



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 أغلى 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 اضيعهمأحبابي وأصدقائي

ساره

الشكر والتقدير

بعد رحلة بحث وعناء واجتهاد تكلمت بإنجاز هذا البحث، نحمد الله (عز وجل) على نعمه التي من بها علينا فهو العليّ 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 واطح بالذكر (د. مروة رشيد) و (م.م. علي عبد الستار) ، وأتوجه بوافر الشكر والامتنان إلى جامعة بغداد - كلية العلوم - قسم الفيزياء واطح 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 واطح بشكري والدتي 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 يمنّ 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
	الفصل الاول (المقدمة و الدراسات السابقة)	
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 المتراكبة (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)
	الفصل الثاني (الجزء النظري)	
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)
الفصل الثالث- الجزء العملي		
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	الفصل الرابع - النتائج والاستنتاجات	
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 ذولون 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 المرئي فوق البنفسجية (A) وتطبيق صيغة تاوس 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	Ω
T	الزمن	S
V	الجهد الكهربائي	V
V_H	فولطية هول	V
X	سمك الاغشية	nm
ϵ_o	سماحية الفراغ	$F.cm^{-1}$
ϵ_r	ثابت العزل الكهربائي	-
$\tan\delta$	ثابت الفقد الكهربائي	-
Δ	زاوية فرق الطور	rad
Σ	التوصيلية الكهربائية	$\Omega^{-1}.cm^{-1}$
θ	زاوية الحيود	Degree

μ_H	تحركية الالكترونات	$\text{cm}^2/\text{v.s}$
λ	الطول الموجي	nm
α	معامل الامتصاص	cm^{-1}
L	الحجم الهندسي للبلازما	
λ_D	مدى اختراق المجال الكهربائي للبلازما	
k_B	ثابت بولتزمان	-
ω_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

Chapter One

Introduction and Literature

Review

(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 الضد ميكروبي والاستخدامات الأخرى المتعددة لهذا المركب باختلاف طرائق تحضيره النانوية، ونظراً لمتطلبات الصناعة الحديثة فقد برزت الحاجة إلى استعمال مواد جديدة ذات خصائص فيزيائية عالية جداً بحيث تكون هذه المواد خفيفة الوزن و ذات متانة ومرونة فضلاً 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 اختلافاً في الشكل وفي التركيب لكنها غير قابلة للذوبان في بعضهما البعض. وتمكن المهندسون والباحثون من جعل المواد أخف وزناً وأقوى وذلك باستخدام متراكبات ذات اساس بوليمري مدعمة بالألياف, اذ تتميز بكونها ذات مقاومة لإجهادات الشد ومقاومة للصدمة وذات مقاومة جيدة جداً للتآكل وللعوامل البيئية من ضغط ورطوبة ودرجة حرارة وغيرها , فضلاً عن صلابة عالية وتمدد حراري منخفض [1]. قد تطورت تكنولوجيا البوليمرات سريعاً أيضاً بسبب امتلاكها الخصائص المميزة و الحاجة الماسة الى بدائل تكون ذات مميزات تكنولوجية مختلفة أفضل من بعض المواد التقليدية, فضلاً عن استخداماتها العملية كما في التطبيقات الكهربائية مثلاً, إذ استخدمت قابلية عزلها الكهربائية العالية في حماية التيارات الكهربائية في الموصلات من التسرب, وحماية المجالات العالية أيضاً 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 السيراميكي 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 فضلاً عن سهولة التصنيع [3].

1-2 أشباه الموصلات (Semiconductors)

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

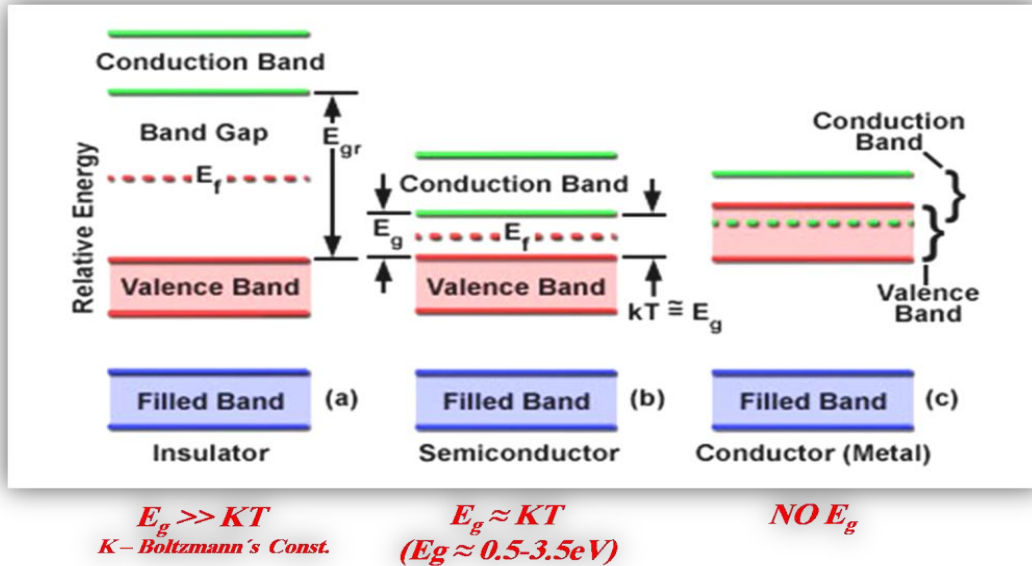
- 1- مواد موصلة (Conducting Materials) : تكون ذات توصيلية كهربائية عالية جداً بحدود $(10^3 - 10^8) (\Omega.cm)^{-1}$.
- 2- مواد عازلة (Insulating Materials) : تكون ذات توصيلية كهربائية واطئة جداً تكون بحدود $10^{-18} (\Omega.cm)^{-1}$.
- 3- أشباه الموصلات (Semiconductors) : هي تلك المواد التي تكون توصيليتها 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 إلكتروناتها حرارياً 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 أشباه الموصلات مقاومة ذات معامل حراري سالب Coefficient Negative Thermal ، 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 [5].

1-2-1 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 بانتهااء الشبكة، و يمكن ان تقسم أشباه الموصلات البلورية على قسمين هما:

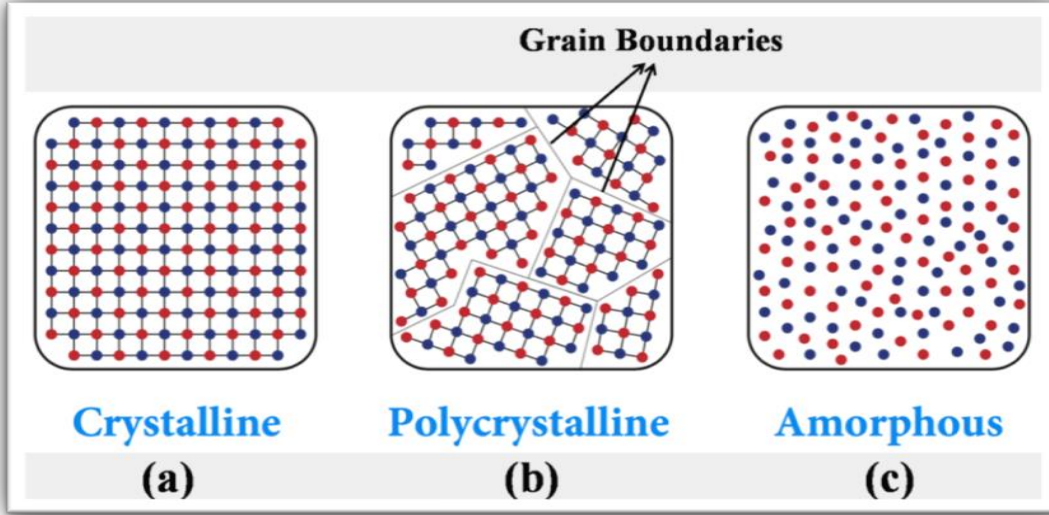
1-1-2-1 اشباه الموصلات أحادية التبلور (Single Crystal Semiconductors)

تتميز المواد أحادية التبلور بكون ذراتها أو جزيئاتها مرتبة بشكل منتظم إذ تعيد ترتيب نفسها بصورة دورية متكررة في الابعاد 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 (a 2-1) ، 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].

2-1-2-1 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 [7].

3-1-2-1 اشباه الموصلات العشوائية (Amorphous Semiconductors)

هي ذلك النوع 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].

3-1 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].

1-4 المواد المتراكبة (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 المتراكبة.

يمكن تعريف المواد المتراكبة 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 المتراكبات في القرن الاخير.

ومن الناحية العملية تعرف المواد المتراكبة 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 المصنوع. ان سلوك المواد المتراكبة وتصرفاتها يعتمد على ثلاثة عناصر [10]:

1- المادة الاساس (Matrix Material).

2- مواد التدعيم (Reinforcement Materials).

3- السطح البيني (Interface).

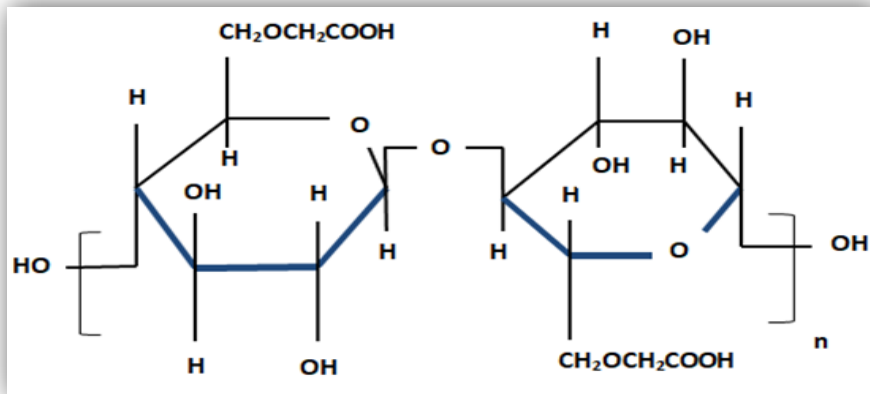
اما الخصائص التي يمكن تحسينها بوساطة التشكيل للمواد المتراكبة فهي المقاومة والجساءة ومقاومة التآكل ومقاومة البلى والوزن وعمر الكلال والسلوك المعتمد على درجة الحرارة والعزل الحراري والتوصيلية الحرارية والعزل الصوتي [11].

1-4-1 المادة الأساس (Matrix Material)

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].

1-1-4-1 كربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) (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.

2-1-4-1 بولي فينيل الكحول (PVA) (Poly vinyl 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 مبربولي فينيل الكحول

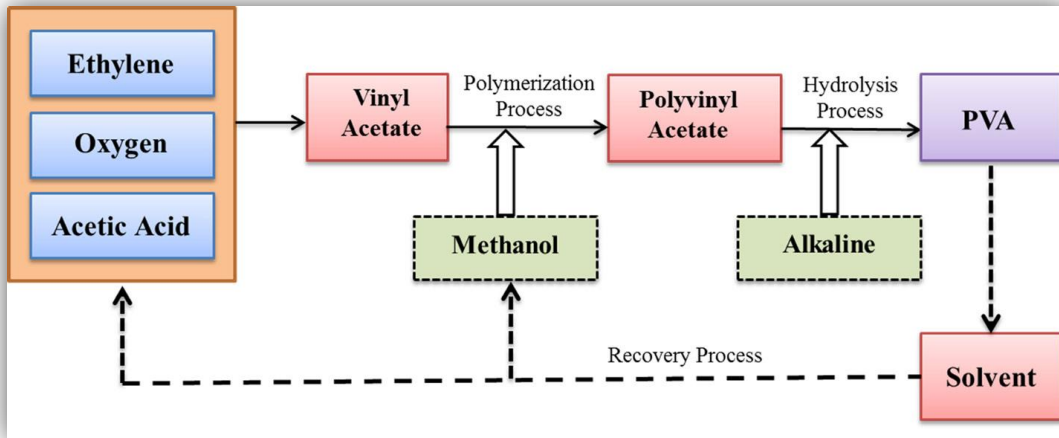
(PolyvinlAlcohol) يكون على شكل حبيبات ذات لون ابيض، وهي مادة مصنعة من قبل شركة

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

فوجد علميا انه يمتلك نقطة انصهار مقدارها (220.5 C⁰) اما القيمة النظرية تساوي (230C⁰) 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 خلات الفينيل لتكوين بولي (خلات الفينيل) 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 بوليمر اصطناعي محب للماء مع شبه بلوري ، مستوي هيكلي متعرج وخواص ميكانيكية سليمة [18-20]، كما يعد مركب PVA مستقر كيميائيا وحراريا ، [21].

2-4-1 مادة التدعيم (Reinforcement Material)

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).

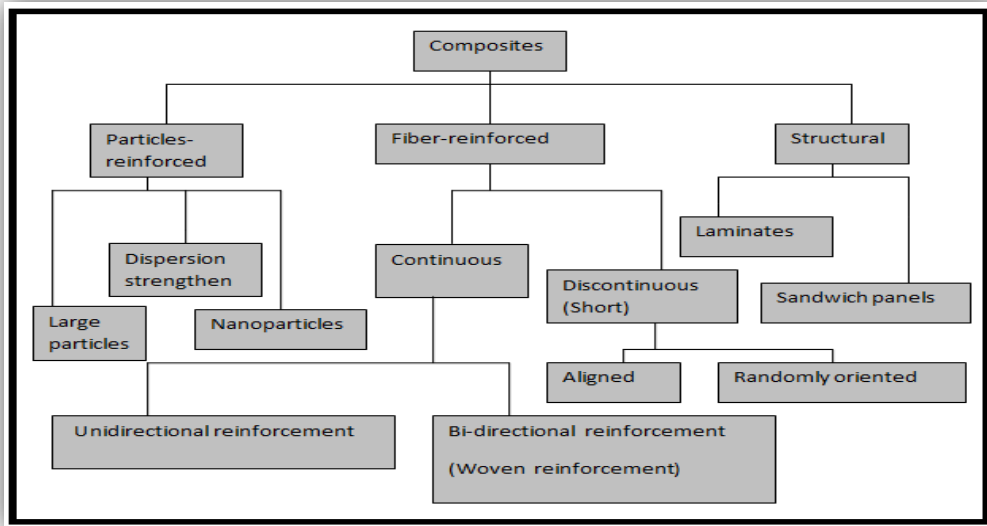
تعد المتانة صفة عامة في مواد التدعيم، اذ ان هذه المواد في الغالب تستخدم بهيئة اليف (Fibers) لان العيوب تؤثر بصورة ملحوظة على متانتها، وكون الشكل الهندسي (Geometry) للألياف افضل من الاشكال الدقائقية (Particulate) والقشرية (Flakes) من حيث انه يقلل المساحة المعرضة للعيوب. فضلا عن ذلك فان ما يعرف بالنسبة الباعية (Aspect Ratio) وهي نسبة (الطول / السمك) و التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار للحصول على توزيع متساو للحمل على جميع عناصر التدعيم (الالياف) [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 المتراكبة.

1-2-4-1 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 6.31g/cm^3 ويمتلك نقطة انصهار عند 1326C° وثابت الشبكة له 4.68A° ، 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 المتراكبة:



الشكل (5-1): تصنيف المواد المتراكبة [26].

5-1 علم النانو (Nano 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 المشاكل 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

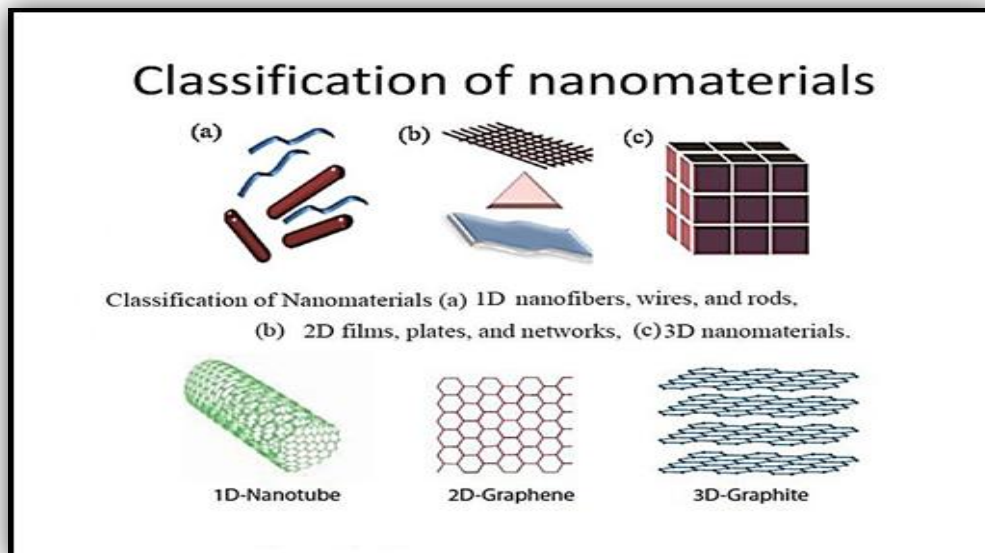
المواد ذات البعد الواحد في مقياس النانومتر عادة ما تكون أغشية رقيقة أو طلاءات سطحية ، وتستخدم في تصنيع دوائر رقائق الكمبيوتر والطلاء الواقية والنظارات المضادة للانعكاس.

(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 (1-6): تصنيف المواد النانوية [30].

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% وباستخدام 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 Co₃O₄ 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 أيضاً زيادة نسبة الجسيمات النانوية للخليط البوليمري (CMC/PVA) [35].

● درس الباحث (El-Fewaty) وآخرون عام (2016) بدراسة التركيب والخصائص التركيبية والبصرية لجسيمات أكسيد القصدير (SnO₂) النانوية وأغشية CMC / PEG-PVA النانوية. تم إضافة بوليمر CMC بنسبة وزنية (20 wt %) وجسيمات أكسيد القصدير SnO₂ النانوية بنسب وزنية مختلفة (0.5, 1, 1.5 wt %) وأغشية الخليط البوليمري (PEG/PVA) بنسبة وزنية (40:60 wt %). تم تطبيق طريق Sol-gel وطريقة صب المحلول بنجاح لتحضير أكسيد القصدير (SnO₂) النانوي وأغشية مزيج CMC / PEG - PVA. تعمل إضافة CMC على تحسين تبلور PEG-PVA الذي ينخفض بعد ذلك تدريجياً عن طريق زيادة نسبة SnO₂. ازدادت النفاذية الضوئية لـ PEG-PVA من 77 إلى 90% بعد الخلط مع CMC ثم انخفضت إلى 64% مع زيادة محتوى SnO₂ 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 (v / v 50:50) أفضل الخصائص المورفولوجية والحرارية والميكانيكية المضادة للبكتيريا من الأفلام المحضرة باستخدام (v / v 60:40). 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 (PbO₂) 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 (PbO₂) 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 (PbO₂) 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 (PbO₂) 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 (PhO₂). تزداد الموصلية الكهربائية لمزيج (CMC-PVP-PVA) مع زيادة تراكيز الجسيمات النانوية PbO₂. أظهرت الصور المجهرية التجانس بين PbO₂ والجسيمات النانوية ومزيج البوليمير (CMC- PVP-PVA). تُعزى زيادة موصلية التيار المستمر بجرعة أشعة جاما إلى زيادة الأيونات المحتبسة الناتجة عن الإشعاع في مصفوفة البوليمر. 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 PbO₂ [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 (CMC / PEO ، 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 (ϵ') وثابت العزل الفقداني (ϵ'') 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- Fe₂O₃) 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 (O₃، CMC-PVP- Fe) مع زيادة تراكيز الجسيمات النانوية ، تقل فجوة الطاقة لمركب النانو (CMC-PVP- Fe₂O₃) مع زيادة تركيزات Fe، O₃. يزداد معامل الانكسار ومعامل الانقراض وثابت العزل الحقيقي والخيالي مع زيادة تراكيز الجسيمات النانوية (O₃، Fe) [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 بيروليديون (PVP) الذي يحتوي على جزيئات السيلينيوم الثانوية (SeO₂) 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 SeO₂. 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 أنماذج 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 يتألف 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 (TiO₂) النانوي و أنابيب الكربون النانوية (SWCNT/TiO₂ - 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 (TiO₂) 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 فأن 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 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.

