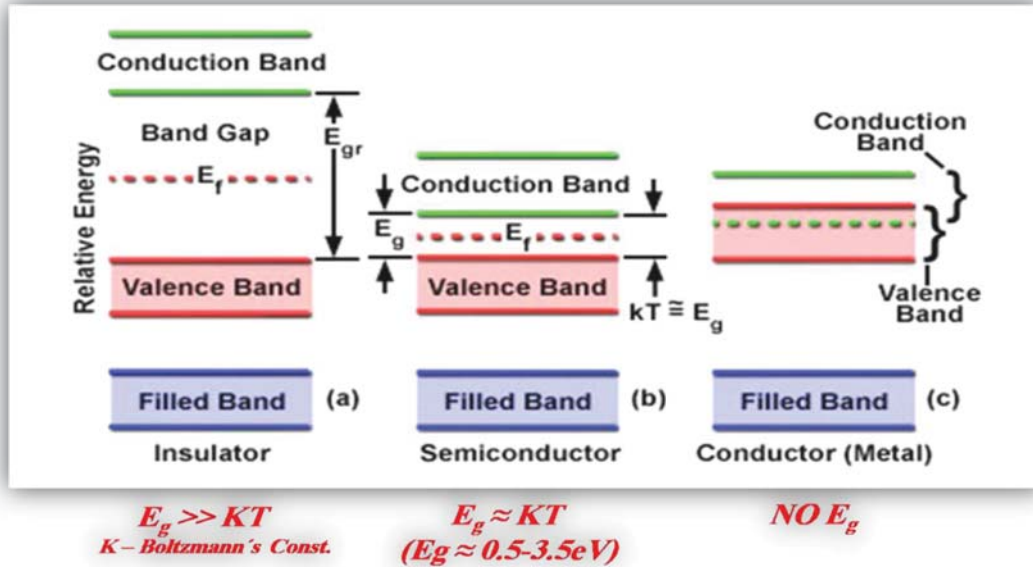
- 1- مواد موصلة (Conducting Materials) : تكون ذات توصيلية كهربائية عالية جداً بحدود  $(10^3 - 10^8) (\Omega.cm)^{-1}$ .
- 2- مواد عازلة (Insulating Materials) : تكون ذات توصيلية كهربائية واطئة جداً تكون بحدود  $10^{-18} - 10^{-8} (\Omega.cm)^{-1}$ .
- 3- اشباه الموصلات (Semiconductors) : هي تلك المواد التي تكون توصيليتها الكهربائية بين هاتين المجموعتين ذات توصيلية كهربائية بحدود  $(10^3 - 10^8) (\Omega.cm)^{-1}$ .

اغلب أشباه الموصلات تتميز بانها مواد عازلة بدرجة حرارة الصفر المطلق، من الصعوبة تحفيز الكتروناتها حراريا لأنها يمكن ان تتحول الى مواد موصلة عند رفع درجة حرارتها او وذلك عن طريق اضافة كميات قليلة من الذرات الشائبة اليها او احدث عيوب في تركيبها البلوري، والشكل (1-1) يوضح مخطط حزم الطاقة في المواد.

تمتلك أشباه الموصلات عدة صفات مميزة جعلت منها في غاية الأهمية في التطبيقات العلمية، ومن

بين تلك الصفات [4]:

- 1- تمتلك اشباه الموصلات مقاومة ذات معامل حراري سالب Coefficient Negative Thermal ، وهذا معاكس لما تتصف به المعادن. إذ ان بزيادة درجة الحرارة تقل مقاومتها ، وهذا معاكس لما تتصف به المعادن.
- 2- إن احدث بعض العيوب أو اضافة الشوائب في التركيب البلوري في أشباه الموصلات، من الممكن ان تؤدي إلى زيادة توصيليتها وكذلك ظهور نوع واحد من حاملات الشحنة و اختفاء النوع الآخر.
- 3- ان شبه الموصل النقي يحتوي على توصيلية كهربائية ذاتية وهنا سوف يكون مستوى فيرمي في منتصف فجوة الطاقة.
- 4- تمتلك مقاومة نوعية تتراوح بين  $(10^3 - 10^8) (\Omega.cm)^{-1}$  في درجة حرارة الغرفة.
- 5- أشباه الموصلات مواد حساسة للضوء، إذ تتغير مقاومتها الكهربائية عند تعرضها لضوء ذي طول موجي مؤثر.
- 6- تتأثر التوصيلية الكهربائية لأشباه الموصلات عند تسليط مجال مغناطيسي وكهربائي عليها.



الشكل (1-1) : مخطط حزم الطاقة في المواد.

### 1-1-1 اشباه الموصلات البلورية (Crystalline Semiconductors)

ان ترتيب الذرات في اشباه الموصلات البلورية يحدث بشكل هندسي منتظم ويتكرر دورياً في الأبعاد الثلاثة وايضا لمدى طويل وينتهي بانتهاء الشبكة، و يمكن ان تقسم أشباه الموصلات البلورية على قسمين هما:

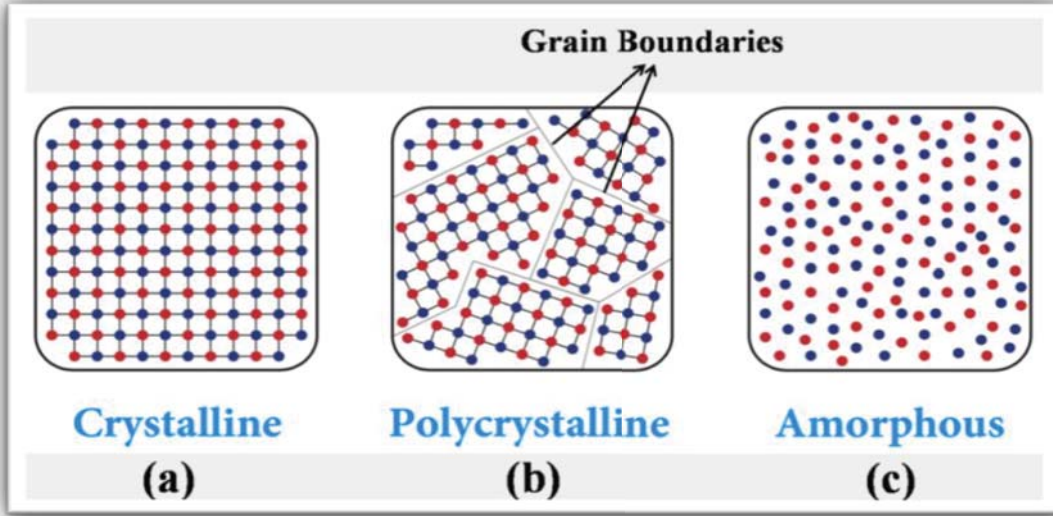
#### 1-1-1-1 اشباه الموصلات أحادية التبلور (Single Crystalline Semiconductors)

تتميز المواد أحادية التبلور بكون ذراتها أو جزيئاتها مرتبة بشكل منتظم إذ تعيد ترتيب نفسها بصورة دورية متكررة في الأبعاد الثلاثة ولأمد طويل لتكون هيكل هندسي منتظم لذا فأنها تمتلك نوعاً من التماثل (Symmetry)، وأن هذا النوع من ترتيب الذرات في البلورة يسمى بترتيب المدى الطويل (Long-Range Order) كما موضح في الشكل (1-2)، إذ إن ترتيب الذرات الدوري في البلورة يعرف بالشبكة (Lattice) والتي تتكون من وحدات مكررة على امتداد البلورة حيث إن كل وحدة من هذه الوحدات تعرف بوحدة الخلية (Unit Cell) [6].

#### 1-1-2 اشباه الموصلات متعددة التبلور (Polycrystalline Semiconductors)

تمتاز هذه المواد بنمط لا يمتد لمدى بعيد بل يتوقف عند حدود معينة داخل البلورة تسمى بالحدود الحبيبية (Grain-Boundary) التي عندها ينقطع الترتيب الدوري للمادة، وتتكون المادة من عدد كبير من

البلورات الصغيرة تسمى بالحبيبات (Grains) وأن الحبيبة الواحدة تتألف من آلاف من وحدات الخلايا و كما مبين في الشكل (b-1-2).



الشكل (2-1) : التركيب البلوري للمواد.

### 1-1-1 أشباه الموصلات العشوائية (Amorphous Semiconductors)

هي ذلك النوع من المواد التي تتقارب ذراتها عشوائياً (Randomly)، إذ لا يمكن عدّ ترتيب ذراتها تكراراً لأي وحدة خلية، إذ إن الترتيب الذري في أي مقطع من المادة لا يشبه ترتيب المقطع الذي يليه وهذا الترتيب يدعى بترتيب المدى القصير (Short-Range Order)، إن الحالة العشوائية تكون حالة غير مستقرة ثرموديناميكياً أي إنها تتحول إلى مادة متبلورة عندما تزول أسباب تكوينها العشوائي أو عندما تفقد الطاقة الزائدة التي تمتلكها. وكما في الشكل (c-1-2) يبين التركيب البلوري للمواد [7].

### 1-1-2 البوليمرات Polymers

البوليمر كلمة لاتينية تتكون من المقطع (Poly) ويعني متعدد والمقطع (mer) وتعني الوحدة، لذا فإن البوليمر يعني متعدد الوحدات، وتتكون البوليمرات من سلاسل من الجزيئات الكبيرة عن طريق ارتباط عدد من الجزيئات الصغيرة و التي تعرف بالمونوميرات (Monomers)، وتدعى عملية ارتباط هذه الجزيئات الصغيرة مع بعضها بعملية البلمرة (Polymerization) [8]. وترتبط الجزيئة في السلسلة البوليميرية الرئيسية بأواصر تساهمية (Covalent Bonds)، وقد يحدث أن ترتبط السلاسل البوليميرية الرئيسية بأواصر تساهمية كما هو في البوليمرات غير المطاوعة للحرارة في حين ترتبط بعض سلاسل

الجزئية الرئيسية للبوليمرات المطاوعة للحرارة بقوى فان درفالز (Vander Waal's Forces) والتي تدعى بالقوى الثانوية (Secondary Forces) [9].

## 1- المواد المترابطة Composite materials

مع تطور علم المواد الذي له الاثر في نمو واستيعاب نظام جديد ومهم يتضمن الاشارة الى معظم المواد الهندسية، زاد الاهتمام بهذا النظام المرن واصبح معدل التقدم فيه يزداد بسرعة كبيرة جدا، و الذي يتمثل بالمواد المترابطة.

يمكن تعريف المواد المترابطة على انها مزيج غير متجانس (Heterogeneous Mixtures) او متغاير الخصائص لاثنين او اكثر من الاطوار المتجانسة التي ترتبط مع بعضها البعض. وعن طريق هذه المواد يتم الحصول على تنظيم معين للخصائص لا يمكن ان نحصل عليه من المواد لو كانت منفصلة، ونتيجة لذلك امتد واتسع استعمال المترابكات في القرن الاخير.

ومن الناحية العملية تعرف المواد المترابطة على أنها تلك الانظمة الصلبة الناتجة عن اشتراك مادتين او اكثر لا تتفاعلان كيميائياً ولكنهما يتأصران فيزيائياً اي لهما مميزات مثالية من الناحية العملية وهي الكثافة القليلة والمتانة العالية للمنتج المصنع. ان سلوك المواد المترابطة وتصرفاتها يعتمد على ثلاثة عناصر [10]:

1- المادة الاساس (Matrix Material).

2- مواد التدعيم (Reinforcement Materials).

3- السطح البيني (Interface).

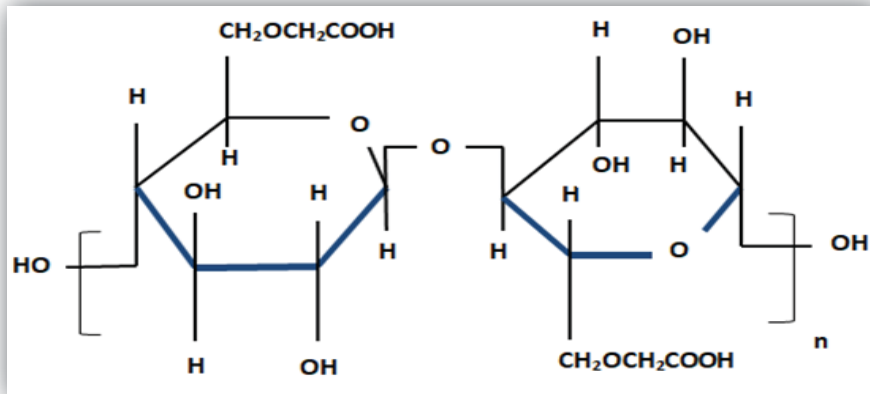
اما الخصائص التي يمكن تحسينها بوساطة التشكيل للمواد المترابطة فهي المقاومة والجساءة ومقاومة التآكل ومقاومة البلى والوزن وعمر الكلال والسلوك المعتمد على درجة الحرارة والعزل الحراري والتوصيلية الحرارية والعزل الصوتي [11].

## 1-1-1 المادة الأساس Composite materials

تعمل على ضم وربط مادة التدعيم (كالألياف و الدقائق)، إذ تلتصق معها وبقوة و تعمل على تثبيتها وتحافظ عليها من التلف، والمادة الأساس إما تكون معدنية و أما لدائنية و أما سيراميكية. وتعد اللدائن من أكثر أنواع البوليمرات الشائعة الاستعمال وذلك لما تمتلكه من خصائص ميكانيكية جيدة والمواد الأساسية الداخلة في صناعة اللدائن هي الراتنجات (Resins) [12].