الفصل الثاني

الجزء النظري

Chapter two

The theoretical part

1-2 المقدمة (Introduction)

يتناول في هذا الفصل الجوانب النظرية لموضوع البحث، التي تشمل الأساس النظري والمعادلات المستخدمة في الحساب بما يخص الخصائص التركيبية و الخصائص البصرية والحرارية والميكانيكية والفعالية ضد البكتيريا.

2-2 البلازما (Plasma)

البلازما هي حالة متميزة من حالات المادة وهي تجمع من الألكترونات والايونات تمتلك حالة شبه التعادل (Quasi-Neutrality) , وتتصرف تصرفاً جماعياً (Collective Behavior) ويمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالذرة أو بالجزء. لذلك يمكن تصنيف البلازما على أنها الحالة الرابعة للمادة التي يمكن تحويل حالة الغاز إليها عن طريق اعطاء طاقة اضافية . على النقيض من الغازات، فإن للبلازما صفاتها الخاصة. فعند تسليط حرارة أو إخضاعها لمجال كهرومغناطيسي عال يؤدي الى تأين الذرات فينتج عنها الشحنات الموجبة والسالبة. الوجود القوي لحاملات الشحنة تلك تجعله موصل للكهرباء فيتأثر بقوة بالمجال الكهرومغناطيسي. ليس للبلازما شكل أو حجم محدد، فهي تأخذ شكل الغاز. وقد تتأثر بالمجال المغناطيسي فتكون لها بنية على شكل حزم أو طبقات. يعد وصف البلازما بأنها وسط شبه متعادل من الجسيمات سالبة وموجبة الشحنة، وصفا ضعيفا تعوزه الدقة وذلك لأن تعريف البلازما لا بد أن يتضمن ثلاثة معايير وهي [51] :

يجب ان تكون ابعاد البلازما اكبر بكثير من طول ديبياي (λ_D) و هو مدى اختراق المجال الكهربائي للبلازما $L \gg \lambda_D$

حيث يشير L إلى الحجم الهندسي للبلازما, ويعطى λ_D بالعلاقة [103].

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k_B T}{n_e e^2}} \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

حيث e هي شحنة الإلكترون ، T هي درجة حرارة البلازما ، k_B هو ثابت بولتزمان ، و ϵ_0 هي سماحية الفضاء الحر.

الشرط الثاني هو أنه يجب أن يكون هناك العديد من إلكترونات داخل "مجال ديبياي" من أجل تلبية السلوك الجماعي:

$$N_D = \frac{4\pi n_e}{3} \lambda_D^3 \gg 1 \quad \dots \dots \dots (2.2)$$

المعيار الثالث يقول أن الطاقة الكهرومغناطيسية يجب أن تكون هي المسيطرة على حركات الجسيمات الأكبر من تصادماتها. تردد البلازما ، المعروف غالبًا باسم تردد تذبذب الإلكترون ، يساوي [104]:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{n_e e^2}{m_e \epsilon_0}} \dots\dots\dots (2.3)$$

أي أن الإلكترونات تقوم بالعديد من التذبذبات قبل أن تصطدم بجسيمات الثقيلة الأخرى.

يمكن توليد البلازما بطرائق مختلفة، والطريقة الأكثر شيوعاً هي التفريغ الكهربائي في الغازات المتعادلة. بينما يمكن إنتاج البلازما مختبرياً بتسخين غاز بضغط أقل من الضغط الجوي الاعتيادي للحد الذي تصبح فيه الطاقة الحركية لجزيئات هذا الغاز كافية لإحداث عملية التأين من خلال عمليات التصادم غير المرنة فيما بينها، هنالك أربعة طرق لتوليد البلازما بتسليط المجال الكهربائي هي:

- 1- التفريغ بالتيار المستمر (DC).
- 2- التفريغ بالتيار المستمر النبضي (PDC).
- 3- التفريغ بالموجات الراديوية (R.F).
- 4- التفريغ بالموجات المايكروية (Microwaves).

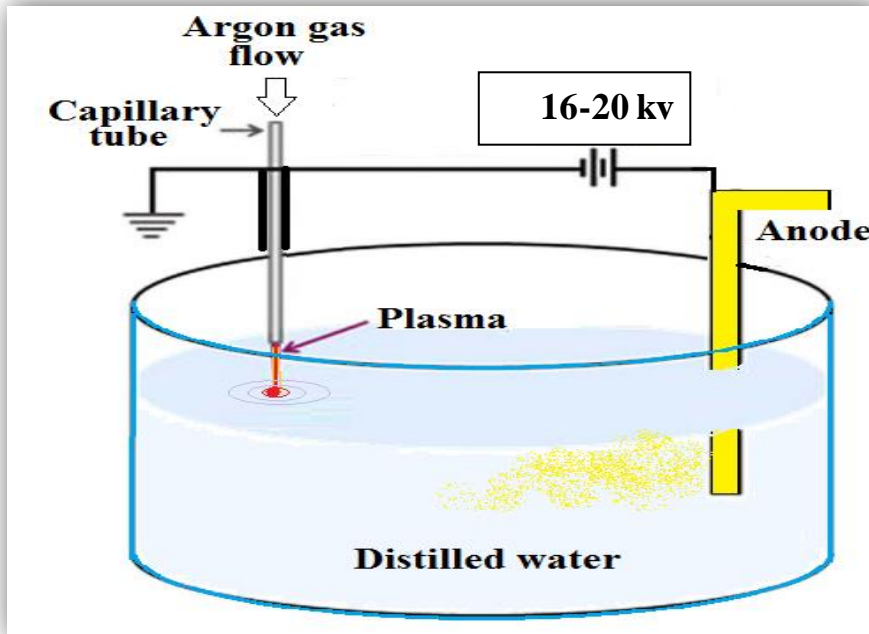
كما ان اهم المقاييس التي تحدد نوع البلازما هي درجة تأين البلازما. والتي تحدد كثافة البلازما، بمعنى كمية الإلكترونات المتحررة لكل وحدة حجم. درجة التأين هي كمية الذرات التي فقدت إلكترونات، وتكون الحرارة هي العامل القوي المتحكم بذلك. يطلق على البلازما ذات التأين الخفيف بالبلازما الباردة والتي تمتلك درجة قليلة من التأين. في البلازما الباردة ، يكون متوسط طاقة جزيئات الغاز قريباً من درجة حرارة الغرفة ، لكن متوسط طاقة الإلكترونات مرتفع ($T_e \gg T_i \gg T_g$) ، حيث T_e و T_i و T_g هي درجات حرارة الإلكترون والأيون و جزيئات الغاز ، على التوالي. بينما تتأين البلازما الساخنة تقريباً بالكامل و تكون البلازما اللاحرارية بدرجة حرارة عالية للإلكترونات بينما تظل الأيونات في درجة حرارة منخفضة $T_e \approx T_i \approx T_g$ [105].

هنالك العديد من الامثلة لتطبيقات البلازما مثل بلازما التفريغ التوهجي تحت الضغط المنخفض باستخدام تيار كهربائي مستمر أو او متناوب. وتستخدم هذه التطبيقات بشكل شائع في صناعة الدوائر المتكاملة غيرها.

يمكن التحكم بخصائص البلازما على مدى الذرة والايون والالكترن والذي بدوره يمكن من التحكم في استخدامه في العديد من التطبيقات مثل توليد الجسيمات النانوية و بتقنيات مختلفة [52] .

1-2-2 تصنيع الجسيمات النانوية باستخدام تقنية البلازما (Plasma Jet)

هناك حاجة ماسة في الوقت الحالي لتخليق المواد النانوية بطريقة صديقة للبيئة لدخولها في العديد من التطبيقات. في هذا الصدد ، يتم تصنيع الجسيمات النانوية المعدنية بعدة طرق ومن أهمها التي تستخدم البلازما كوسيلة لتخليق المادة النانوية. تعد طريقة تفريغ قوس البلازما باستخدام تدفق غاز الأركون (Ar) من الطرق البسيطة والكفوءة لتوليد الدقائق النانوية، وهي طريقة تتيح تحضير الجسيمات النانوية بالتفاعل ، في منطقة البلازما بوجود غاز حامل الأركون (Ar) الذي لا يتفاعل مع المادة المشكلة ومن جهة أخرى يحفز البلازما التوهجية و الذي يتيح تحسين إنتاج الجسيمات النانوية. يتم استخدام قطب كهربائي واحد داخل الالكتروليت من مادة موصلة والتي يراد إنتاج المادة النانوية منها بينما يمثل عمود البلازما الموجه على سطح الالكتروليت قطب الكاثود. يمكن تغيير المسافة بين القطبين من 5 إلى أكثر من 100 مم. تستمر عملية التفريغ الكهربائي لحين تغير لون الالكتروليت وحسب المدة المحددة. يبين الشكل (1-2) مخطط لعمل جهاز تحضير المادة النانوية بتوهج البلازما. غالبًا ما يتم استخدام مصدر طاقة ثابت للتيار المستمر ، ولكن في بعض الأحيان يمكن تطبيق التيار المستمر النبضي لإعداد الدقائق المعدنية النانوية باستخدام بلازما التيار المباشر (DC) في درجة حرارة الغرفة بين تفريغ البلازما من الانبوبة الزجاجية الشعرية مع سطح الماء المقطر ككاثود و قطب معدني مثل النحاس كأنود. يعتبر سرعة تدفق غاز الأرجون و مسافة البلازما أيضا من العوامل المؤثرة على خصائص الدقائق المنتجة. يبين الشكل (1-2) مخطط عمل التقنية.

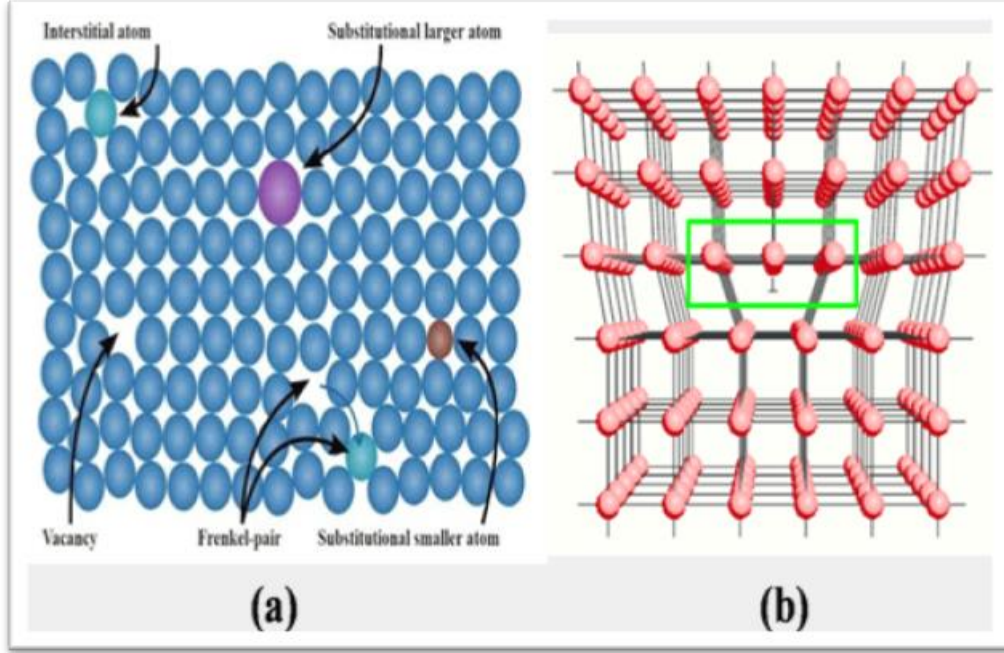


الشكل (1-2) : مخطط توضيحي للجهاز المستخدم لتصنيع الجسيمات النانوية باستخدام تقنية البلازما.

3-2 العيوب البلورية (Crystal Defects)

ان البلورة المثالية (الخالية من العيوب) تكون فيها ذرات المادة منتظمة في كل الاتجاهات بدون ظهور أي خلل في تسلسلها، لكن لا توجد بلورة خالية من العيوب في الحقيقة ، لذلك يعد أي انحراف أو اختلال في بلورة ما عن شبكتها الدورية المثالية عيب أو خلل (Defect or Imperfection) [55] .
 كذلك جميع البلورات الحقيقية تكون تقريبا ذات عيوب أذ إنها غير تامة و تتكون هذه العيوب أثناء عملية النمو البلوري، ويعد تخليص البلورات من الشوائب والعيوب مستحيلا بشكل كلي، غير أن التقليل من تلك العيوب أصبح ممكنا باستخدام طرائق فعالة في التنقية وأنماء البلورات، و في بعض الأحيان تكون عيوب البلورة مرغوباً فيه جداً، كما هو الحال عند التطعيم (Doping) بذرات غريبة أو شوائب (Impurities)، ويمكن تصنيف العيوب البلورية في أشكال عدة من أهمها [56].

1. عيوب الفراغات يعد من العيوب النقطية ويتكون هذا النوع عند غياب ذرة من موقعها، وبذلك تترك فراغ في البلورة، كما في الشكل (2-2 a) .
2. عيوب الذرات الإضافية ويعد احد أنواع العيوب النقطية وينتج عند وجود ذرات شائبة في البلورة كما في الشكل (2-2 b) .
3. عيوب الأنخلاعات يعد أحد أنواع العيوب الخطية الذي يتكون عند غياب سلسلة طويلة من الذرات وفي هذه الحالة الذرات سوف تعيد ترتيب نفسها بالأسلوب الذي يقلل تشويه البلورة، إذ تزحف الذرات لسد الفجوة المتولدة، كما في الشكل (2-2 b) . والذي تبدو فيه الذرات عند حافتي البلورة وكأنها قد زحفت عن مكانها الأصلي
4. عيوب فرنكل وهو احد انواع العيوب البينية وكذلك العيوب النقطية وينتج عند تبوأ ذرة لموقع غير مخصص لها بين الذرات، كما في الشكل (2-2 a).



الشكل (2-2) : العيوب البلورية [57].

4-2 الخصائص التركيبية (Structural Properties)

1-4-2 حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction)

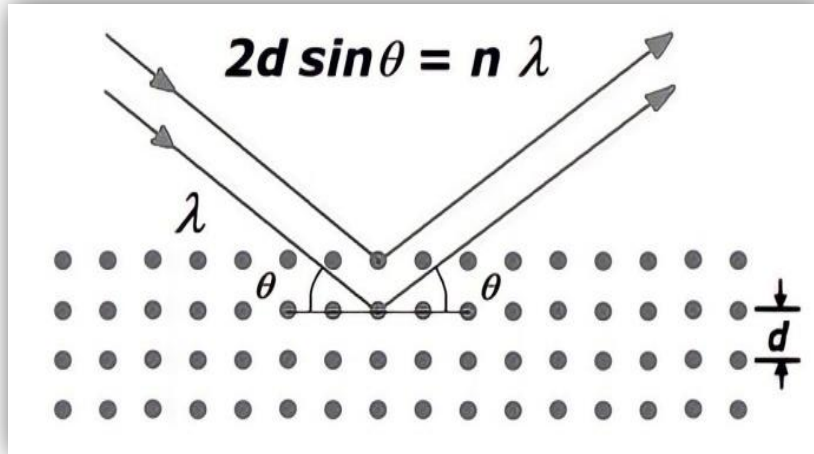
يتم دراسة الخصائص الهيكلية للمواد البلورية او شبه البلورية لاستكشاف خصائصها الفيزيائية الأساسية. من المهم دراسة التركيب الأساسي لبلورات المادة والتي لها علاقة وطيدة بالخصائص الفيزيائية الأخرى مثل الميكانيكية والبصرية.

بين William Bragg عام 1913 أن الأشعة السينية أحادية اللون الساقطة بزواوية على هيكل بلوري مادة صلبة تشكل أنماطاً ذات قمم تقابل زوايا انحراف محددة (2θ) وفقاً للمسافات بين الذرية ، والتي يمكن استخدامها كمسبار لتحديد هذه المسافات. وفقاً لمعادلة براغ فإذا كان فرق المسار لشعاعين مستطيرين من مستويين متواليين يساوي مضاعفات الطول الموجي يسبب تداخلات بناءة وينتج ذروة و كما هو موضح في الشكل 2-3. والتي تمثل بالعلاقة [57]

$$n \lambda = 2 d_{hkl} \sin \theta \quad \text{-----} \quad (2.4)$$

أذ λ و θ و n هي الطول الموجي أحادي اللون للأشعة السينية والذي يعود لهدف النحاس للانتقال الالكتروني $K\alpha$ ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$) وزاوية الحيود ورتبة الحيود على التوالي.

يستخدم نمط حيود الأشعة السينية لحساب المسافة البينية بين المستويات الذرية (d_{hkl}) وهكذا نتعرف على البنية البلورية، ودراسة العيوب البلورية و تشخيص ال تركيب البلوري



الشكل (2-3): حيود الأشعة السينية من مجموعة من المستويات الذرية [57].