### 1-1-1-1 كربوكسي ميثيل سيليلوز (Carboxymethyl Cellulose)

كربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) يعرف بأنه بوليمر حيوي مشتق من السليلوز، موجود بوفرة في العالم نتيجة حالته المتجددة. كما ان مركب كربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) عبارة عن بولي السكاريد (polysaccharide) الخطي ذي السلاسل الطويلة، إذ انه يتكون من وحدات (-D-β glucopyranose) مرتبطة بواسطة روابط جليكوسيدية (β-1,4-glycosidic). يستخدم CMC في العديد من المجالات والتطبيقات منها الصناعية والغذائية والطبية. كذلك يعد CMC أحد أهم مشتقات السليلوز وهو ملح الصوديوم في كربوكسي ميثيل السليلوز. يتم تكوينه عن طريق عملية الكربوكسي ميثيل (carboxymethylation of the hydroxyl group) لمجموعة الهيدروكسيل في السليلوز، كما ويعتبر CMC من المواد القابلة للذوبان في الماء، ويتميز باستخدامه في العديد من التطبيقات كالمحسسات، الدوائر الكهربائية، المحفزات وايضا في الصناعات الغذائية ومستحضرات التجميل وصناعة المواد المنظفة والادوية وغيرها [13]، نظرا لأن بوليمر CMC يمتلك مجموعة واسعة من التطبيقات، فإن قابليته السريعة للذوبان (High Solubility) وطبيعته العشوائية (Amorphous Structure) وانخفاض خصائصه الكهربائية ادت الى التقيد في صناعة التطبيقات الكهربائية كالمحسسات (Sensors) والخلايا الشمسية (Solar Cells)، كذلك في مجال معالجة المياه (Water Treatment) [14]، لذلك من اجل الحصول على خصائص افضل يتم مزج بوليمر CMC وربطه مع بوليمرات أخرى الشكل (1-3) يوضح التركيب الكيميائي له .



الشكل (1-3): الصيغة التركيبية لمركب كاربوكسي ميثيل السليلوز CMC.

### 1-1-2-1 بولي فينيل الكحول (Polyvinyl Alcohol)

المادة الأساس التي تم استخدامها في تحضير المادة المترابطة هي بوليمر بولي فنيل الكحول (PVA) الذي يكون على شكل حبيبات لونها أبيض والمنتج من شركة (Central Drug House

(P) Ltd الهندية و معدل الوزن الجزيئي له ( 14.000 g/mol ) اما بولي ميري بولي فينيل الكحول

(PolyvinlAlcohol) يكون على شكل حبيبات ذات لون ابيض، وهي مادة مصنعة من قبل شركة

(Pranreac\Spain)، كما تم قياس نقاوة مادة الPVA باستخدام جهاز نقطة الانصهار (MeltingPoint)

فوجد علميا انه يمتلك نقطة انصهار مقدارها (220.5 C<sup>0</sup>) اما القيمة النظرية تساوي (230C<sup>0</sup>) وبذلك

تمتلك نقاوة مقدارها (99.8%) [15-16] .

يمتاز PVA بامتلاكه قابلية لذوبان في الماء، إذ انه يذوب ببطء في الماء البارد ولكنه يذوب بسهولة

وسرعة في الدرجات الحرارية العالية ويكون مقاوم لفعل المذيبات والزيوت. كما انه يمتلك قابلية الالتصاق

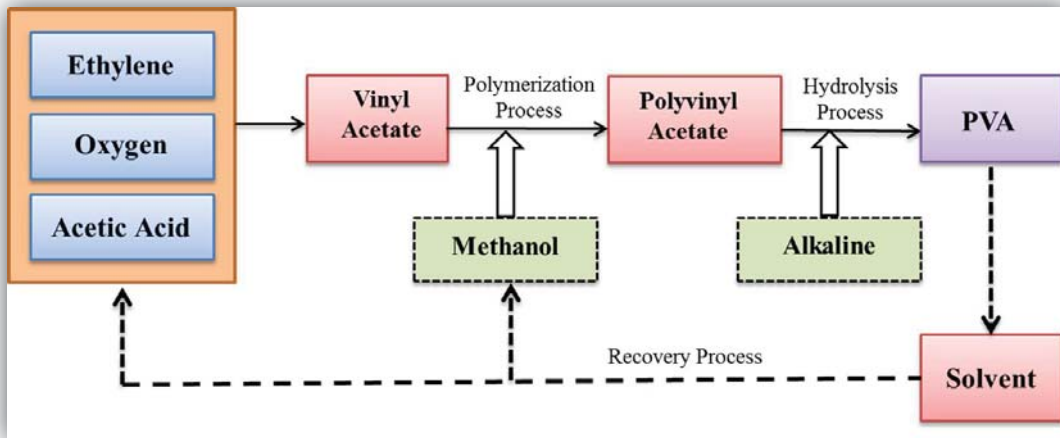
بالمواد السليلوزية ولهذا السبب قد تم اختياره كمادة مضافة ل CMC . وله استخدامات واسعة وكثيرة

منها صناعة الورق وفي الصناعات النسيجية وفي صناعة الاغشية المقاومة للاوكسجين وفي طلاء الافلام

الفوتوغرافية، كذلك يمتلك خواص كهربائية وبصرية معتمدة على نوع الشوائب المضافة، كما يتم تحضير

مركب ال PVA من خلاص الفيڤينيل لتكوين بولي (خلاص الفيڤينيل) ثم يحدث للبوليمر تحلل مائي لتكوين بولي

فينيل الكحول والشكل (4-1) مخطط يوضح انتاج مركب PVA [17] .



الشكل (4-1) مخطط يوضح انتاج مركب PVA.

يوضح الشكل (4-1) مخطط إنتاج PVA الذي يعرف على انه بولي ميري اصطناعي محب للماء مع شبه بلوري

، مستوي هيكل متعرج وخواص ميكانيكية سليمة [18-20]، كما يعد مركب PVA مستقر كيميائيا وحراريا

[21].

## 1-2- مادة التدعيم $\square \square \square$ teri $\square \square$ ein $\square \square$ cement

اذا كان الهدف من وجود مادة التدعيم هو زيادة متانة المادة الاساس، فيجب ان تكون اقوى

(Stronger) واكثر جساءة (Stiffer) من المادة الاساس، وان يغير وجودها من ميكانيكية الكسر والفشل

ويعدهما باتجاه ايجابي. وبالرغم من ان خاصيتي المتانة العالية والجساءة تناقضان خاصية المطيلية (Ductility) فان هذه المواد تكون هشّة (Brittle).