تبين صيغة شيرير العلاقة بين الحجم البلوري مع توسيع الذروة في نمط الحيود وهي النحو

التالي. [58]

$$C.S = \frac{0.9 \lambda}{FWHM \cdot \cos(\theta)} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

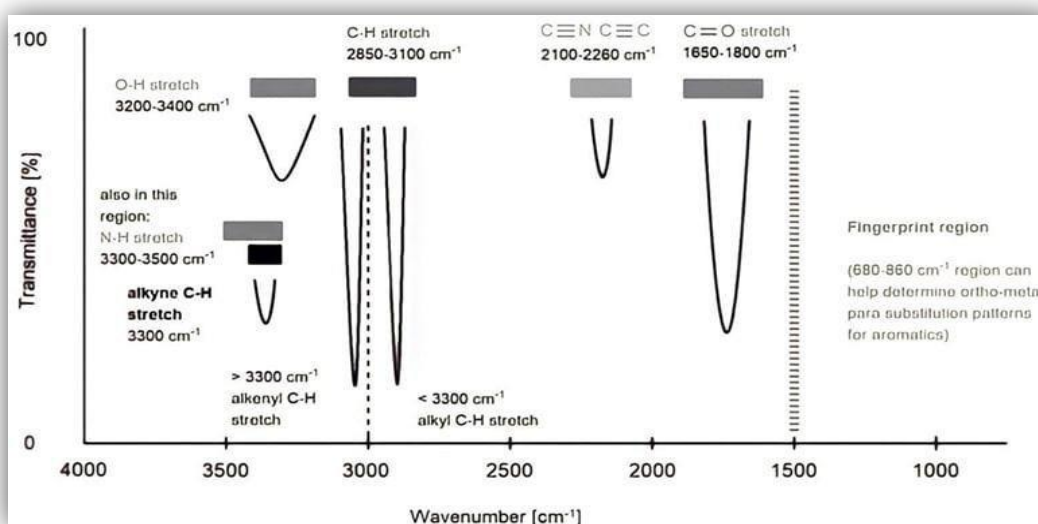
لكل تركيب بلوري معادلة خاصة تستخدم لحساب ثوابت الشبكة والتي تمثل ابعاد المحاور الاساسية للبلورة والزوايا المحصورة بينها. بالنسبة للتركيب البلوري المكعب يتم حساب ثابت الشبكة وفقا للعلاقة [59]:

$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

2-4-2 تحويلات فوريير للأشعة تحت الحمراء Fourier Transforms Infrared

يستخدم جهاز مطياف (FTIR) لكي يتم الحصول على معلومات محددة عن التأصر الكيميائي (Chemical Bonding) والتركيب الجزيئي (Molecular Structure) ويمكن الاستفادة منه في تحليل مواد عضوية ومواد لا عضوية معينة. كذلك الأواصر الكيميائية من الممكن ان تهتز بترددات متميزة (Characteristic Frequencies) وعندما تتعرض للأشعة تحت الحمراء فأنها سوف تمتص الإشعاع عند الترددات التي تكون متوافقة مع خط اهتزازها [60]. كذلك طاقة الأشعة تحت الحمراء تكون كافية على عمل أهتزازات الأواصر الكيميائية. يشتمل كل من طيف (IR) واستطارة رامان (Raman)

(Scattering) على أهتزازات تختص بالأواصر الكيميائية، يوجد هناك نوعان أساسيان من الاهتزازات هما التمدد (Stretching) والانحناء (Bending) (يعني ذلك ثني الزوايا بين الأواصر)، ويتطلب الانحناء طاقة أقل، لذلك فإنه يحصل عند الترددات الأدنى بالنسبة لنفس الأواصر. يوجد هنالك نوعان من التمددات، الأولى هي تمددات متناظرة (Symmetric) والثانية وتمددات غير متناظرة (Asymmetric). يحتاج التمدد المتناظر (Symmetric Stretches) الى طاقة أقل من التمدد غير المتناظر (Asymmetric Stretches)، إذ تتكون السلسلة البوليميرية من مجاميع كيميائية تكون متكررة (وحدات متكررة) والتي تترتب حول محور السلسلة وبالاسلوب نفسه لكل المجاميع [61,62]. بشكل عام فيما يخص الجزيئات الصغيرة نسبيا والجزيئات المتناظرة بشكل كبير (Highly Symmetrical Molecules) فإن أمكانية ربط أطيف (IR) الاهتزازية الملحوظة مع الاهتزازات الاعتيادية للجزيئات الكبيرة تعد أمرا مستحيلا، على أي حال، يمكن أن نحصل على معلومات مفيدة من ذلك الطيف. فيمكن تحليل ذلك الطيف لأن الاهتزازات الطبيعية (Normal Vibrations) تشتمل على الحركات الموضعية (Quite Localized Motions) ضمن الجزيئة، تدعى اهتزازات المجموعة الخاصة (Characteristic Group Vibrations)، وكما مبين بالشكل (2-4) [63]. فيما يخص جزيئات البوليمر فان عدد الذرات لكل جزيئة يكون كبير جدا، مما يؤدي الى عدد كبير من الاهتزازات الطبيعية، وعليه فان من المدهش جدا ان تكون بسيطة نسبيا في معظم البوليمرات، وغالبا لا يستطاع توضيح هل الطيف خاص بمركب مجهول لذلك البوليمر أو لجزيئة صغيرة منه. وان من أسباب البساطة في معظم أطيف البوليمرات أنها ثنائية البعد (Fold Two) الأول يعمل على دمج الاهتزازات الطبيعية التي تكون في التردد نفسه ويظهر في الطيف بشكل حزمة واحدة فقط، والثانية حصرا بقواعد الاختيار (Selection Rules) بحيث ان القليل من الاهتزازات الطبيعية يكون من النوع الفعال (IR-Active) [64].



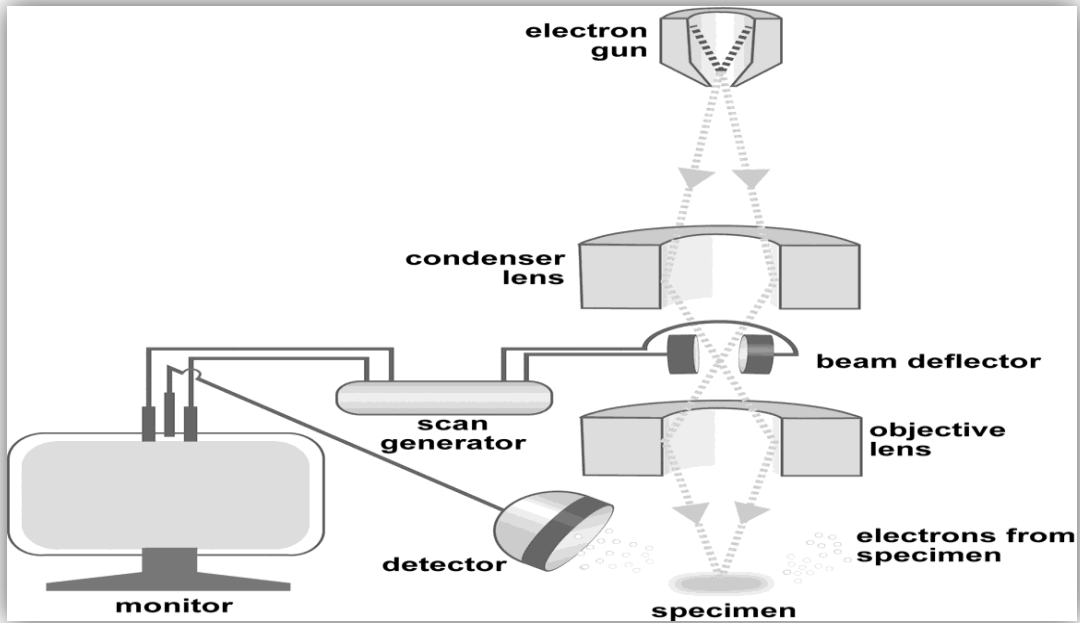
الشكل (4-2): منطقة طيف (IR) لمجاميع مهمة في البوليمر [63].

3-4-2 المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)

(Field Emission-Scanning Electron Microscopes)

المجهر الإلكتروني يعرف على أنه تقنية تستخدم اشعاع إلكتروني معجل لفحص المادة. وذلك لأنّ الطول الموجي للإلكترونات أصغر بكثير من الطول الموجي للضوء المرئي، أذ إن تأثيرات الحيود تحصل في أبعاد مادية أصغر بكثير، وإن دقة الصور التي تؤخذ بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال أعلى بكثير من تلك التي يتم أخذها بواسطة المجهر الضوئي.

تستعمل المجاهر الإلكترونية الإشارات الناتجة عن تفاعل حزمة إلكترونية معجلة مع عينة صلبة، ضمن طاقة محددة (1 – 40 KeV) وتحت وسط مفرغ (10^{-5} Torr)، إذ تحدث تفاعلات عديدة نتيجة التفاعل بين الحزمة الإلكترونية الساقطة والعينة، وبصورة عامة فإن هذه التقنية تعطي معلومات نوعية حول التشكل، اتجاه الحبيبات، والتركيب، والتوزيع، والحجوم. الشكل (5-2) يمثل شكلاً تخطيطياً للمكونات الأساسية للمجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM).



الشكل (5-2) : المكونات الأساسية للمجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال

تمتاز هذه الطريقة بتكبير يصل حتى (X 300000) ودقة تصل إلى (10 نانومتر). كذلك، فإنه يسمح بالحصول على عمق متقدم للمجال، وهذا يؤدي إلى صور ثلاثية الأبعاد عالية الدقة للعينات التي تم تحليلها. لتحليل العينة يستعمل (FE-SEM) إلكترونات متناثرة وإلكترونات ثانوية، تتكون نتيجة تأثير حزمة

الإلكترون الأولية مع العينة، تتشكل الإلكترونات المتناثرة نتيجة للتفاعل شبه المرن للإلكترونات الساقطة مع نوى الذرات في العينة المستهدفة، إذ يعمل الكاشف الذي يسجل هذه الإلكترونات بطريقتين: من الناحية الطبوغرافية (Topographically)، الحصول على صورة طبوغرافية لسطح العينة التي تم فحصها، وايضا من الناحية التركيبية (Compositionally)، لأن إنتاج الإلكترونات المرتدة يعتمد بصورة مباشر على العدد الذري للعنصر الذي تم فحصه. التي تجعل من المعدلات المختلفة لتكوين الإلكترونات المتناثرة العناصر ذات الأعداد الذرية الكبيرة تبدو أكثر وضوحاً في الصورة النهائية من العناصر التي تمتلك أعداد ذرية صغيرة. وبالتالي يمكن لفت الانتباه على الاختلافات التركيبية للعينة التي تم فحصها. تتكون الإلكترونات الثانوية من التفاعل غير المرن للإلكترونات في الحزمة الساقطة مع إلكترونات منخفضة الطاقة في ذرات العينة. يحصل عن هذا التفاعل فقدان في الطاقة يكون معتدل للإلكترون الساقط وتأمين الإلكترون في ذرة العينة التي تم فحصها، والتي يتم طردها كإلكترون ثانوي. الإلكترونات الثانوية لها طاقات منخفضة حوالي 5 كيلو فولت، كل إلكترون ساقط قادر على إنتاج المزيد من الإلكترونات الثانوية. يرتبط إنتاج الإلكترون الثانوي ارتباطاً وثيقاً بشكل العينة. نظراً لانخفاض طاقتها، فإن الإلكترونات الثانوية فقط المنبعثة في المنطقة المجاورة مباشرة للسطح (>10 نانومتر) تترك العينة ويمكن فحصها. من ناحية أخرى، نظراً للطاقة المنخفضة للإلكترونات الثانوية وقوة اختراقها المنخفضة فإن اكتشافها وفقاً لموضع شعاع الإلكترون الساقط يجعل من الممكن الحصول على تكبير (X 100000) ودقة تصل إلى (40 Å). يتم تسهيل جمع الإلكترونات الثانوية عن طريق وضع قطب كهربائي أمام الكاشف بإمكانية (+100 V)، والذي يجذب الإلكترونات في الكاشف والذي يؤدي إلى التقاط عدد كبير من الإلكترونات الثانوية (50 - 100 %) والحصول على صور ثلاثية الأبعاد لسطح العينة التي تم فحصها بعمق مجال عالي [62-64].

5-2 الانتقالات الإلكترونية (Electronic Transitions)

تقسم الانتقالات الإلكترونية على نوعين حسب موقع قمة حزمة التكافؤ و قعر حزمة التوصيل

[64].

1-5-2 الانتقالات المباشرة (Direct Transitions)

تكون طبيعة الانتقالات الإلكترونية مباشرة عندما تكون قمة حزمة التكافؤ و قعر حزمة التوصيل لهما نفس قيمة متجه الموجة (k) لذلك في هذه الحالة فإن الامتصاص سوف يحدث عند طاقة فوتون مساوية لفجوة الطاقة ($h\nu = E_g^{opt}$) إذ أن هذا النوع يحدث من دون تغير ملحوظ في الزخم [65,66]. ويرافق هذا النوع من الانتقال تفاعل بين الفوتون الساقط والإلكترون في حزمة التكافؤ فقط بحيث يكون كل من الطاقة والزخم محفوظين [67].

عندما تكون قيمة متجه الزخم الابتدائي والنهائي تساوي صفر يسمى هذا الانتقال بالانتقال المباشر المسموح (Allowed Direct Transition) أما عندما يحصل هذا الانتقال عند نقاط أخرى فيدعى بالانتقال المباشر الممنوع كما في الشكل (2-6) (Forbidden Direct Transition) .

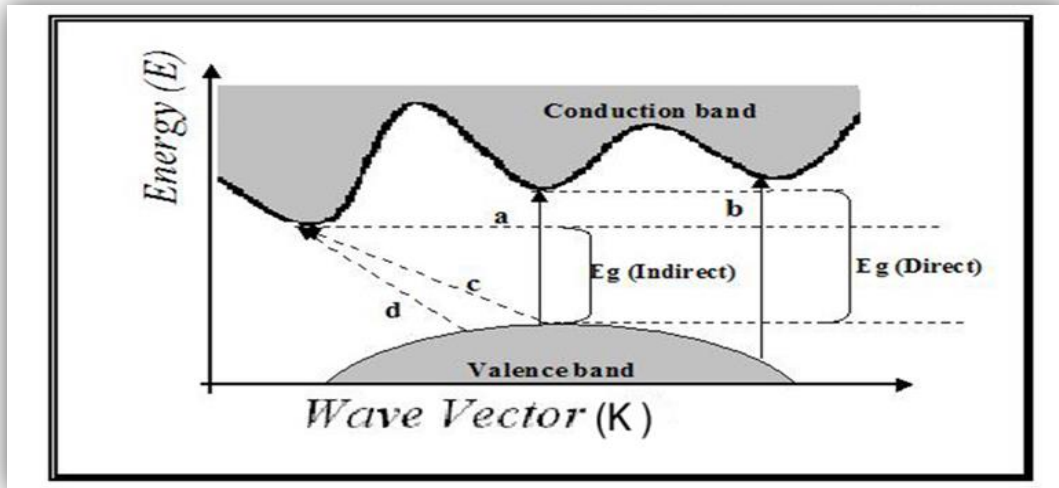
2-5-2 الانتقالات غير المباشرة (Indirect Transitions)

يحصل الانتقال غير المباشر عند عدم تطابق طاقتي قمة حزمة التكافؤ وقعر حزمة التوصيل في فضاء متجه الموجة ($\Delta k \neq 0$) [68]. أن هذا النوع من الانتقال يصاحبه تغير في زخم البلورة والذي يكون عبارة عن اهتزازات في الشبكة على شكل طاقات مكممة تدعى الفونونات.

كذلك تقسم الانتقالات غير المباشرة على نوعين، الأول عندما ينتقل الإلكترون من أعلى نقطة في حزمة التكافؤ وأوطاً نقطة في حزمة التوصيل فيدعى هذا النوع بالانتقال غير المباشر المسموح، أما النوع الثاني فيحدث من نقاط أخرى في حزمة التكافؤ ويسمى هذا النوع بالانتقال غير المباشر الممنوع [69,70]. يبين بالشكل (2-6) أنواع الانتقالات الإلكترونية الأربعة.

تصف معادلة تالوس هذه الانتقالات الإلكترونية المختلفة وكما في المعادلة:

$$\alpha h\nu = P(h\nu - E_g)^r \dots\dots\dots(2.7)$$



الشكل (2-6): أنواع الانتقالات الإلكترونية [49]. (a) انتقال مباشر مسموح (b) انتقال مباشر ممنوع (c) انتقال غير مباشر مسموح (d) انتقال غير مباشر ممنوع .

6-2 فجوة الطاقة البصرية الممنوعة (Forbidden Optical Energy Gap)

تعرف فجوة الطاقة بأنها الطاقة اللازمة لإثارة الإلكترونات ونقلها من قمة حزمة التكافؤ إلى قعر حزمة التوصيل , واطلق عليها هذا الاسم لأنها خالية تقريباً من المستويات. وتعد من أهم الثوابت البصرية المعتمدة في فيزياء أشباه الموصلات لتحديد نوع المادة الصلبة. يمكن رسم العلاقة $(ah\nu)^r$ دالة لطاقة

الفوتون ثم يتم حساب فجوة الطاقة البصرية من خلال رسم مماس للمنحني ليقطع محور السينات فنقطة تقاطع المماس مع محور السينات تساوي فجوة الطاقة الممنوعة.

7-2 الخصائص البصرية (Optical Properties)

عند تسليط ضوء على مادة معينة من الممكن أن تحدث عدة عمليات بسبب التفاعل الذي يحدث بين الضوء الساقط وهذه المادة، وعند حصول اصطدام بين الشعاع الكهرومغناطيسي الساقط بسطح يقسم الشعاع الساقط على ثلاثة اجزاء جزء ينعكس R واخر ممتص A والثالث نافذ T . مجموع هذه الاجزاء الثلاثة تبين بالعلاقة:

$$I_0 = I_A + I_R + I_T \quad \text{.....(2.8)}$$

لذلك فان مجموع هذه النسب تساوي 1:

$$A + R + T = 1 \quad \text{.....(2.9)}$$

إذ A الامتصاصية $(\frac{I_A}{I_0})$ ، R الانعكاسية $(\frac{I_R}{I_0})$ و T النفاذية $(\frac{I_T}{I_0})$.

وكذلك من الصعب جدا أن يكون هناك امتصاصية ونفاذية وانعكاسية عالية في أن واحد في المادة نفسها.

1-7-2 حافة الامتصاص الأساسية (Fundamental Absorption Edge)

عند سقوط شعاع من الضوء على أشباه الموصلات يتم امكانية امتصاص الفوتونات اعتماداً على طاقة الفوتون. يتسبب امتصاص الفوتون في انتقال إلكتروني بين نطاق التكافؤ (V.B.) ونطاق التوصيل (CB) في البلورة تبدأ عند حافة الامتصاص التي تتوافق مع الحد الأدنى من فرق الطاقة بينهما [71, 72]. إذا كان $h\nu \geq E_g$ يمكن للفوتون أن يتفاعل مع إلكترون التكافؤ، فيرفع الإلكترون إلى CB ويخلف وراءه فجوة إلكترونية في حزمة التكافؤ. يُعرّف الحد الأدنى لطول الموجة (λ) للفوتون الساقط الذي يُنشئ زوج إلكترون-فجوة على أنه [73]:

$$\lambda = hc / E_g \text{ or } \lambda(\text{nm}) = 1240 / E_g \text{ (eV)} \quad \text{.....(2.10)}$$

تتناقص شدة تدفق الفوتون بشكل كبير مع المسافة (t) عبر أشباه الموصلات وفقاً لمعادلة بير-

لامبرت [74]:

$$I = I_0 e^{-\alpha t} \quad \text{.....(2.11)}$$

أذ ان I و I_0 هما شدة الضوء النافذ والساقط على التوالي و α هي معامل الامتصاص، والذي يتم تعريفه على أنه العدد النسبي للفوتونات الممتصة لكل وحدة مسافة و t هو سمك المادة [75,76]

8-2 الثوابت البصرية (Optical Constants)

يتم وصف التفاعل بين الإشعاع الكهرومغناطيسي وأشباه الموصلات بالثوابت البصرية: معامل الانكسار (n) ومعامل الخمود (k_0) والأجزاء الحقيقية والخيالية لثابت العزل الكهربائي [77]. يوفر الحساب التفصيلي لقيم ومتغيرات المعاملات البصرية على نطاق معين من الطاقة معلومات عن الخصائص الأساسية مثل بنية النطاق للمادة أو الشوائب في البلورات. المعرفة التفصيلية والدقيقة للثابت البصري مطلوبة أيضاً في تطبيقات عملية مثل تصميم نظام العدسات والألياف البصرية والتوليد التوافقي الثاني.