تعد المتانة صفة عامة في مواد التدعيم، اذ ان هذه المواد في الغالب تستخدم بهيئة اللياف (Fibers) لان العيوب تؤثر بصورة ملحوظة على متانتها، وكون الشكل الهندسي (Geometry) للألياف افضل من الاشكال الدقائقية (Particulate) والقشرية (Flakes) من حيث انه يقلل المساحة المعرضة للعيوب. فضلا عن ذلك فان ما يعرف بالنسبة الباعية (Aspect Ratio) وهي نسبة (الطول / السمك) و التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار للحصول على توزيع متساو للحمل على جميع عناصر التدعيم (الاليف) [13]، فيما يقوم التدعيم بالدقائق والقشور باغراض وظيفية (Functional) اكثر من كونها بنائية (Structural)، كاستعمالها في الاجزاء الصناعية المقاومة للحرارة او اجزاء المكائن الكهربائية وغيرها [23]. الشكل (1-5) يوضح تصنيف المواد المترابكة.

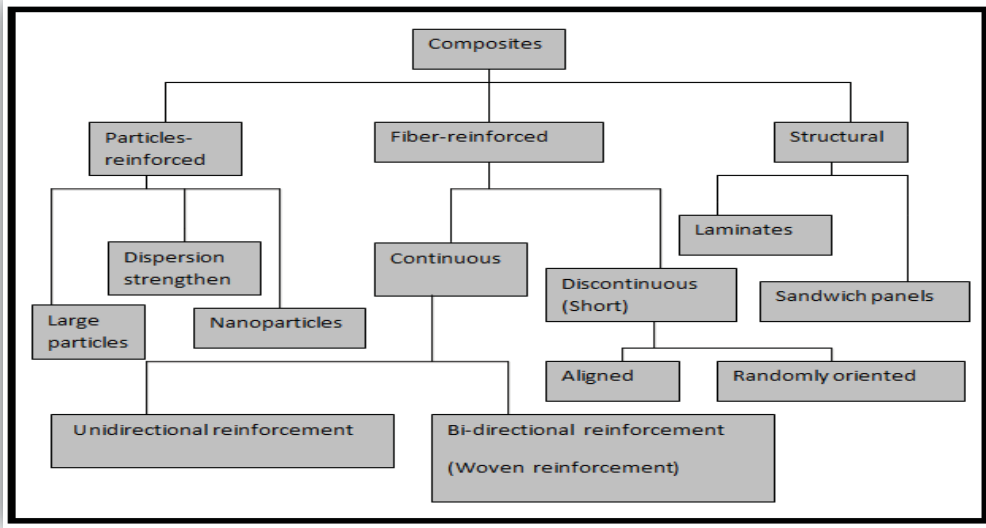
### 1-2-1- أوكسيد النحاس (Copper oxide)

يعد النحاس فلز وهو من العناصر الانتقالية التي تكون فيه أوربيتالات المستويات الثانوية (d) أو (f) مشغولة لكن غير ممتلئة ضمن اي شكل من حالات تأكسده. تتميز هذه العناصر بأنها فلزات ذات توصيل حراري كهربائي عالي و ذات تركيب صلب وتمتلك درجات انصهار و غليان مرتفعة، وأيضاً تكون سبائك مع الفلزات الأخرى ، فضلا عن تميزها بحالات التأكسد المتعددة [24].

يكون اوكسيد النحاس الثنائي مركب كيميائي (CuO) بشكل مسحوق أسود اللون كتلته المولية 79.545 g/mol وكثافته  $6.31\text{g/cm}^3$  ويمتلك نقطة انصهار عند  $1326\text{C}^\circ$  وثابت الشبكة له  $4.68\text{A}^\circ$  ، يمتاز أوكسيد النحاس بخصائص فيزيائية مختلفة فهو لا ينحل لا في الماء ولا في الإيثانول وينحل في الأحماض ، وهو من المواد شبه الموصلة المهمة وله تركيب بلوري أحادي الميل [23]. ومن أهم استخدامات أوكسيد النحاس وخصائصه هي [25]:

- 1- تصنيع الخلايا الشمسية.
  - 2- يدخل في صناعة بطارية الليثيوم.
  - 3- أجهزة استشعار الغاز.
  - 4- مضاد للبكتريا.
  - 5- المكثفات الفائقة.
  - 6- المحفزات ضوئية.
- والشكل (1-5) يوضح تصنيف المواد المترابكة:





الشكل (1): تصنيف المواد المتراكبة.

## 1- علم النانو (no Science)

علم النانو يعنى بتقنية المواد متناهية الصغر ويهدف الى فئة جديدة من تلك المواد التي تعرف المواد النانوية وتتراوح مقاييس أبعاد حبيباتها من (1-100)nm وصغر حجمها هذا جعلها تسلك سلوكاً مختلفاً عن المواد كبيرة الحجم فتمتلك تلك الجسيمات خصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة ، كالخواص البصرية والكهربائية والميكانيكية والإلكترونية ، وفي هذا الوقت تنتج جسيمات نانوية من معادن عدة مثل الفضة والتيتانيوم والذهب والزنك والمغنيسيوم والنحاس [1].

تلعب تقانة النانو في الوقت الحاضر دوراً حيوياً , فهذا العلم يتحرك نحو العديد من الفروع (المعلومات ، الطاقة ، البيئة ، التقنيات الطبية والهندسية ، الخ...) فيعد ظهور هذه التقنية الحيوية حل للكثير من المشاكلات البيولوجية نظرا لصغر حجم الجسيمات والذي يجعلها شديدة التفاعل إذ تعزى الخصائص النادرة لتلك الجسيمات إلى صغر الحجم أي زيادة المساحة السطحية وتأثيرات الكم ، وتلك المميزات الفريدة من نوعها للجسيمات النانوية أجعل منها مؤهلة للاستعمال في العديد من التطبيقات ، مثلا في مجال الطب قد استخدمت أكاسيد الجسيمات النانوية كعلاج فعال ضد البكتريا وذلك بسبب زيادة مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية وهذا أدى إلى إيجاد حلول بديلة باستخدام تلك الجسيمات [8].

## 6-1 المواد النانوية (Nanomaterials)

تمتلك المواد النانوية أبعادا بين (1-100) nm لأحد أبعادها على الأقل. أدى صغر حجم تلك المواد الى أن تسلك سلوكا مغايرا عن موادها الاصلية، إذ تتوفر فيها مميزات جديدة تختلف عن المميزات التقليدية. تعد المواد النانوية اساس تقدم التكنولوجيا الحديثة. تختلف هذه المواد باختلاف طرائق توليدها. وتحتوي أغلب أنواع المواد الهندسية المعروفة حاليا على مواد نانوية مثل العناصر الفلزية وسبائكها و أشباه الموصلات وأكاسيد المعادن. أن فكرة استخدام تقنية النانو تتلخص في إعادة ترتيب الذرات التي تتكون منها المواد، وكلما تغير الترتيب الذري للمادة كلما تغير الناتج منها إلى حد كبير. تعتمد خصائص هذه المنتجات على حجم وشكل المواد النانوية [27].