يمكن حساب قيمة معامل الانكسار (n) من الصيغة [78]

$$n = \left(\frac{4R}{(R-1)^2} - k^2 \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{(R+1)}{(R-1)} \quad \text{.....(2.12)}$$

بينما يرتبط معامل الخمود بمعامل الامتصاص بالعلاقة

$$k_0 = \alpha \lambda / 4\pi \quad \text{.....(2.13)}$$

يمكن حساب الأجزاء الحقيقية والخيالية لثابت العزل على النحو التالي [79]

$$N^* = n - ik \quad \text{.....(2.14)}$$

$$\epsilon^* = \epsilon_r - i\epsilon_i \quad \text{.....(2.15)}$$

لذلك يكون

$$\epsilon_r = n^2 - k^2 \quad \text{.....(2.16)}$$

$$\epsilon_i = 2nk \quad \text{.....(2.17)}$$

9-2 العزلية الكهربائية (Dielectric Properties)

ازداد الاهتمام بحساب ثوابت العزل الكهربائي الخاص بالبوليمرات لأهميتها الكبيرة في التطبيقات الهندسية فضلاً عن التطبيقات الأخرى، عند تسليط فرق جهد كهربائي على مادة عازلة باستخدام سطحين متوازيين فإن شحنة كهربائية يتم تخزينها في الدائرة الكهربائية ومقدارها:

$$q = CV \quad \text{.....(2.18)}$$

حيث يمثل q الشحنة الكهربائية المخزونة و V: الفولتية عبر اللوحين و C السعة الكهربائية.

السعة تعتمد على المادة المتواجدة بين اللوحين الموصلين والحجم والشكل الهندسي والمسافة

الفاصلة بينهما، حيث عندما يكون الفاصل هو الفراغ فالسعة تعطى بالعلاقة الآتية:

$$C_0 = \epsilon_0 (A/t) \quad \text{.....(2.19)}$$

أذ يمثل ϵ_0 سماحية الفراغ و t المسافة الفاصلة بين القطبين، A: المساحة السطحية للقطب، C_0 :

السعة بوجود الفراغ

وعندما استبدال المادة الفاصلة بمادة عازلة تزداد السعة بسبب الاستقطاب وكالاتي:

$$C = \epsilon(A/d_{dis}) \dots\dots\dots(2.20)$$

أذ ϵ يمثل سماحية المادة العازلة و C هي السعة بوجود العازل.

ولوصف قابلية المادة للاستقطاب يتم حساب السماحية النسبية او ثابت العزل (Dielectric

Constant) (ϵ_r).

$$\frac{C}{C_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon_r \dots\dots\dots(2.21)$$

انقياس السعة (C) يستخدم لحساب ثابت العزل (ϵ_r) وحسب العلاقة:

$$\epsilon_r = C t / \epsilon_0 A \dots\dots\dots(2.22)$$

بينما يتم حساب عامل الفقد (Dielectric Loss) (ϵ_i) بالعلاقة:

$$\epsilon_i = \tan \delta * \epsilon_r \dots\dots\dots(2.23)$$

حيث يمثل $\tan \delta$ عامل الفقد (Dissipation Factor).

ان التوصيلية الكهربائية مكونة من مركبتين اولهما يعتمد على التردد $\sigma_{a.c}$ ، والاخرى التوصيلية

الكهربائية التي تنتج عن انتقال الشحنات الكهربائية خلال المادة عندما يكون التيار الكهربائي مستمرا أو

عند الترددات الواطئة $\sigma_{d.c}$ [80].

$$\sigma = \sigma_{a.c} + \sigma_{d.c} \dots\dots\dots(2.24)$$

يمكن اهمال التوصيلية المستمرة عند الترددات العالية حيث تكون التوصيلية المتناوبة هي السائدة.

يعتمد ثابت العزل الكهربائي على الاستقطاب (Polarization) الذي يحصل داخل المادة العازلة. و

يعتمد مقدار ثابت العزل الكهربائي للمادة العازلة على عدة عوامل وهي:

التردد (Frequency)

ينعكس تأثير المجال الكهربائي المتناوب المتمثل بتردد الفولتية المسلطة على المادة العازلة في

مدى تأثير استقطابية المادة بمدى تردد الفولتية على الخصائص العزلية للمادة عن طريق التغيرات في

استقطابية المادة وان هذا التغير يعتمد على نوع الاستقطاب [81].

10-2 الخصائص الحرارية (Thermal Properties)

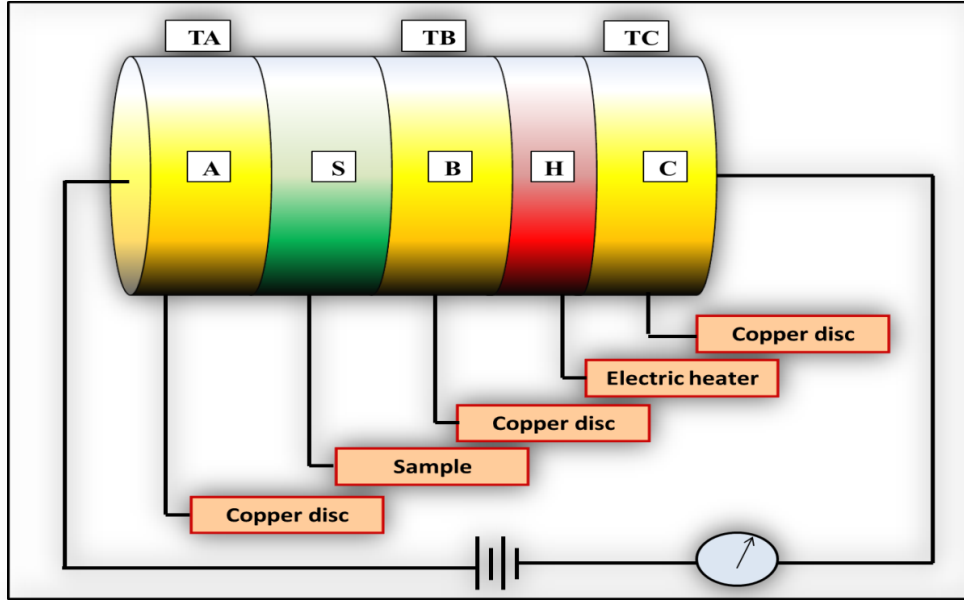
يتم استخدام المواد المتراكبة بشكل واسع في التطبيقات الهندسية الحديثة نظرا لتفوق خصائصها

على المواد المنفردة. ظهرت العديد من التطبيقات والتي تحتاج مواد ذات قابلية عالية على تحمل درجات

حرارية مرتفعة [87]، لذلك يجب دراسة السلوك الحراري للمواد لتحديد الاستخدام المناسب.

1-10-2 التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity)

يتم اختبار التوصيل الحراري لعينات المترابكات باستخدام قرص لي. يتألف الجهاز من ثلاثة أقراص A ، B ، C ، ومسخن دائري ، ومنطقة عينة ، كما هو موضح في الشكل (7-2). يتم وضع مقياس الحرارة داخل الفتحات الموجودة في الأقراص. الأقراص من الحجم نفسه، في حين أن قرص التسخين أقل سمكاً.



الشكل (7-2): مخطط قياس التوصيل الحراري باستخدام قرص لي.

يعتمد مبدأ العمل على النقاط الآتية:

1. الحرارة المنتقلة بين أي جسم ومحيطه تعتمد على مساحة السطح والاختلاف في درجة الحرارة.
2. تتدفق الحرارة من أعلى درجة حرارة إلى أدنى درجة حرارة ، و بالتدفق الحراري نفسه لجميع الأقراص
3. درجة حرارة العينة هي متوسط درجة الحرارة للأقراص الثلاثة، ومن ثم الحرارة الإجمالية المنبعثة من الجهاز H ، والتي تساوي الحرارة التي يوفرها قرص التسخين

$$H = E \left(\alpha_A T_A + \frac{\alpha_s (T_A + T_B)}{2} + \alpha_B T_B + \alpha_C T_C \right) = VI \dots \dots \dots (2.25)$$

أذ تمثل المساحات السطحية المكشوفة للأقراص A و B و C و S على التوالي T_A, T_B, T_C . تمثل درجات حرارة الأقراص الثلاثة عند الايتقرار الحراري ، لذلك

$$E = \frac{VI}{\left(\alpha_A T_A + \frac{\alpha_s (T_A + T_B)}{2} + \alpha_B T_B + \alpha_C T_C \right)} \dots \dots \dots (2.26)$$

من معادلة التوصيل الحراري ، الحرارة المتدفقة عبر العينة S تساوي تلك التي خلال القرص C.

ومن ثم يتم إعطاء الحرارة المتدفقة عبر العينة على النحو الآتي:

$$h_s = KA \frac{dT}{dx} = K\pi r^2 \frac{T_B - T_A}{d} \quad \dots\dots\dots (2.27)$$

حيث r نصف قطر العينة ، k معامل التوصيل الحراري للعينة ، و d هو سمك العينة.

الفصل الثالث

الجزء العملي

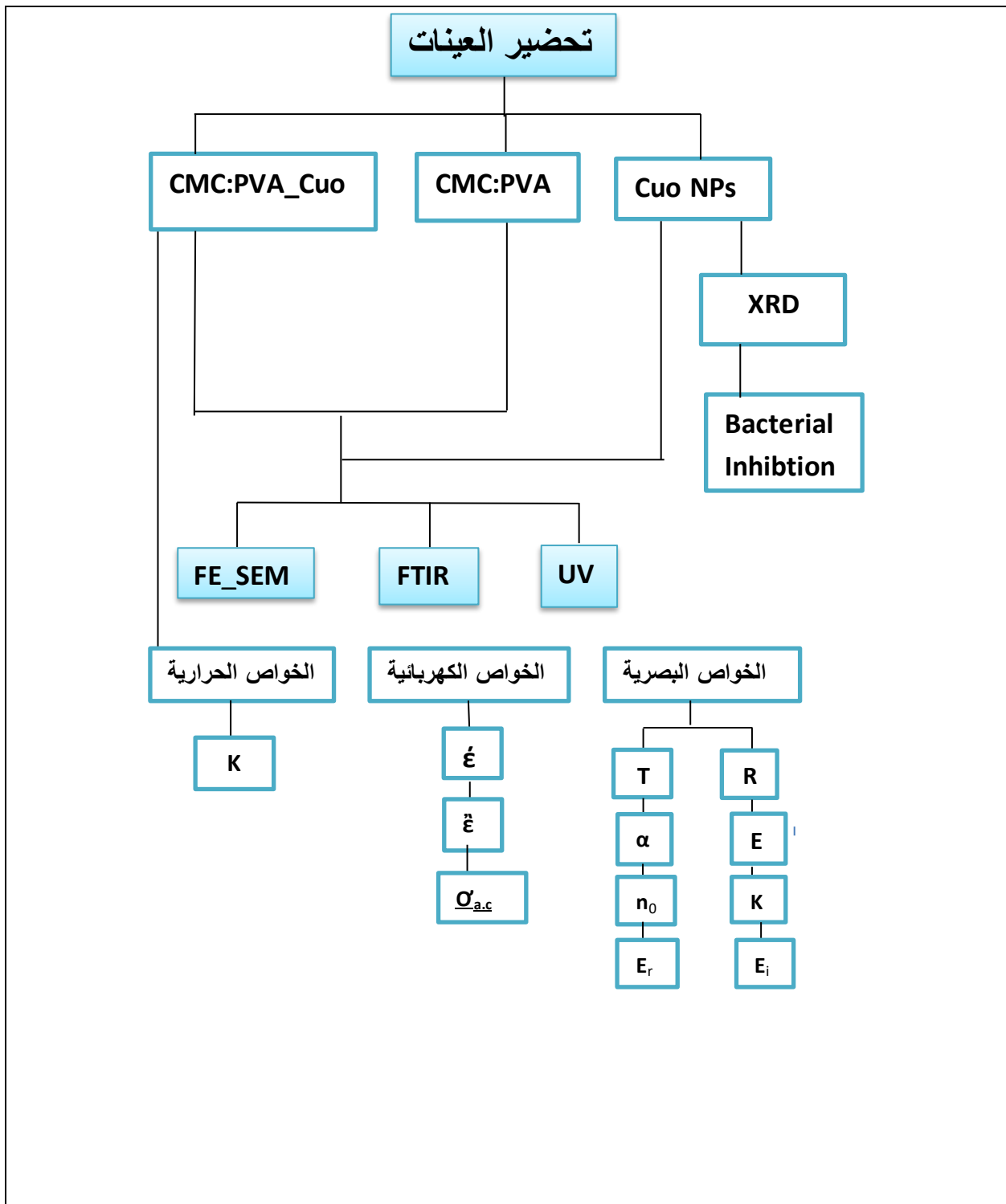
Chapter Three

The Practical Part

1-3 المقدمة (Introduction)

يتضمن هذا الفصل شرح مفصل للخطوات العملية التي تم اتباعها للمواد التي استخدمت في تحضير المادة النانوية CuO باستعمال طريقة Plasma Jet والمادة المترابطة وأهم صفاتها وخصائصها والخطوات العملية التي اتبعت في تحضيرها والأجهزة المستخدمة في اختباراتهما. ، ايضا فضلا عن تحضير الأغشية البوليمرية النقية (CMC)، (CMC/PVA) والمدعمة بجسيمات ثنائي أوكسيد النحاس النانوي المضافة بنسب وزنية مختلفة (1, 3, 5 wt%) و بجسيمات ثنائي أوكسيد النحاس، فضلا عن وصف الأجهزة التي تم استخدامها في تحضير النماذج ودراسة الخصائص التركيبية والبصرية والحرارية للأغشية المحضرة.

حيث ان الشكل (1-3) يمثل مخطط العمل الذي تم انجازه في هذا الفصل وكما يأتي:



الشكل (1-3): مخطط طريقة العمل والأختبارات المنجزه.

2-3 المواد المستخدمة (Materials Used)

1-2-3 مادة الأساس (Matrix Material)

1-1-2-3 1-1-2-3 كاربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) (Carboxymethyl Cellulose)

تم استخدام كاربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) نوع (CAS NO 9000-11-7) في تحضير المادة الاساس (Matrix Material) للأغشية البوليمرية النانوية المحضرة (Polymeric Nanocomposites Films)، المشتق من السليلوز مع مجموعة الكاربوكسيل ($-\text{CH}_2\text{-COOH}$) وهذا المركب عبارة عن مسحوق ابيض ذو لون كريمي، يمتلك قابلية الذوبان في الماء (Good Solubility)، والتفاعل الكيميائي، واستقرارية كيميائية (Chemical Stability) عالية، المنتج من شركة (SINOCMC) الصينية.

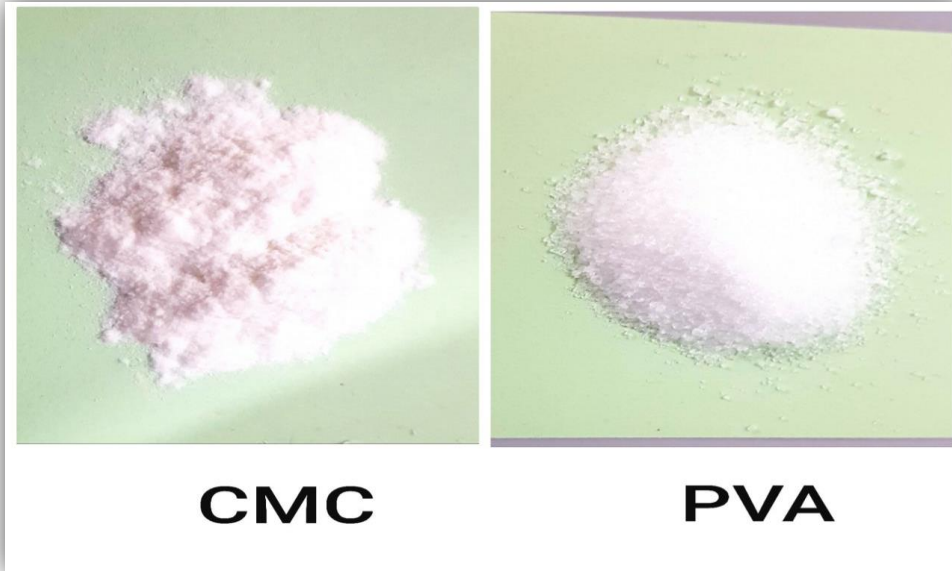
2-1-2-3 بولي فينيل الكحول (PVA) (Poly vinyl alcohol)

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

	CMC	PVA
الوزن الجزيئي	~ 90,000 g/mol	14.000 g/mol
الصيغة الجزيئية	$[-\text{CH}_2\text{COOH}]_n$	$\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})_n$
الكثافة	1.6g/cm^3	1.19g/cm^3
المذيب	Water	Water

الجدول (1-3): يمثل بعض الخصائص لكل من البوليمرين CMC/PVA.

حيث ان الشكل (2-3) يمثل المظهر الخارجي للبوليمرين PVA وCMC.



الشكل (2-3) : المظهر الخارجي كاربوكسي ميثيل سيليلوز (CMC) فضلا عن بولي فينيل الكحول (PVA).