### 1-6-1 تصنيف المواد النانوية (Classification of Nanomaterials)

تصنف الجسيمات النانوية عموماً على أساس أبعادها وتشكلها وتكوينها وتوحيدها وتكتلها. من المفيد تصنيفها وفقاً لأبعادها لأنها ذات تأثير كبير على خصائصها [28].

#### (a) المواد النانوية احادية الابعاد One Dimension Nanomaterials

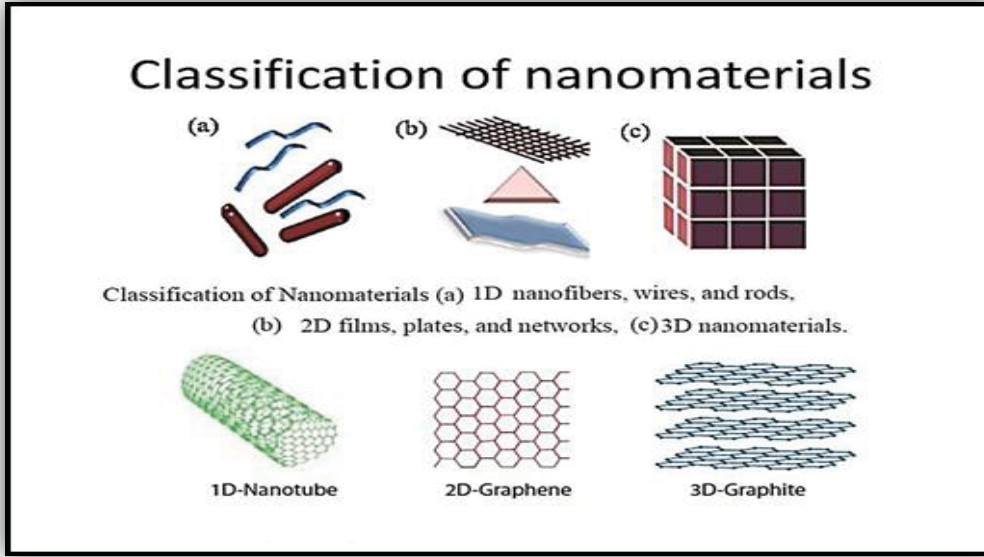
المواد ذات البعد الواحد في مقياس النانومتر عادة ما تكون أغشية رقيقة أو طلاءات سطحية ، وتستخدم في تصنيع دوائر رقائق الكمبيوتر والطلاء الواقية والنظارات المضادة للانعكاس.

#### (b) المواد النانوية ثنائية الابعاد Two Dimension Nanomaterials

المواد النانوية ثنائية الأبعاد لها بعدين في مقياس النانومتر. وتشمل هذه الأفلام ثنائية الأبعاد ذات البنية النانوية. الجسيمات الحرة ذات نسبة العرض إلى الارتفاع الكبيرة ، ذات الأبعاد في نطاق المقياس النانوي ، تعد أيضاً مواد نانوية ثنائية الأبعاد. وتشمل الانابيب النانوية و القضبان النانوية.

#### (c) المواد النانوية ثلاثية الابعاد Three Dimension Nanomaterials

وهي المواد النانوية التي تكون ابعادها في جميع الأبعاد الثلاثة ضمن المدى النانوي. وتشمل هذه الأغشية الرقيقة المسامية على المستوى الذري ، والغرويات ، والجسيمات النانوية بأشكالها المختلفة [29]. الشكل 6-1 بين أمثلة على اصناف الجسيمات النانوية



الشكل (1-1): تصنيف المواد النانوية [31].

### 7-1 الدراسات السابقة (literature review)

• قام الباحث Abdullah وآخرون عام (2011) بدراسة الخصائص البصرية لأغشية (PVA) المدعمة ببيوريد الصوديوم (NaI) وكانت بالنسب الوزنية % (10, 20, 30, and 40) wt باستخدام طريقة الصب، إذ أجريت القياسات للامتصاص البصري لكل العينات في درجة حرارة الغرفة وضمن المدى للأطوال الموجية (190-1100) nm. وقد تضمنت الدراسة التغيرات في الخصائص البصرية وبما في ذلك فجوة الطاقة وطاقة أورباخ لكافة العينات. ولقد بينت النتائج أن الامتصاص البصري ناتج عن الانتقالات بصورة مباشرة وغير المباشرة، وكذلك قيمة فجوة الطاقة يمكن أن تتغير إلى الحدود الدنيا (5.05-6.4) eV مع حصول زيادة في تركيز (NaI) ولكل الانتقالات. ثم بعد ذلك أظهرت الدراسة أن معامل الانكسار المعقد يعتمد على تركيز التدعيم النانوية بنسب وزنية مختلفة (1, 15 wt%) الذي حضر بطريقة (محلول-هلام) (Sol-Gel) معتمداً على الخصائص البصرية والكهربائية والتركيبية لأغشية بوليمر كاربوكسي مثيل الكحول (CMC) كمادة أساسية والمحضرة بطريقة الصب (Solution Casting). [31].

• درس الباحث Muath عام (2013) الفعالية لـ CuO المتضمنة تنقية المياه من البكتيريا، إذ تم تحضير جسيمات الـ CuO بحجم النانو و كذلك تم استعمالها كمضاد حيوي ضد عدة أنواع من البكتيريا ووضحت الدراسة فعالية قوية لجسيمات CuO النانوية ضد أنواع مختلفة من البكتيريا [32].

● درس الباحث Abdul Qader وآخرون عام (2013) تأثير طريقة تحضير جسيمات CuO النانوية على كلا من الخواص البصرية والتركيبية لتلك الجسيمات ، إذ تم تحضير محلول غروي لتلك الجسيمات وتم استعمال تقنية الاستئصال بالليزر النبضي السائل بليزر النيديميوم ياك وبثلاثة محاليل مختلفة ( الإيثانول ، الأسيتون ، والماء) وأوضحت الخواص البصرية اعتماد الامتصاص البصري وفجوة الطاقة وحجم وتوزيع الجسيمات النانوية على نوع المحلول ، ومن خلال فحوصات الـ AFM اتضح أن معدل الحجم الحبيبي للجسيمات المستأصلة يختلف باختلاف المحلول ، ففي الأسيتون (276 nm) وفي الإيثانول (300 nm) وفي الماء (360 nm) [33].

● درس الباحث Kadhim وآخرون عام (2014) التأثير على درجة الحرارة للتلدين وتأثير طاقة الليزر على بعض الخصائص البصرية لأغشية CuO التي تم تحضيرها بتقنية الترسيب بالليزر النبضي ، وتبين أن هنالك علاقة عكسية لفجوة الطاقة مع كل من درجة حرارة التلدين وكذلك طاقة الليزر [34].