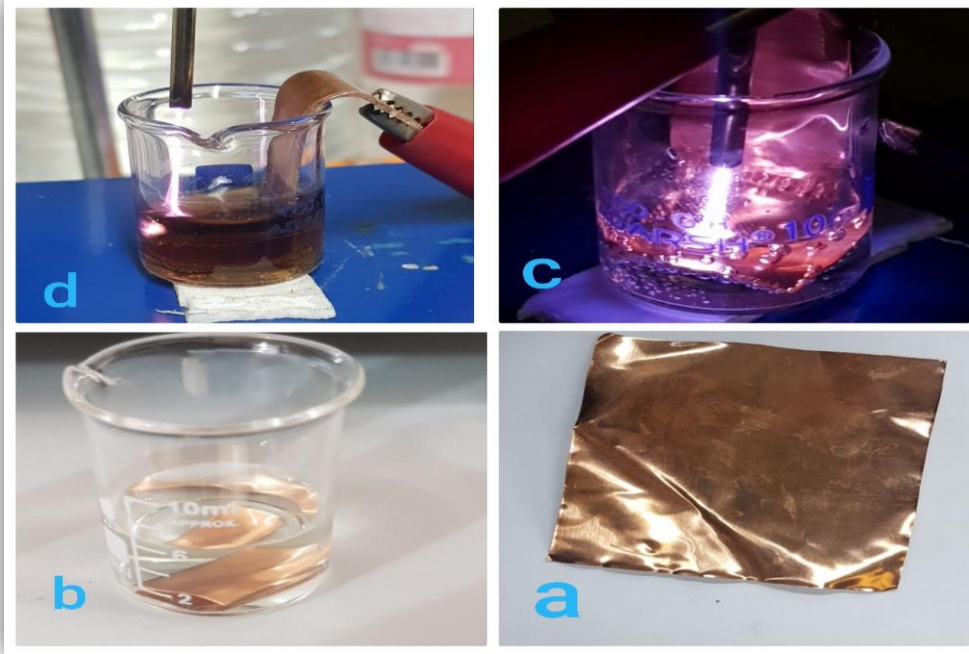
3-1-2-3 المواد المدعمة (Renforcement Materials)

تشمل المواد المدعمة شرائح النحاس Cu كذلك الماء النقي منزوع الايونات (Distilled Water) اضافة الى البوليمرات (CMC/PVA) .

1-2-2-3 تحضير جسيمات ثنائي أوكسيد النحاس النانوية

(Tin Oxide CuO Nanoparticles Preparation)

تم تحضير جسيمات اوكسيد النحاس النانوية (CuO) باستخدام تقنية البلازما والتي تتيح تحضير جسيمات نانوية بالتفاعل في منطقة البلازما باستخدام غاز الاركون وبالتحليل الكهربائي للتوهج الناتج من تدفق الغاز في المنظومة إذ يتم غمر قطب الانود النحاسي في محلول الكتروليتي موصل بينما يكون عمود البلازما القطب الثاني. ويمكن التحكم في المسافة بين قطبي الانود والكاثود. بعد التأكد من ربط الاقطاب يتم فتح الغاز والتحكم بالتدفق (flow) وفتح المصدر المنتج لتيار نلاحظ بدء التوهج وانبعثت نفاثات البلازما بشكل مباشر على سطح السائل ومع مرور فترة قصيرة من الزمن نلاحظ تحول اللون الشفاف للماء النقي الى اللون الاصفر ويأخذ بالتغير مائلا الى البني وبعد 5 دقائق سوف نلاحظ ان لون الماء اصبح بني غامق وهذا يدل على تحول المادة وتكوين مادة جديدة وهي اوكسيد النحاس النانوي (CuO) نتيجة التفاعل مع البلازما .



الشكل (3-3) : الخطوات العملية للتفاعل الكيميائي لتحضير (CuO) او كسيد النحاس النانوي باستخدام تقنية البلازما a-تمثل شريحة النحاس cu -b- غمر الشريحة في بيكر حراري يحتوي ماء نقي c- تعرض شريحة النحاس لاشعاع البلازما بتاثير غاز الاركون المستخدم d- يمثل مرحلة تكوين او كسيد النحاس النانوي CUO ذو لون بني.

3-3 تحضير النماذج (Samples Preparation)

ان تحضير النماذج (الأغشية البوليمرية) يتالف من مرحلتين في هذه الدراسة: الاول هو تحضير الاغشية البوليمرية النقية (Pure Polymeric Films)، اما الثاني يتضمن الأغشية البوليمرية المترابطة المدعمة بجسيمات ثنائي أكسيد النحاس (CuO) النانوي (Polymeric Nanocomposite Films) وكما يأتي:

1-3-3 تحضير الاغشية البوليمرية النقية (Pure Polymeric Films Preparation)

تم تحضير غشاء بوليمري نقي من بوليمر (CMC) وبالإضافة إلى (PVA) إذ قمنا بتحضير غشاء بوليمري مكون من الخليط (CMC/PVA) باستخدام طريقة صب المحلول (Solution Casting) على قوالب من الزجاج (Glass Substrates)، إذ تمت عملية التنظيف لهذه القوالب من أجل التخلص من الأتربة والأوساخ وتم وضعها على سطح مستوي (Flat Surface)، كذلك حضر الغشاء النقي من بوليمر (CMC/PVA) بواسطة اضافة (0.5 g) من بوليمر (CMC) وايضا (0.5 g) من بوليمر (PVA) لكل بوليمر من الماء المقطر (Distilled Water) ووضع كل بوليمر في بيكر زجاجي مع الخلط المستمر باستعمال الخلاط المغناطيسي (Magnetic Stirrer) تحت درجة حرارة (50 °C) لمدة (1 ساعة) لبوليمر (CMC) ودرجة حرارة (80 °C) من اجل بوليمر (PVA) الحصول على محلول بوليمري متجانس (Homogeneous Polymeric Solution)، بعدها تم مزج

المحلوليين بعد ان تمت الاذابة التامة لكل منهما ثم تلت ذلك عملية تم صب المحلول على القوالب الزجاجية بكميات محددة للحصول على أغشية (CMC/PVA) نقية، ثم تلتها عملية تجفيف في الفرن (Oven) لمدة (24 ساعة) عند درجة حرارة (50 °C) من أجل التخلص من الرطوبة (Moisture) وبقايا المذيب. اخيرا، تم رفع الاغشية المحضرة من القوالب الزجاجية بعناية تامة وحفظها بحافظات بلاستيكية (Plastic Containers) معزولة لتكون جاهزة لاجراء الفحوص المطلوبة.



الشكل (3-4) : صور الاغشية (CMC/PVA) النقية الشفافة المحضرة.

2-3-3 تحضير المتراكبات (Preparation of Composites)

تم تحضير المتراكبات البوليمرية النانوية المكونة من الخليط البوليمري (CMC-PVA) كمادة اساس بنسبة وزنية (CMC50%:PVP50%)، المدعم بنسب وزنية مختلفة (1, 3, 5 wt%) من جسيمات أكسيد النحاس النانوي (CuO). إذ تم اضافة وزن محدد من بوليمر (CMC) مع وزن محدد من بوليمر (PVA) الى (50 ml) من الماء المقطر (Distilled Water) لكل منهما مع الخلط المستمر باستخدام الخلاط المغناطيسي (Magnetic Stirrer) لمدة (1 ساعة) عند درجة حرارة (50 °C) من أجل الحصول على محلول متجانس، بعدها تم إضافة النسب الوزنية المختلفة من جسيمات ثنائي أكسيد النحاس النانوي (CuO) المحضر. ، ومن ثم إجراء عملية الصب والتجفيف والحفظ كما ذكر مسبقا اعتمادا على النسب الوزنية المستخدمة في تحضير الاغشية البوليمرية المتراكبة النانوية (Polymeric Nanocomposite Films). الشكل (3-5) يبين صور للأغشية المتراكبة البوليمرية المحضرة بنسب مختلفة من جسيمات إذ توضح الصورة المرونة العالية للأغشية المحضرة.



الشكل (3-5) : صور للاغشية المترابطة البوليمرية المحضرة بنسب مختلفة (1, 3, 5 wt%) من اوكسيد النحاس النانوي (CuO).

4-3 الاجهزة المستخدمة (Equipments Used)

1-4-3 اجهزة الفحوص التركيبية (Structural Tests Equipment)

1-1-4-3 جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) (X-ray Diffraction)

يعتبر فحص حيود الأشعة السينية (XRD) فحص تحليلي غير اتلافي (Non-destructive Test) يمكنه تزويدنا بمعلومات حول التركيب البلوري (Crystal Structure) للمواد المحضرة، إذ فحص حيود الأشعة السينية لمسحوق أوكسيد النحاس CuO النانوي المحضر باستخدام تقنية البلازما وتم ذلك بواسطة جهاز حيود الاشعة السينية نوع (Shimadzu XRD-6000) مع مادة هدف نوع (Cu-K α)، وتيار كهربائي (30 mA)، وفرق جهد (40 KV) وطول موجي (0.15405 nm)، الموجود في وزارة العلوم والتكنولوجيا- دائرة بحوث المواد- بغداد، وكما موضح في الشكل (3-6). إذ تم تشخيص مواقع القمم (Peaks) التي يحصل عندها تداخل بناء للأشعة السينية نتيجة انعكاسها من السطوح البلورية لمادة CuO المحضر عند مدى ($2\theta = 20^\circ - 70^\circ$)، ومع مقارنة انماط حيود الأشعة السينية التي تم الحصول عليها مع بطاقات (ICDD) القياسية يمكن عن طريقها تحديد التركيب البلوري (Crystal Structure) للمواد المحضرة، كما يمكن الحصول أيضاً من هذه التقنية على معالم تركيبية أخرى منها زوايا الحيود (θ)، أقصى عرض عند منتصف الشدة (Full Width of Half Maximum) (FWHM)، الحجم البلوري (Crystal Size)، المسافة البينية بين المستويات البلورية (d_{hkl})، كثافة الانخلاعات (Dislocations Density) وغيرها.

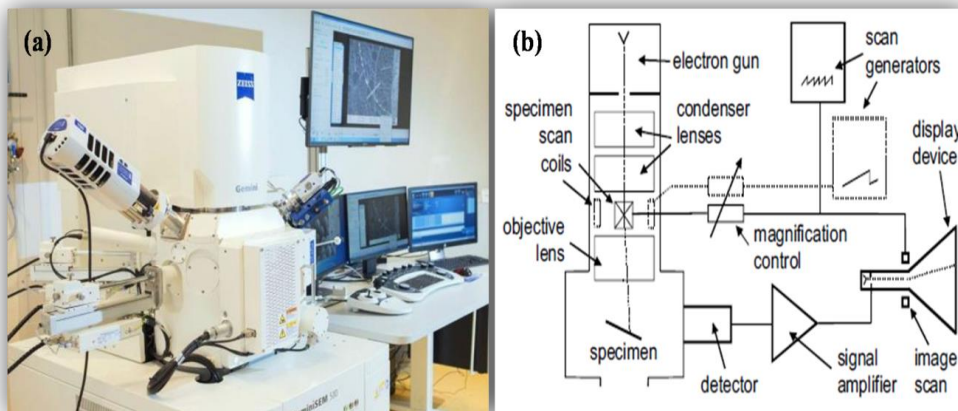


الشكل (6-3) جهاز حيود الاشعة السينية (XRD).

2-1-4-3 جهاز المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)

(Field Emission-Scanning Electron Microscopes)

تم فحص اختبار المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM) لجسيمات ثنائي أكسيد النحاس CuO النانوية المحضرة بواسطة تقنية البلازما إلى الأغشية البوليمرية النقية والمدعمة بالجسيمات النانوية المحضرة بواسطة جهاز من نوع (FEI Inspect F50) المصنع من قبل شركة (FEI) الموجود في جامعة طهران – إيران ، مبدأ عمل هذا الجهاز هو المسح بواسطة حزمة إلكترونات تتفاعل مع ذرات العينة تحت الفحص التي تنتج إشارات مرتدة من سطح العينة تزودنا بمعلومات عن طبيعة السطح وتكوينه، أي أن الجهاز له القابلية على ان يلتقط عدة صور لسطح النموذج على التعاقب، ويتم ذلك من خلال تجميعها لتزودنا بصورة شاملة للسطح باللون الابيض والاسود، الشكل (7-3) يبين جهاز الماسح الالكتروني المستخدم ومبدأ العمل.



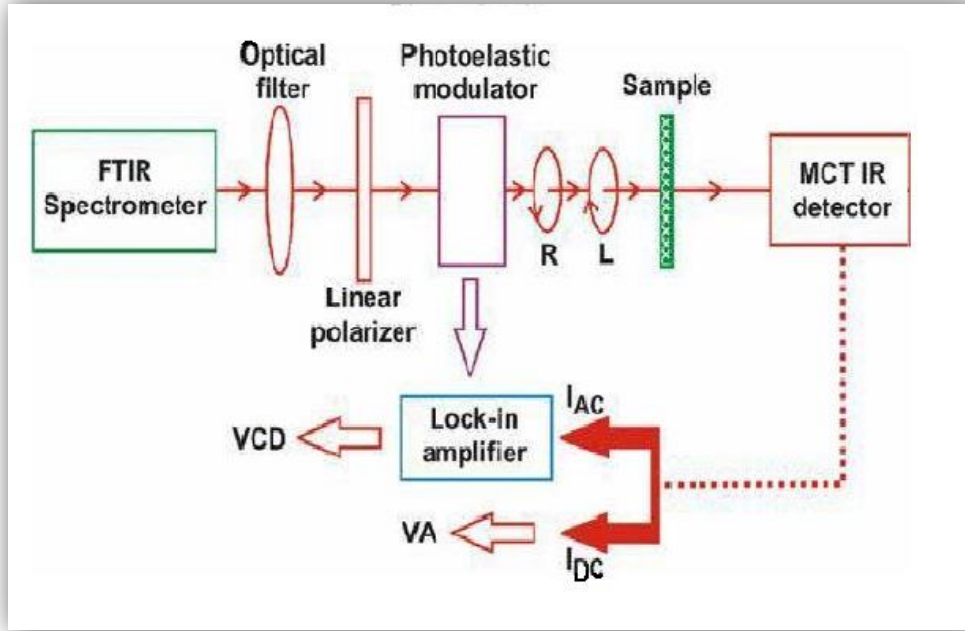
الشكل (7-3) : (a) جهاز المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM) (b) مبدأ العمل.

3-1-4-3 جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)

قمنا بإجراء التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويلات فورييه (FTIR) للأغشية النقية والمدعمة بجسيمات أكسيد النحاس النانوي من أجل التعرف على طبيعة هيكلية انظمة أكسيد النحاس النانوي المحضر بواسطة جهاز مطياف نوع (Shimadzu Japan-IR Affinity-1) ياباني المنشأ، الموجود في كلية العلوم - جامعة ديالى - العراق ، بواسطة تحديد مواقع مديات الامتصاص (Absorption Bands) للنماذج المحضرة ضمن مدى العدد الموجي ($400 - 3500 \text{ cm}^{-1}$) باستخدام (KBr) ويتم عن طريق هذا القياس التعرف على طور أكسيد النحاس CuO المحضر. الشكل (8-3) يبين مطياف الأشعة تحت الحمراء.



الشكل (8-3): مطياف الأشعة تحت الحمراء.



الشكل (9-3): مخطط جهاز (FTIR).

(2-4-3) الفحوصات البصرية (Optical Test)

تم تسجيل طيفا النفاذية والأمتصاصية وذلك باستخدام مطياف (UV-Visible 1800 double beam Spectrophotometer) المصنع في شركة (Shimadzu, Japanes) والموجود في جامعة ديالى/ كلية العلوم/ قسم الفيزياء، الشكل (3-3) يوضح مخطط جهاز (UV-VIS)، إذ تم تسجيل الطيفين لنموذج بوليمر (PVA) النقي والمدعم بأملاح الصوديوم بنسب وزنية مختلفة ضمن مدى الأطوال الموجية (1100 - 190) nm. وتم استخدام برنامج حاسوبي خاص في حساب قيم (فجوة الطاقة وطاقة أورباخ ومعامل الامتصاص ومعامل الانكسار ومعامل الخمود و ثابت العزل البصري بجزئية الحقيقي والخيالي).

في هذه الفحوصات تم تسجيل كل من طيف النفاذية (Transmittance Spectrum) وطيف الانعكاسية (Reflectance Spectrum) للأغشية البوليمرية النقية والمتراكبة المحضرة في هذه الدراسة كدالة للطول الموجي (Wavelength)، ضمن مدى الطول الموجي (1100 - 100) nm عند درجة حرارة الغرفة (25 °C)، بواسطة استخدام جهاز المطياف نوع (UV-Visible 1800 double beam spectrophotometer) المصنع من قبل شركة (Shimadzu) ذو منشأ ياباني، الموجود في كلية العلوم جامعة ديالى- العراق . إذ تم حساب عدة ثوابت بصرية: معامل الامتصاص (α) (Absorption Coefficient)، فجوة الطاقة (E_g) (Energy Gap)، معامل الانكسار (n_o) (Refractive Index)، معامل الخمود (k_o) (Extinction Coefficient)، والجزء الحقيقي

والخيالي لثابت العزل الكهربائي (Real and Imaginary parts of Dielectric Constant) (ϵ_r) و (ϵ_i) .
الشكل (10-3) يوضح مخطط جهاز (UV-VIS) المستخدم.



الشكل (10-3) : جهاز مطياف (UV-VIS).

3-4-3 جهاز الفحوصات الكهربائية (Electrical Tests)

تم في هذا الجزء إجراء الفحوصات الكهربائية (العزلية) للأغشية البوليمرية النقية والمترابطة المحضرة والمتضمنة كل من ثابت العزل الكهربائي (ϵ') (Dielectric Constant) وعامل فقد العزلي $(\tan\delta)$ (Dissipation Factor) والتوصيلية الكهربائية المتناوبة $(\sigma_{a.c})$ كدالة للتردد، وذلك باستخدام جهاز (LCR) (Metter) نوع (Agilent Impedance Analyz 4294A) ذي منشأ (Tawan) الموجود في كلية العلوم - جامعة ديالى - العراق ، وضمن مدى التردد (50 Hz - 5 MHz) عند درجة حرارة الغرفة $(25\text{ }^\circ\text{C})$. الشكل (3-11) يبين صورته الجهاز المستخدم.

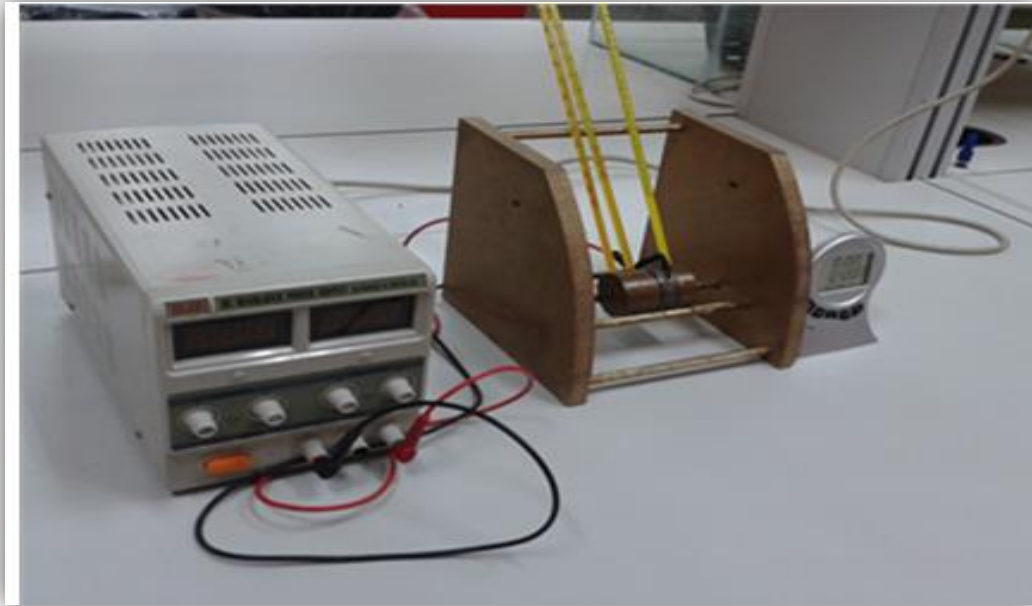


الشكل (11-3) : جهاز فحص الخصائص الكهربائية (LCR Metter).