● درس الباحث (A. M. El Sayed) وآخرون عام (2015) تأثير جزيئات بولي فنائل الكحول (PVA) وأكسيد النحاس النانوية على الخصائص التركيبية والكهربائية والبصرية لأغشية كربوكسي ميثيل السليلوز CMC المحضرة بطريقة صب المحلول (Solution Casting) والمكونة من خليط بوليمري (CMC/PVA) بنسب خلط وزنية (20:80 wt %) تعد مادة أساس المدعمة بجسيمات أكسيد الكوبلت Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> النانوية المحضرة بطريقة (محلول-هلام) (Sol-Gel) بنسب وزنية مختلفة (0.3, 0.6, 0.9 wt %). حسب النتائج حدث انتشار جيد للجسيمات النانوية خلال الأغشية المحضرة وزيادة خشونة السطح أيضا زيادة نسبة الجسيمات النانوية للخليط البوليمري (CMC/PVA) [35].

● درس الباحث (El-Fewaty) وآخرون عام (2016) بدراسة التركيب والخصائص التركيبية والبصرية لجسيمات أكسيد القصدير (SnO<sub>2</sub>) النانوية وأغشية CMC / PEG-PVA النانوية. تم إضافة بوليمر CMC بنسبة وزنية (20 wt %) وجسيمات أكسيد القصدير SnO<sub>2</sub> النانوية بنسب وزنية مختلفة (0.5, 1, 1.5 wt %) وأغشية الخليط البوليمري (PEG/PVA) بنسبة وزنية (60:40 wt %). تم تطبيق طريق Sol-gel وطريقة صب المحلول بنجاح لتحضير أكسيد القصدير (SnO<sub>2</sub>) النانوي وأغشية مزيج CMC / PEG - PVA. تعمل إضافة CMC على تحسين تبلور PEG-PVA الذي ينخفض بعد ذلك تدريجياً عن طريق زيادة نسبة SnO<sub>2</sub>. ازدادت النفاذية الضوئية لـ PEG-PVA من 77 إلى 90% بعد الخلط مع CMC ثم انخفضت إلى 64% مع زيادة محتوى SnO<sub>2</sub> إلى 1.5% [36].

● درس الباحث ( Ahmed HASHIM ) وآخرون عام (2017) بتوليف وتوصيف مواقع المركبات النانوية الجديدة الكهروضغطية وتخزين الطاقة: المواد القابلة للتحلل الحيوي - جزيئات أكسيد المغنيسيوم النانوية. تم دراسة الخصائص الحرارية و الكهربائية لمركبات بوليمرية محضرة بطريقة صب المحلول (Solution Casting) مكونة من خليط بوليمري (CMC/PVP) كمادة أساس بنسبة خلط وزنية (22/78 %wt) المدعمة بجسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية بنسب خلط وزنية مختلفة (0, 2, 4, 6 %wt). تظهر النتائج إلى أن قيم كل من ثابت العزل الكهربائي و ثابت العزل الكهربائي الفقد في حالة زيادة مع محتوى جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية بينما هذه القيم تنخفض مع زيادة أتردد للمجال الكهربائي المسلط و أن قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة تزداد مع زيادة محتوى الجسيمات والتردد. أدى إضافة جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية إلى تحسين الخصائص الحرارية للأغشية المحضرة [37].

● درس الباحث ( Ahmed. M. Youssef ) وآخرون عام (2017) تطوير وتوصيف أفلام CMC / PVA المحملة بجزيئات ZnO- النانوية لتطبيق تغليف مضادات الميكروبات. تم تحضير ZnO-NPs أولاً بالطريقة الحرارية المائية ثم تم تحضير نسب مختلفة لكل من CMC و PVA ( 50:50 , 60:40 ) لإنشاء مزيج جديد ، ثم تم تحميل ZnO-NPs بتركيز مختلفة للمزيج المحضر. تم اختبار ZnO-NPs المحضرة باستخدام نمط حيود الأشعة السينية (XRD) ومجهر الإرسال الإلكتروني (TEM). بالإضافة إلى CMC / PVA / ZnO تم دراسة المركبات النانوية باستخدام (Fourier Transform Infrared (FT-IR) و TEM و XRD و UV / Vis الطيفي و TGA. تعرض الأفلام التي تحتوي على CMC / PVA بنسبة (50:50 v / v) أفضل الخصائص المورفولوجية والحرارية والميكانيكية المضادة للبكتيريا من الأفلام المحضرة باستخدام (60:40 v / v). أظهرت المركبات النانوية المحضرة نشاطاً محترماً مضاداً للبكتيريا ضد البكتيريا الموجبة للجرام (*Staphylococcus aureus*) ، سلبية الغرام (*Pseudomonas Aeruginosa* ، *Escherichia coli*) البكتيريا والفطريات (*Candida Albicans*). علاوة على ذلك ، يمكن استخدام المركبات النانوية المصنعة كمواد جيدة لتطبيقات التعبئة والتغليف [38].

● قام الباحث ( Aziz ) وآخرون عام (2017) بدراسة الخصائص البصرية لأغشية من الخلائط البوليمرية (PVA:PEO) عالية النقاوة ثم دعمت بالألمنيوم وتم تحضيرها بطريقة الصب. وقد تم اقتراح طريقة تجريبية استخدمت في هذا العمل لتمكين من حساب فجوة الطاقة وكذلك لتحديد أنواع الانتقالات الإلكترونية. ثم بعد ذلك تبين أن الأمتصاص البصري قد ازداد مع زيادة تركيز ملح الألمنيوم وتحرك نحو الأطوال

الموجية العالية (الطاقات الفوتونية الواطئة)، وهذا التحرك يبين أن هناك تفاعل جيد بين الخليط البوليمري وملح الألمنيوم الذي تبين في نقصان فجوة الطاقة [39].

● درس الباحث ( M. A. Morsi ) وآخرون عام (2018) تأثير الجسيمات النانوية من تيتانات الليثيوم على الخصائص التركيبية والبصرية والحرارية والكهربائية لأكسيد البولي إيثيلين / مزيج السليلوز الكربوكسي ميثيل بنسب وزنية مختلفة ( (PEO / CMC ، 70/30) بالوزن٪) بطريقة صب المحلول (Solution Casting). أظهرت تقنية XRD أن درجة التبلور لعينات النانو المركبة قد انخفضت وكشفت نتائج XRD عن تعقيد جيد بين مصفوفة PEO / CMC وانخفاض درجة التبلور للعينات المملوءة ، مما أدى إلى تحسين الخواص الكهربائية. أظهرت أطياف الامتصاص FT-IR زيادة في الامتصاص. بالنسبة لعينة المركب النانوي ذات الفلور العالي ، تم فحص اعتماد موصلية التيار المتردد ومعلمات العزل الكهربائي على درجة الحرارة. أظهر صورة مجهرية TEM الشكل المكعب لـ NPs مع نطاق حجم 55-27 نانومتر. تكشف النتائج الكاملة لهذا العمل أن عينات المركبات النانوية ذات المحتوى العالي من Li و Ti و O12 NPs لديها E أقل ، و e أعلى ، و oAc أعلى ، والتي بدورها تقترح أن هذه المركبات النانوية أكثر روعة في تطبيقات مختلفة ، مثل بطارية أيون الليثيوم والأجهزة الإلكترونية [40].