4-4-3 الفحوصات الحرارية (Thermal Tests)

1-4-4-3 جهاز التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity)

هنا تم استخدام طريقة قرص لي (Lee's Disc) بواسطة الجهاز المصنع من قبل شركة (Griffen and George) الانكليزية، الموجود كلية العلوم – جامعة ديالى- العراق ، وكما موضح في الشكل (3-12)، من أجل قياس التوصيلية الحرارية (Thermal Conductivity) للأغشية البوليمرية النقية والمتراكبة المحضرة، عن طريق حساب معامل التوصيل الحراري (k). يتكون جهاز قرص لي من ثلاثة أقراص (A, B, C) ومسخن كهربائي (Heater) المربوط الى جهاز قدرة خارجي. عند القياس توضع الأغشية المراد اختبارها بين القرصين (A and B)، في حين يوضع المسخن الكهربائي (Heater) بين القرصين (B, C). عند تشغيل جهاز القدرة ، تنتقل الطاقة الحرارية من المسخن الكهربائي (Heater) إلى الأقراص (B, C) المجاورة ومن ثم إلى القرص الذي يليه (العينة تحت الفحص) حتى تصل الحرارة الى القرص الأخير (A). عند الوصول الى حالة الاتزان الحراري (Thermal Equilibrium) تسجل درجة حرارة كل قرص (T_A, T_B, T_C) بواسطة المحارير المثبتة عند كل قرص.



الشكل (3-12): صورة جهاز قياس التوصيلية الحرارية (قرص لي).

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

Chapter Four

Results and Discussion

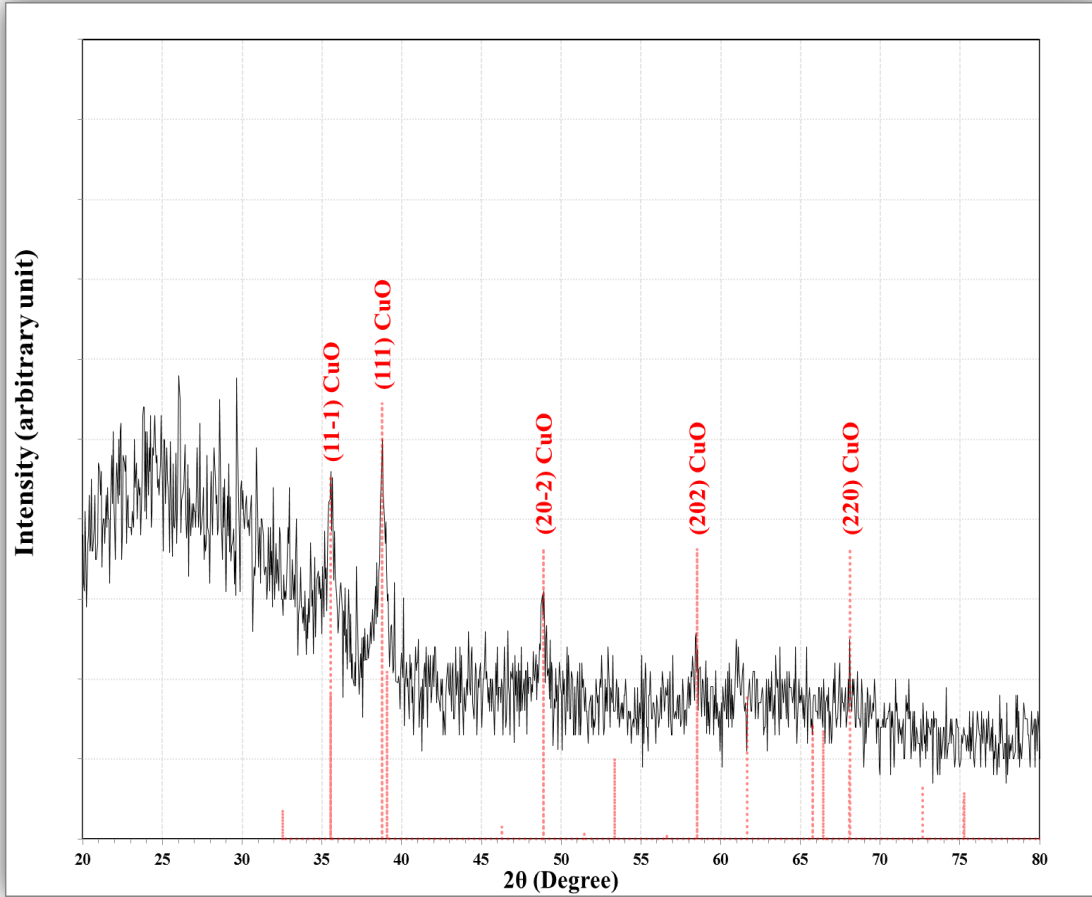
1-4 المقدمة Introduction

يشمل هذا الفصل النتائج العملية للأجهزة المستخدمة في توصيف العينات المحضرة وكذلك مناقشة النتائج ومطابقتها مع البحوث السابقة لدقائق اوكسيد النحاس النانوية المحضرة عن طريق تفاعل البلازما مع السائل الذي غمرت فيه القطعة المعدنية لعنصر النحاس. وكذلك شملت القياسات لمزيج (الكاربوكسي مثيل سليولوز- بوليفينيل الكحول) (CMC-PVA) المدعمة بنسب مختلفة من دقائق اوكسيد النحاس النانوية المحضرة. وتشمل هذه الاختبارات الفحوصات التركيبية المتمثلة بحيود الاشعة السينية (XDR)، و طوبوغرافية السطح (Surface Morphology) بفحص المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)، ودراسة الاواصر الكيميائية والتأصر بين مكونات المزيج عن طريق فحص تحويل فورييه لطيف الاشعة تحت الحمراء (FTIR)، و دراسة الخصائص البصرية باستخدام طيف الامتصاص (UV-visible absorbance)، فضلا عن الفحوصات الكهربائية باستخدام جهاز (LCR) لإيجاد اهم الخصائص الكهربائية، والخصائص الحرارية المتمثلة بقياسات معامل التوصيل الحراري، و فيما يأتي عرض نتائج هذه القياسات ومناقشتها.

2-4 القياسات التركيبية Structural Measurements

يتضمن هذا الجزء شرحاً مفصلاً لنتائج حيود الاشعة السينية ومناقشة النتائج لأوكسيد النحاس النانوي المحضر عن طريق تفاعل البلازما. يبين الشكل (1-4) نمط حيود الاشعة السينية XRD لمسحوق اوكسيد النحاس النانوي المحضر. يظهر من الشكل أن المركب متعددة التبلور (Polycrystalline)، حيث ظهرت عدة قمم ذات مظهر واسع نسبياً (والذي يدل على التركيب النانوي) عند زوايا حيود براك 35.5565° و 38.7921° و 48.8611° و 58.4383° والمطابقة للمستويات البلورية ذات معاملات ملر (11-1) و (111) و (20-2) و (202) والمطابقة لخطوط الحيود في البطاقة القياسية ذات الرقم (96-101-1195) للتركيب البلوري احادي الميل (Monoclinic) لأوكسيد النحاس (CuO). كان الاتجاه المفضل للنمو هو (111).

تم حساب المسافات البينية للمستويات البلورية باستخدام معادلة براغ (1-2) وحساب الحجم البلوري باستخدام معادلة شرر (3-2) والموضحة بالجدول (1-4)، يظهر من الجدول ان قيم الحجم البلوري ضمن المدى النانوي حيث كانت للاتجاه المفضل [82].19.2nm

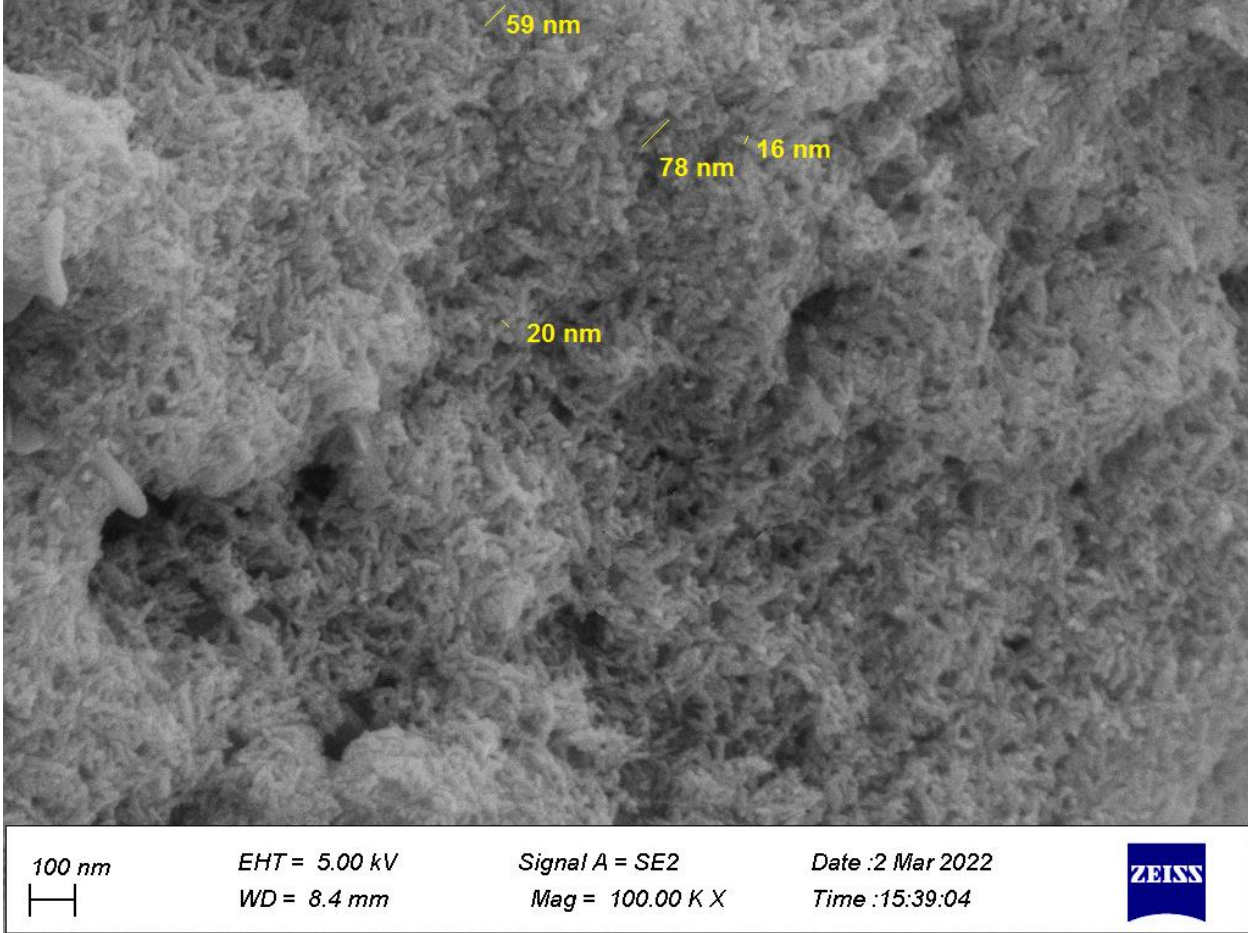


الشكل 1-4: حيود الأشعة السينية لعينة أكسيد النحاس النانوي.

2θ (Deg.)	FWHM (Deg.)	d_{hkl} Exp.(Å)	C.S (nm)	d_{hkl} Std.(Å)	hkl
35.5565	0.4918	2.5228	17.0	2.5228	(111)
38.7921	0.4400	2.3195	19.2	2.3212	(111)
48.8611	0.4918	1.8625	17.7	1.8617	(202)
58.4383	0.4401	1.5780	20.7	1.5764	(202)

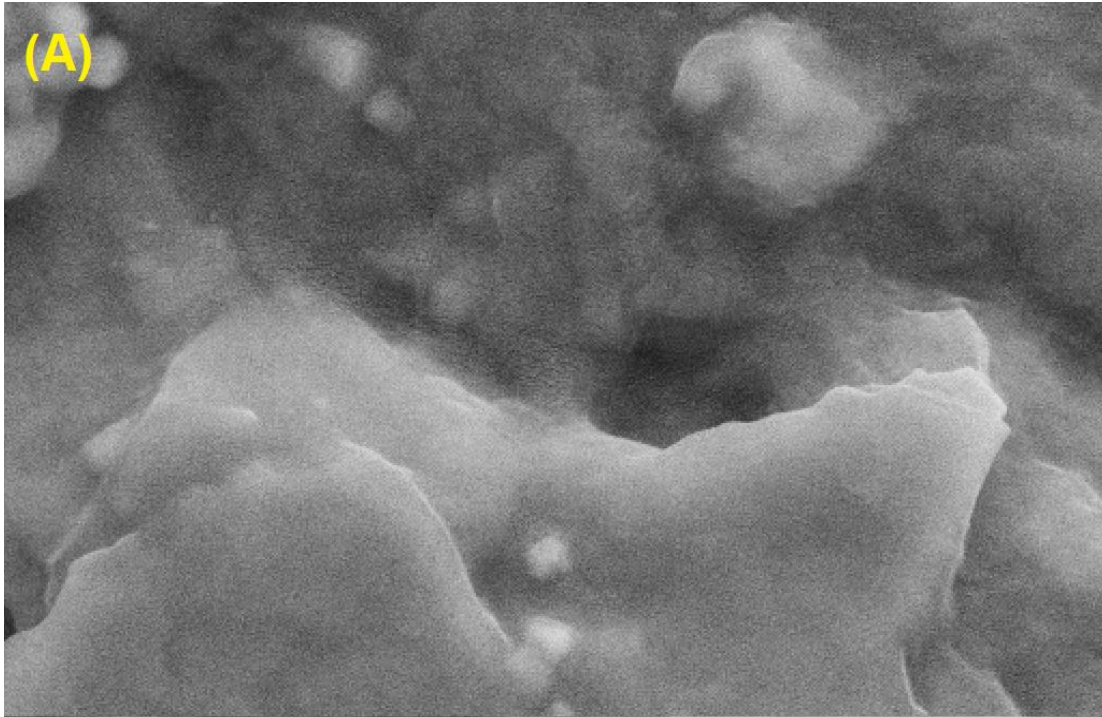
الجدول 1-4: معلمات حيود الأشعة السينية والتي تضم زاوية الحيود والمسافات البينية وعرض القمم والحجم البلوري والاتجاه المطابق لهذه الزاوية لعينة أكسيد النحاس النانوي.

يبين الشكل (2-4) الصور السطحية للمجهر الإلكتروني الماسح (عند قوة تكبير $\times 100K$) لعينة دقائق اوكسيد النحاس النانوية المحضرة. تظهر الصور أنماط منتظمة بأشكال تشبه قضبان نانوية ذات ابعاد (القطر بحدود 20 nm والطول بحدود 78 nm).



الشكل 2-4: صورة المجهر الإلكتروني الماسح لعينة أوكسيد النحاس النانوي المحضرة.

يبين الشكل (3-4) للعينتين (A,B) الصور السطحية للمجهر الإلكتروني الماسح (عند قوة تكبير $\times 100K$) لعينتي خليط البولمرين CMC-PVA النقية والعينة المدعمة بقضبان اوكسيد النحاس النانوية بنسبة 5%. تظهر الصور العينة النقية ذات سطح املس مقارنة بالعينة الممزوجة بنسبة 5% اوكسيد النحاس والتي تظهر فيها القضبان النانوية مدمجة بشكل جيد مع العينة وبعض منها يظهر على السطح .



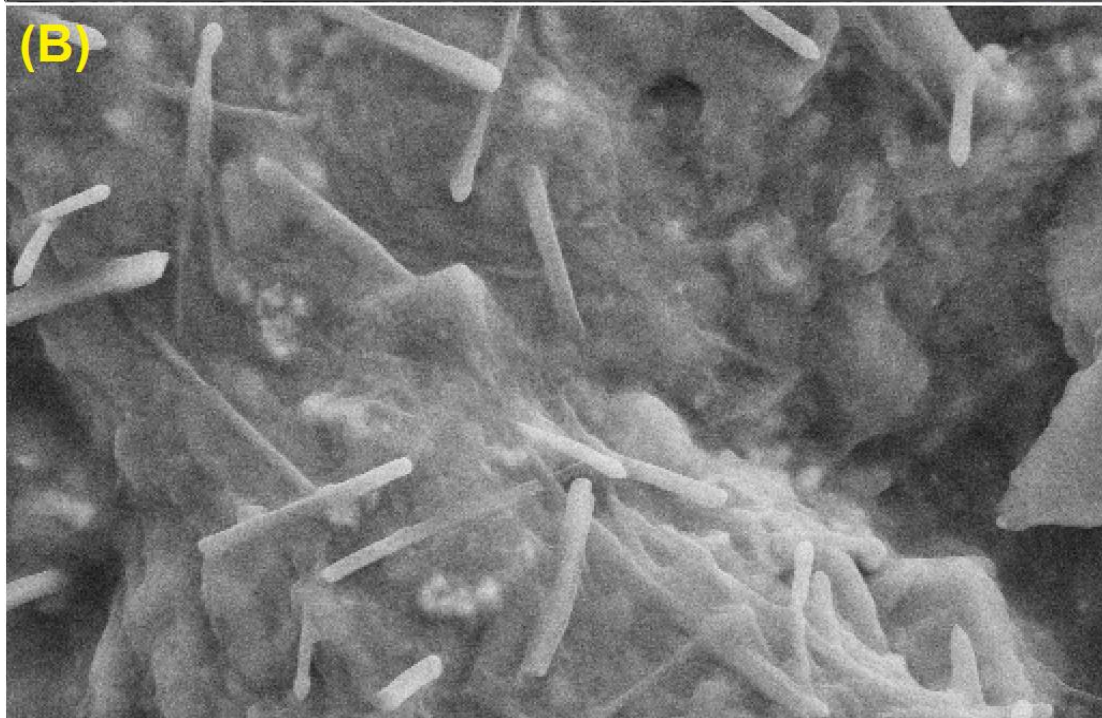
(A)

100 nm

EHT = 5.00 kV
WD = 8.4 mm

Signal A = SE2
Mag = 100.00 K X

Date :2 Mar 2022
Time :15:39:04



(B)

100 nm

EHT = 5.00 kV
WD = 8.4 mm

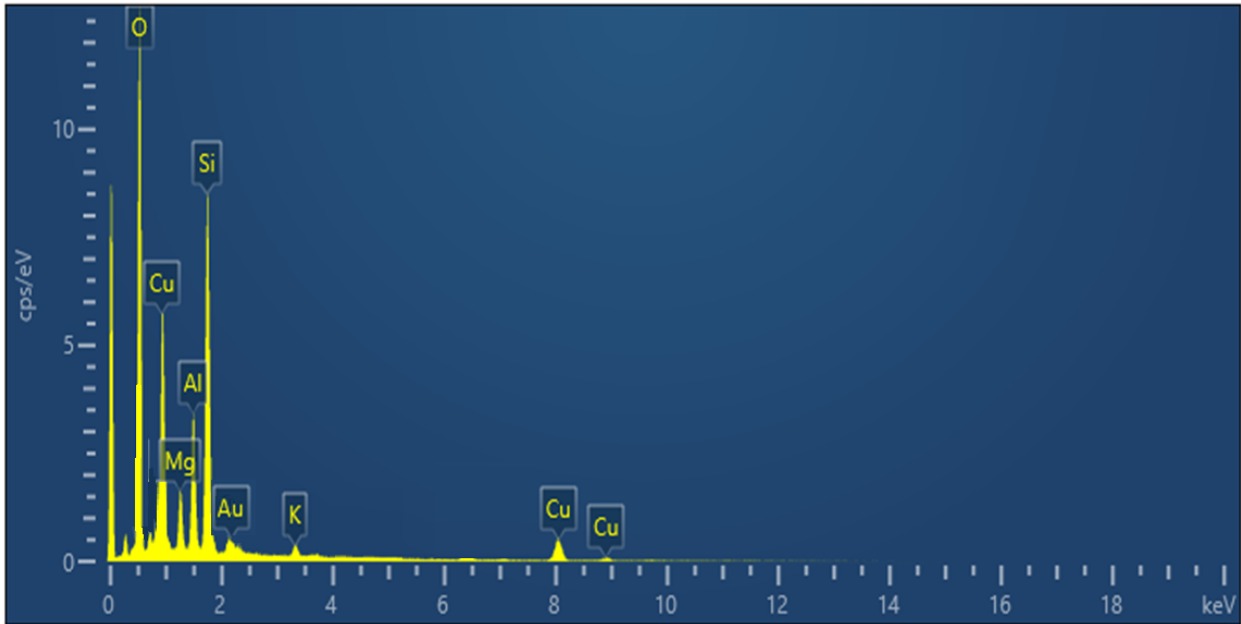
Signal A = SE2
Mag = 100.00 K X

Date :2 Mar 2022
Time :15:39:04



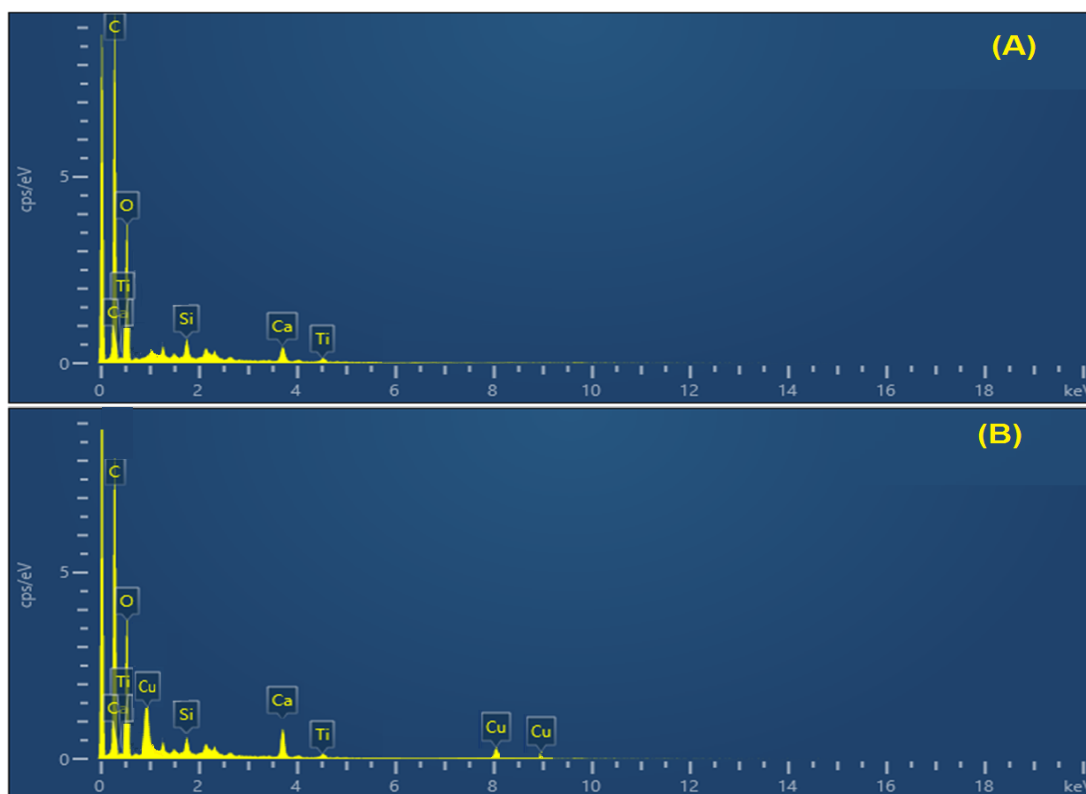
الشكل 3-4: صور المجهر الالكتروني الماسح لعينتي الخليط البولمري CMC-PVA (A) النقية و (B) العينة المدعمة بقضبان اوكسيد النحاس النانوية بنسبة 5%.

تحليل مكونات العناصر بواسطة التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) والذي يعمل اعتماداً على أن كل عنصر له بنية ذرية فريدة يعطي خطوط طيفية مميزة من طيف الانبعاث الكهرومغناطيسي بعد الإثارة بالأشعة السينية. يوضح الشكل (4-4) طيف EDX لعينة أكسيد النحاس النانوي، يُظهر القياس العديد من القمم المقابلة لخطوط الانبعاث للنحاس (Cu) والأكسجين (O)، فضلاً عن بعض القمم المقابلة للركيزة الزجاجية مثل عنصر السيليكون عند حوالي (1.7 KeV) بالإضافة إلى العناصر القليلة الأخرى، بالإضافة إلى ذروة الذهب التي يتم ترسيبها على سطح العينات كعملية تحضيرية قبل الفحص لتحسين دقة الصور في فحص SEM. تختلف شدة القمم باختلاف وجودها في العينات.



الشكل 4-4: تحليل مكونات العناصر بواسطة التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لقضبان أكسيد النحاس النانوية

يبين الشكل (4-5) أطياف EDX لعينات خليط CMC-PVA النقية والمدعمة بنسبة 5% من أكسيد النحاس النانوي، يظهر كلا الطيفين قمة واضحة تعود للكربون الذي يعد من أهم مكونات المواد البوليمرية، ظهرت قمم جديدة تعود للنحاس في العينة المزوجة بنسبة 5% من أكسيد النحاس.



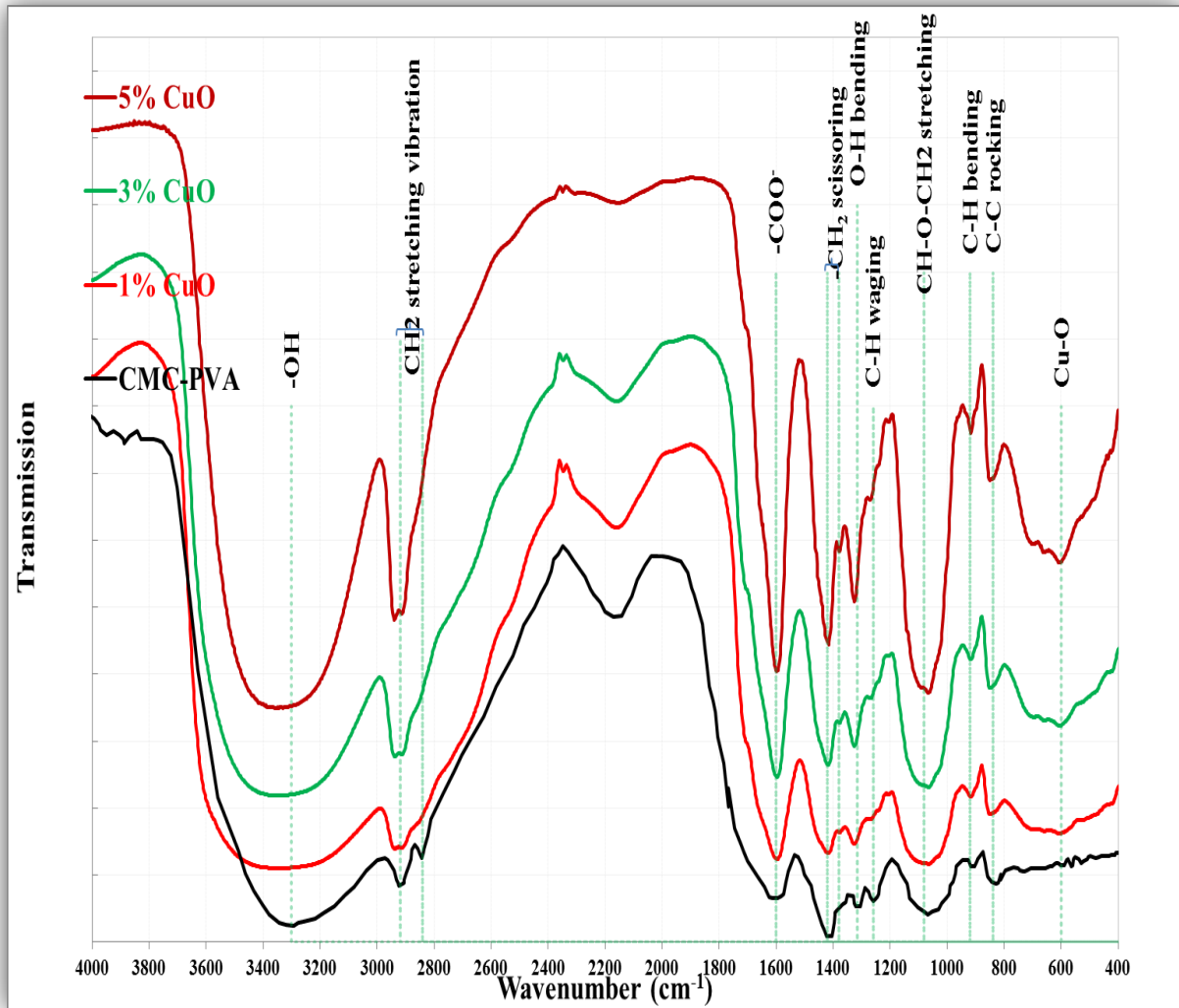
الشكل 4-5: تحليل مكونات العناصر بواسطة التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لعينتي الخليط البوليمري CMC-PVA النقية (A) والعينة المدعمة بقضبان اوكسيد النحاس النانوية بنسبة 5%. (B)

4-4 تحويل فورييه لطيف الاشعة تحت الحمراء (FTIR)

تمت دراسة أطياف FTIR لعينات خلأط CMC / PVA النقية والمشوبة CuO بنسب وزنية مختلفة من أكسيد النحاس في الشكل (4-6). المركب النقي يظهر النطاقات المميزة لكل من البوليمرين [84]. ظهر نطاق مجموعة الكربوكسيل (O-H) للروابط الهيدروجينية عند 3296.06 cm^{-1} . ظهر الاهتزاز غير المتمائل والمتمائل التمدي لمجموعة CH_2 عند 2918.11 cm^{-1} و 2842.52 cm^{-1} [85]. ظهرت طاقة اهتزاز المجموعة COO^- عند 1601.22 cm^{-1} . يتوافق النطاقان عند 1415.75 و 1377.95 cm^{-1} مع اهتزاز المقص لمجموعة CH_2 . الحزم عند 1314.17 cm^{-1} لأصرة الانثناء O-H، بينما عند 1255.12 cm^{-1} C-H waging [86]، ظهر اصرة CH-O-CH_2 في مجموعة الأسيتيل في PVA عند 1070.87 cm^{-1} [87,88]. يُعزى النطاق عند 907.87 cm^{-1} إلى اهتزاز الانحاء لأصرة C-H وعند 829.92 cm^{-1} إلى اهتزاز التممد لأصرة C-C [89].

هناك بعض الاختلاف في انماط FTIR بعد التشويب بدقائق CuO-NPs، أذ ظهرت قمم إضافية، وانخفضت بعض القمم في شدتها أو اختفت أو اختلفت قليل في طاقة القمم التي تشير إلى التفاعل بين

البوليمر والجسيمات النانوية المضافة [90]. النطاقان عند 1255.12 و 2842.52 cm^{-1} اختفيا بعد المزج ، بينما يشير زيادة شدة النطاق C-H عند 2918.11 cm^{-1} بشكل ملحوظ إلى أن CuO يتفاعل مع هذه المجموعات الوظيفية [91]. ظهر نطاق عريض في المنحنيات المشوبة عند 605.51 cm^{-1} مطابقة لنطاق Cu-O وازدادت شدتها مع زيادة محتوى الجسيمات النانوية، بينما يشير انخفاض أو اختفاء نطاق CH إلى التفاعل بين سلسلة البوليمر مع الدقائق النانوية عن طريق الاستبدال بدلاً من ذرات الهيدروجين [92]. يوضح الجدول (2-4) كل المديات لأنماط الاهتزاز للأواصر الذي ظهرت في العينات.



الشكل 4-6: أنماط FTIR للمركب النانوي CMC/PVA-CuO.

Band Type	CMC-PVA	1% CuO	3% CuO	5% CuO
O-H	3296.06	3326.77	3317.32	3319.69
C-H stretching	2918.11	2927.56	2932.28	2934.65
	2842.52	-	-	-
-COO	1601.22	1592.91	1597.64	1597.64
-CH ₂ scissoring	1415.75	1420.47	1418.11	1418.11
	1377.95	1375.59	1373.23	1375.59
O-H bending	1314.17	1325.98	1323.62	1323.62
C-H waging	1255.12	1264.57	-	-
CH-O-CH ₂ stretching	1070.87	1070.87	1066.14	1063.78
C-H bending	907.87	917.32	914.96	917.32
C-C rocking	829.92	844.09	848.82	846.46
Cu-O	-	605.51	600.79	603.15

الجدول 2-4: حزم FTIR للمركب النانوي CMC/PVA-CuO.

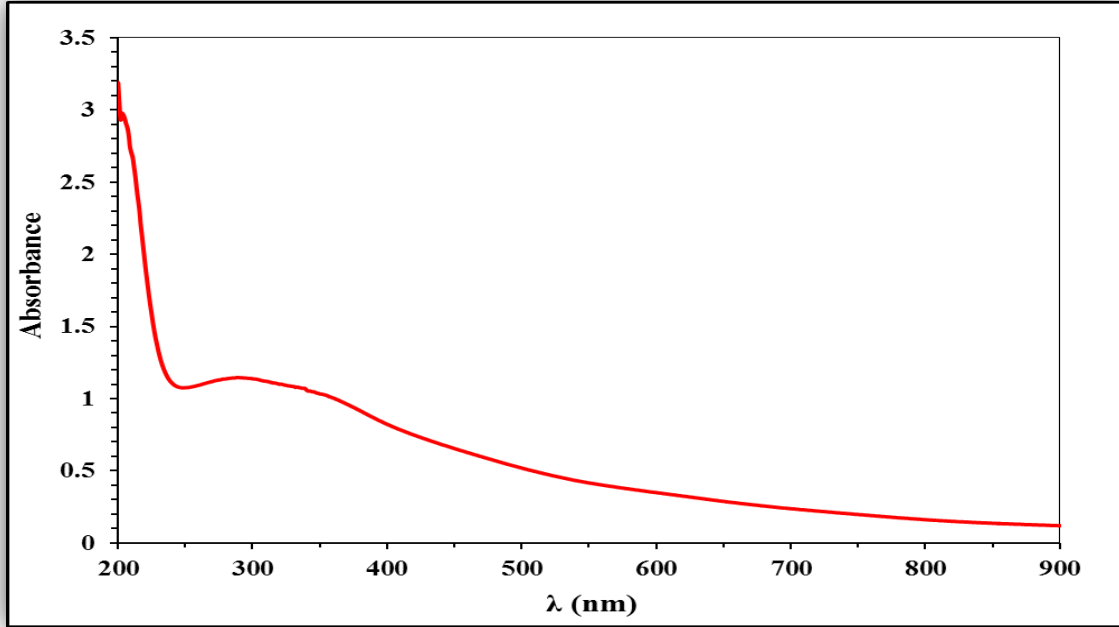
3-4 الخصائص البصرية Optical Properties

إن دراسة الخصائص البصرية ذات أهمية كبيرة في معرفة طيف الامتصاص للمواد كذلك يعطي معلومات مهمة عن طبيعة الانتقالات الالكترونية لأشباه الموصلات.