● درس الباحث ( A. Khalaf Arat ) في عام (2018) بدراسة الخصائص البصرية والكهربائية لمتراكبات نانوية تم تحضيرها بطريقة صب المحلول (Solution Casting) المكونة من خليط بوليمري (CMC/PVP) كمادة أساس بنسبة خلط وزنية (55:45 wt%) المدعم بجسيمات أكسيد الرصاص (PbO<sub>2</sub>) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0 ، 1.5 ، 3 ، 4.5 wt%). حضر متراكبات نانوية من يولي فايتيل بيروليدون ( PVP ) - كربوكسي ميثيل سيليلوز ( CMC ) - أكسيد الرصاص النانوي ( PbO<sub>2</sub> ) لأستعمالها في تطبيقات تدرج أشعة كاما. أظهرت النتائج ان قيم الامتصاصية والتوصيلية الكهربائية المستمرة والثوابت البصرية ( معامل الخمود ، معامل الانكسار ، الجزء الخيالي و الحقيقي لثابت العزل الكهربائي ) في حالة زيادة مع زيادة محتوى جسيمات ( PbO<sub>2</sub> ) النانوية، بينما قيم فجوة الطاقة البصرية تتناقص مع زيادة محتوى الجسيمات النانوية المضافة [41].

● درس الباحث ( Khalid. H. H. Al-Attiyah ) وآخرون عام (2018) الخصائص التركيبية والكهربائية لمتراكبات بوليمرية مكونة من الخليط البوليمري الثلاثي (CMC/PVP/PVA) بنسب وزنية مختلفة (30:30:40 wt%) المدعم بجسيمات أكسيد الرصاص ( PbO<sub>2</sub> ) النانوي بنسب وزنية مختلفة

(0, 2, 4, 6, 8 wt%) . محضرة بطريقة صب المحلول (Solution Casting) . أظهر تحليل FTIR التفاعل بين مزيج البوليمير (CMC-PVP-PVA) و (PhO<sub>2</sub>). تزداد الموصلية الكهربائية لمزيج (CMC-PVP-PVA) مع زيادة تراكيز الجسيمات النانوية PbO<sub>2</sub>. أظهرت الصور المجهرية التجانس بين PbO<sub>2</sub> والجسيمات النانوية ومزيج البوليمير (CMC- PVP-PVA). تُعزى زيادة موصلية التيار المستمر بجرعة أشعة جاما إلى زيادة الأيونات المحتبسة الناتجة عن الإشعاع في مصفوفة البوليمير. يشير هذا إلى أن الموصلية يتحكم فيها تكوين المزيد من حاملات الشحنة الأيونية الناتجة عن إشعاع جاما بواسطة الأيونات. تزداد معاملات التوهين لإشعاع جاما مع زيادة تركيز الجسيمات النانوية PbO<sub>2</sub> [42].

● قام الباحث ( Morsi ) وآخرون عام (2018) الخصائص الحرارية والكهربائية والتركيبية والبصرية حيث درس تأثير الجسيمات النانوية من تيتانات الليثيوم على الصفات العامة لأكسيد البولي إيثيلين / مزيج السليلوز الكربوكسي ميثيل وكانت بنسب وزنية مختلفة (PEO / CMC ، 70/30 wt% ) واستخدم طريقة الصب (Casting Method). ثم أظهرت تقنية (XRD) أن درجة التبلور لعينات النانو المركبة انخفضت وبينت النتائج (XRD) عن تعقيد جيد بين (PEO/CMC). ثم كشفت أطياف الامتصاص FT-IR حصول زيادة في الامتصاص. وكشفت الصورة المجهرية (TEM) ظهور الشكل المكعب لـ (NPs) مع نطاق حجم nm (27-55) [43].

● درس الباحث (Kapil Gulati) وآخرون عام (2019) توليف وتوصيف أغشية PVA / Starch / CMC المركبة المقواة بدقيق قشرة الجوز (Juglans regia L.) . تم تصنيع الأغشية المركبة من كحول البولي فينيل / النشا / كربوكسي ميثيل السليلوز (PSC) محضرة بطريقة صب المحلول (Solution Casting). تم اختيار أغشية PVA / Starch المعدلة بنسبة 10% من إضافة CMC وتقديم ثبات حراري معتدل وقوة ثابتة (36.56 ± 1.54 ميجا باسكال) كقيمة مثالية لتحليل تأثير إضافة WSF. أدت إضافة WSF إلى تحسين الاستقرار الحراري وأيضًا يمتلك قوة شد عالية (41.09 ± 0.71 ميجا باسكال) [44].

● درس الباحث ( Naziha S. Alghunaim ) عام (2019) بدراسة تأثير مادة النانو النانوية Cuo على الخواص الطيفية ، السماحية العازلة ومعامل العزل الكهربائي للمركبات النانوية CMC / PVP. وقد تم تصنيع نظام الأغشية النانوية المحتوية على كربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) وجزئيات أكسيد النحاس (PVP) المضمنة بأكسيد النحاس (Cuo) باستخدام بطريقة صب المحلول (Solution Casting). وتم فحص عينات المركبات النانوية باستخدام حيود الأشعة السينية XRD والتحليل الطيفي FT-IR. أظهرت

النتائج الحصول على زيادة التبلور للاغشية المحضرة عند إضافة جسيمات (CuO) النانوية وارتباطها مع المادة الاساس (CMC/PVP) و انخفاض قيم كل من ثابت العزل الكهربائي ( $\epsilon'$ ) وثابت العزل الفقد ( $\epsilon''$ ) مع زيادة كل من محتوى الجسيمات (CuO) النانوية والتردد بينما عامل الفقد في حالة زيادة مع تزايد محتوى الجسيمات النانوية [45].

● درس الباحث ( Majeed. A. Habeeb ) وآخرون عام (2019) بدراسة وتحضير المركبات النانوية (CMC-PVP- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) لتطبيق حماية كما محضرة بطريقة صب المحلول (Solution Casting) بنسب وزنية مختلفة (0،1.5،3،4.5،6)% والمكونة من خليط بوليمري (CMC/PVP) ظهرت صور المجهر الضوئي جزيئات أكسيد الحديد النانوية من شبكة مستمرة داخل المزيج بتركيز (0،1.5،3،4.5،6) بالوزن%. تُظهر أطياف FTIR تغييرًا في بعض النطاقات وتغير في شدة بعضها مقارنة بأغشية (CMC-PVP) النقية. تزداد الامتصاصية لمركب النانو (CMC-PVP- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) مع زيادة تراكيز الجسيمات النانوية ، تقل فجوة الطاقة لمركب النانو (CMC-PVP- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) مع زيادة تراكيز Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. يزداد معامل الانكسار ومعامل الانقراض وثابت العزل الحقيقي والخيالي مع زيادة تراكيز الجسيمات النانوية (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [46].

● درس الباحث ( M.A.Morsi ) وآخرون عام (2019) التحضير والتحليل التركيبي والفحص البصري والخصائص الكهربائية لجسيمات الذهب Au النانوية المملوءة بكحول البولي فينيل / مزيج السليلوز الكربوكسي ميثيل (CMC/PVA). تم تحضير عينات من مركبات النانو من البوليمر من خلال طريقة الصب المحلول (Solution Casting) باستخدام مزيج بوليمر من كحول البولي الفينيل وكربوكسي ميثيل السليلوز (CMC/PVA) كمادة أساس بنسب خلط وزنية (30:70 wt%) كمصفوفة مضيفة عضوية وتركيزات مختلفة من جزيئات الذهب النانوية (Au NPs) المركبة حيويًا المحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي بنسب وزنية مختلفة (2، 4، 8، 16 wt%) بواسطة مستخلص أوراق النعناع الأخضر (Mentha Spicata L.) كفيلم نانوي غير عضوي. كانت الخصائص التركيبية والضوئية والبصرية لهذه العينات من خلال FT-IR و XRD و UV / Vis وتقنيات SEM. تؤكد أطياف FT-IR أن مكونات المزيج قابلة للامتزاج عن طريق تكوين تفاعل رابطة الهيدروجين وتظهر تفاعلات البوليمر والجسيمات النانوية [47].



● درس الباحث ( L.H. Gaabour ) عام (2020) بدراسة تأثير مادة نانوفيلر أكسيد السيلينيوم على الخصائص التركيبية والحرارية والعازلة للكهرباء للمركبات النانوية (CMC/PVP) محملة بنسبة 0.15 و 0.30 و 0.45 و 0.60 بالوزن. يتكون هذا النظام من كربوكسي ميثيل السليلوز الاصطناعي / ( CMC ) بولي فينيل بيروليدين ( PVP ) الذي يحتوي على جزيئات السيلينيوم الثانوية ( SeO<sub>2</sub> ) من خلال طريقة الصب المحلول (Solution Casting)، تم تحليل بنية الأفلام باستخدام حيود الأشعة السينية والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه ( FT - IR ) ، مما يؤكد التفاعل بين مزيج PVP / CMC و SeO<sub>2</sub>. تم قياس التحليل الحراري التفاضلي ( DTA ) في نطاق درجة حرارة من 25 إلى 700 إذ تظهر جميع منحنيات DTA والذروة الماصة للحرارة عند 62. لوحظت الذروة الرئيسية عند 212. تم تعيين الدرجة حرارة انتقال الانصهار من المزيج. اظهرت النتائج للاختبارات الكهربائية انخفاض قيم ثابت العزل لجميع النماذج عند الترددات العالية وقد سجلت اعظم قيم لثابت العزل الكهربائي وعامل الفقد عند اوطأ تردد وكل منهما ينخفض بزيادة التردد [48].

● قام الباحثان ( Jaber and Habeeb ) عام (2021) بدراسة الخصائص التركيبية والعازلة حيث قاما بتحضير مركب نانوي يتالف من (CMC -PAA-ZrC). وقد تم استخدام طريقة الصب (Casting Method) وكانت النسب مختلفة من كربيد النانو الزركونيوم (0, 1.5, 3 and 4.5 wt%). وقد بينت دراسات ((SEM الشكل البصري المورفولوجي السطحي لأغشية (CMC -PAA-ZrC)) النانوية المركبة والمتجانسة والمتماسكة المنتشرة عشوائيا على السطح العلوي مع الركام أو القطع اما بالنسبة لثابت العزل الكهربائي لمركبات النانو (CMC -PAA-ZrC) وقد تبين انه كلما زاد التردد ويرتفع بتركيز جزيئات كربيد الزركونيوم. يتناقص الفقد العازل لمركبات النانو مع زيادة نسبة التردد مع زيادة تركيز جزيئات كربيد الزركونيوم النانوية. وقد تبين انه تزداد الموصلية الكهربائية للتيار [49].

● درس الباحث (Alsulami) وجماعته عام (2021) الخواص التركيبية والبصرية والكهربائية لمترابكات بوليمرية محضرة بطريقة صب المحلول (Solution Casting) مكونة من الخليط البوليمري (CMC/PEO) بنسب خلط وزنية (70:30 wt%) المدعم بخليط من الجسيمات المكون من أكسيد التيتانيوم (TiO<sub>2</sub>) النانوي و أنابيب الكربون النانوية (SWCNT/TiO<sub>2</sub> - 8:92 wt%) بنسب خلط وزنية (0.4,1.6,3.2,4.8 wt%). أظهرت النتائج التفاعل النشط بين الجسيمات النانوية والمادة الاساس فضلا عن خفض درجة التبلور للاغشية المحضرة عند إضافة جسيمات أكسيد التيتانيوم (TiO<sub>2</sub>) النانوي. ان نسبة الامتصاصية ومعامل الامتصاص تزداد مع زيادة محتوى الجسيمات النانوية المضافة، في حين ان قيم فجوة الطاقة (Energy Gap) تنخفض بصورة ملحوظة مع زيادة نسبة الجسيمات النانوية المضافة بالمقارنة مع الاغشية النقية، من جهة أخرى فإن اضافة الجسيمات النانوية أدى إلى زيادة كل من

التوصيلية الكهربائية والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي ، ان نسبة الاضافة (3.2 %) من الجسيمات النانوية امتلكت افضل خواص بصرية وكهربائية بالمقارنة مع الاغشية النقية (CMC/PEO) [50].

### 8-1 الهدف من الدراسة (The aim of the study)

- 1- دراسة امكانية تحضير جسيمات نانوية لمركب CuO باستعمال شريحة من معدن النحاس باستعمال طريقة (Plasma Jet).
- 2- دراسة تاثير اضافة CuO وبنسب وزنية مختلفة الى المركب CMC/PVA على الخصائص الفيزيائية للمركب.
- 3- بيان الية توافق الخصائص العزلية للمترابك المدعم باوكسيد النحاس للعمل بمجالات الترددات العالية والواطئة.
- 4- شرح امكانية استخدام الاغشية المترابكة المدعمة في التطبيقات الالكترونية بالتوافق مع خصائصها البصرية والتركيبية.