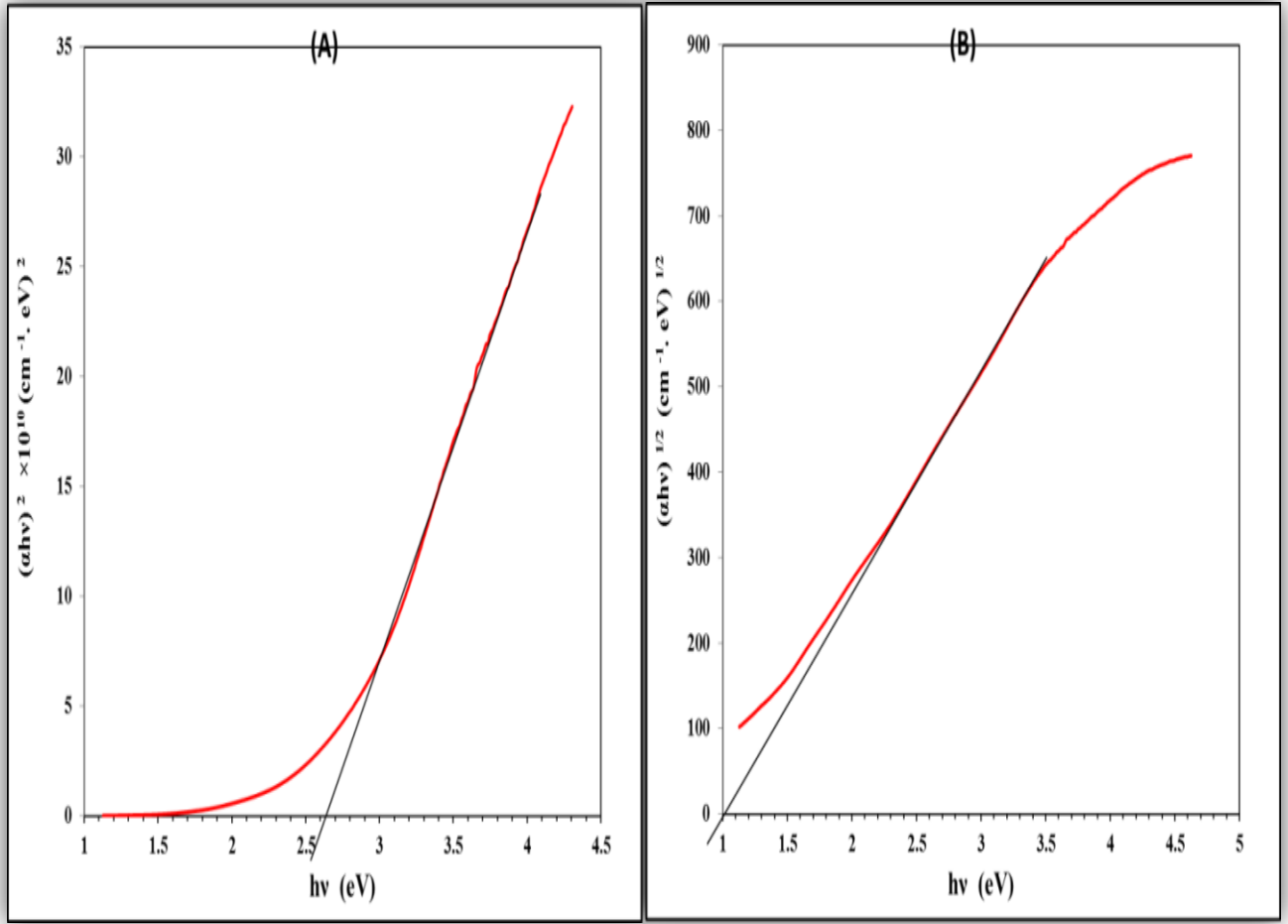
يبين الشكل (4-7) منحنى الامتصاص لدقائق أكسيد النحاس النانوية المعلقة في الماء المقطر المحضر بواسطة بلازما الأرجون التي تعمل بالتيار المستمر في الغلاف الجوي. يمكن ملاحظة إن الامتصاصية تكون قليلة عند الأطوال الموجية الطويلة (ذات طاقة الفوتونات القليلة) بينما تكون عالية عند الأطوال الموجية القصيرة (ذات الطاقة الاعلى) ويعود ذلك الى أن فقط الفوتونات ذات طاقة تساوي أو اكبر من فجوة الطاقة تولد زوج الكترون- فجوة فتحدث عملية الامتصاص [83]. ظهرت حافة الامتصاص عند حوالي 250nm ويظهر الشكل نطاق عريض آخر حول الطول الموجي 300 nm.

تم قياس فجوة النطاق البصري E_g^{opt} بواسطة صيغة Tauc عن طريق رسم العلاقة بين $(ahv)^2$ (للانتقال المباشر) $(ahv)^{1/2}$ (للانتقال غير المباشر) مقابل طاقة الفوتون hv كما هو موضح في الشكل (4-4).

(8) كانت قيم E_g^{opt} 2.6 eV و 1 eV للانتقالين المباشر وغير المباشر على التوالي. ظهرت فجوة الطاقة المباشرة أكبر من تلك التي في الدراسات السابقة بسبب تأثير الحبس الكمي (Quantum Confinement)، والذي يحدث بسبب تقليل الحجم البلوري إلى المدى النانوي [83].

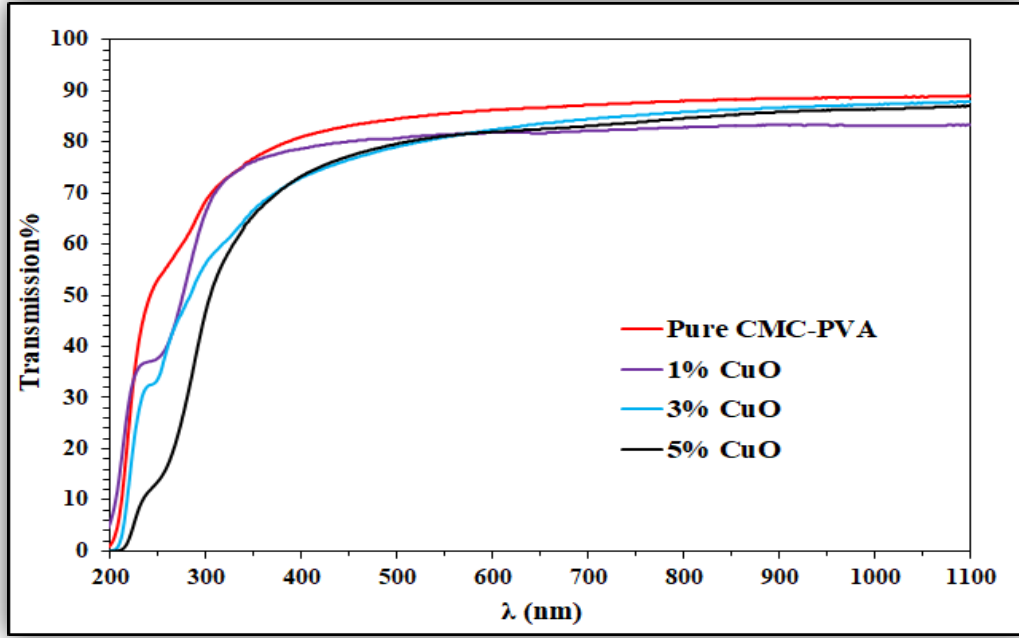


الشكل 4-7: طيف امتصاص للأشعة المرئية فوق البنفسجية لمعلق اوكسيد النحاس المحضر بواسطة بلازما الأرجون للتيار المستمر في الجو.



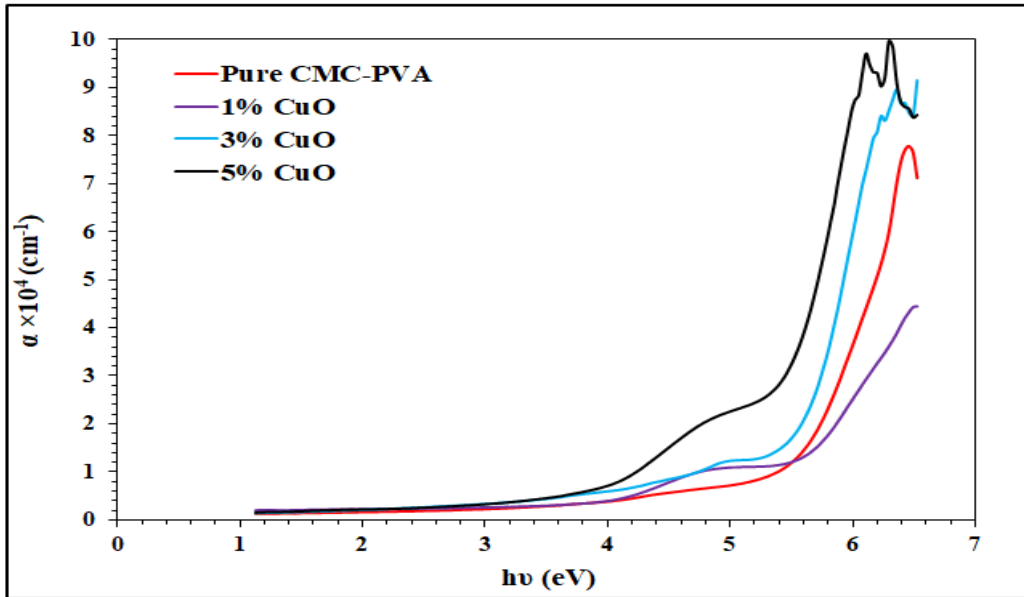
الشكل 4-8: فجوة نطاق الطاقة لمعلق اوكسيد النحاس المحضر بواسطة علاقة Tauc للانتقالين (A) المباشر و (B) الغير المباشر.

يوضح الشكل (4-9) منحنى النفاذية لخليط CMC-PVA بنسب مختلفة من أوكسيد النحاس النانوي، ظهرت حافة الامتصاص حادة جدا عند حوالي (250 nm) بينما كانت الامتصاصية منخفضة جدا (شفافية عالية) ضمن المدى (300-1100 nm).



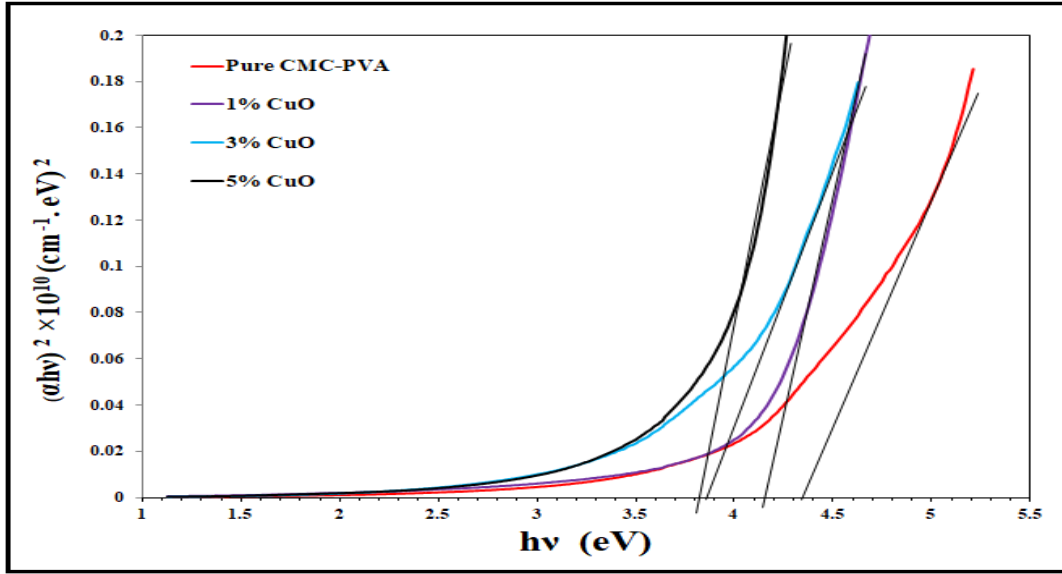
الشكل 9-4: طيف النفاذية للأشعة المرئية فوق البنفسجية للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.

تم تحديد معامل الامتصاص (α) لخليط CMC-PVA بنسب مختلفة من أوكسيد النحاس، باستخدام المعادلة (2.11) كما هو موضح في الشكل 10-4، تمتلك المترابكات معامل امتصاص عالي خاصة عند الأطوال الموجية القصيرة ($< 10^4 \text{ cm}^{-1}$) مما يدل على الانتقال الإلكتروني المباشر المسموح [93].



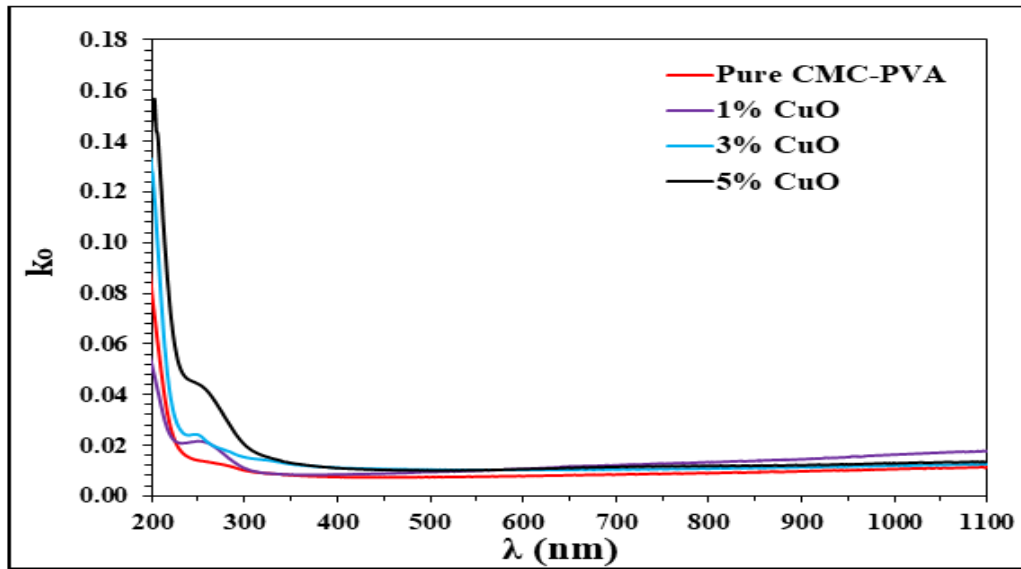
الشكل 10-4: تغير معامل الامتصاص مع طاقة الفوتون للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.

تم قياس فجوة الطاقة البصرية E_g^{opt} بواسطة صيغة Tauc كما هو موضح في الشكل 4-11. ظهرت ان فجوة الطاقة واسعة وبحدود 4.3eV وقلت بمقدار قليل إلى 3.8eV مع زيادة محتوى CuO إلى 5% نتيجة لخلق مستويات عيوب موضعية بالقرب من نطاق التوصيل [94].



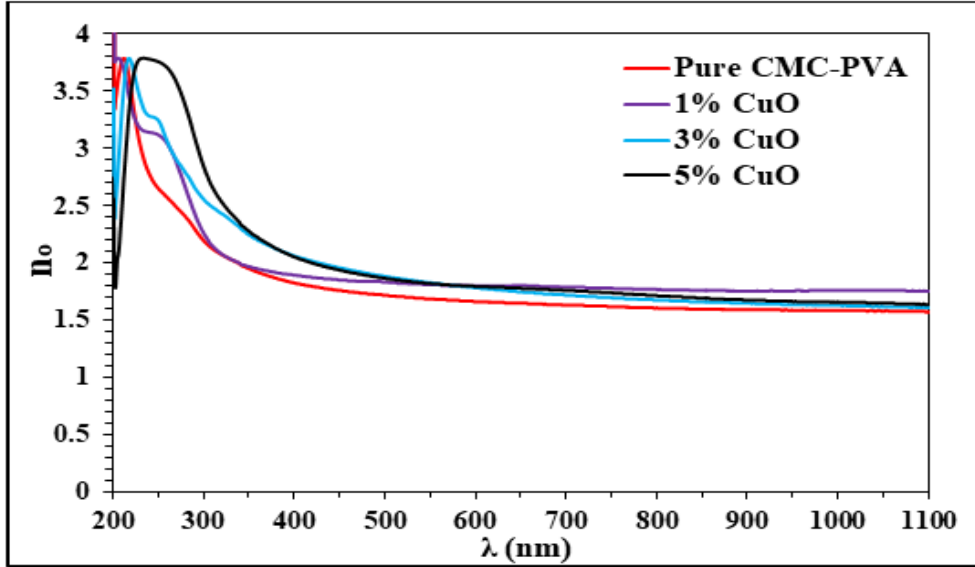
الشكل 4-11: فجوة الطاقة للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.

يوضح الشكل (4-12) تباين معامل الخمود (k_0) مع الطول الموجي للخليط CMC-PVA بنسب مختلفة من أكسيد النحاس. نعلم أن معامل الخمود يعتمد بشكل أساسي على معامل الامتصاص؛ لهذا السبب فإن لها السلوك نفسه إذ له قيم عالية عند الاطوال الموجية القصيرة فقط [94].



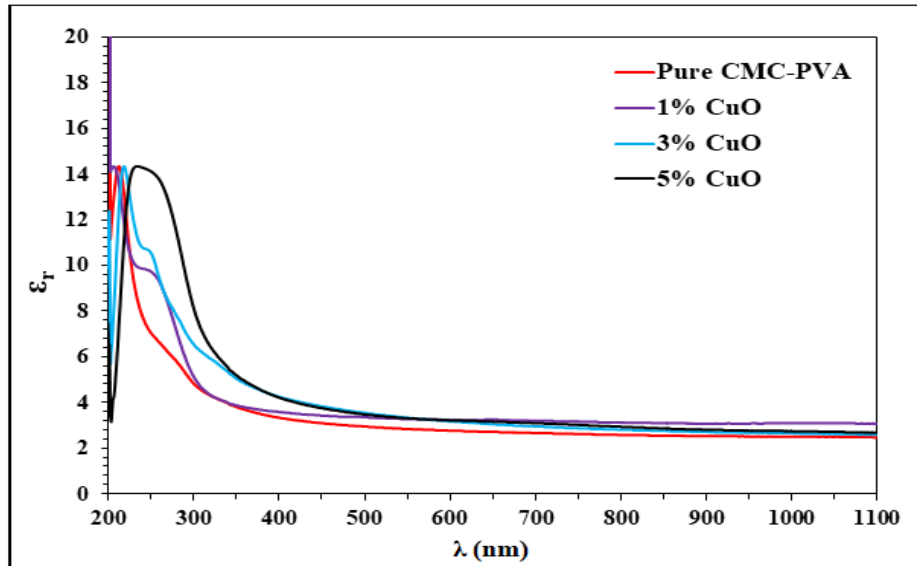
الشكل 4-12: تغير معامل الخمود مع الطول الموجي للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.

تم حساب التباين في معامل الانكسار مقابل الطول الموجي في النطاق (200-1100 nm) لخلائط CMC-PVA بنسب مختلفة من أكسيد النحاس والمبينة في الشكل 4-13. يمكننا أن نلاحظ أن معامل الانكسار بشكل عام يزداد مع زيادة محتوى CuO وهذا السلوك يرجع إلى نقصان في فجوة الطاقة [95].

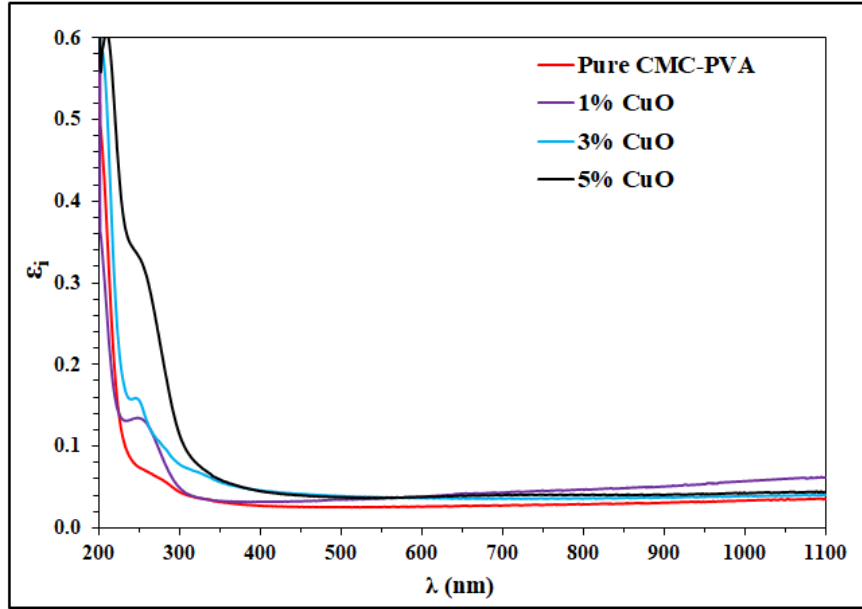


الشكل 4-13: تغير معامل الانكسار مع الطول الموجي للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.

تم عرض التباين في قيم ثابتي العزل الكهربائي الحقيقية والخيالية مقابل الطول الموجي في الأشكال (14-4 إلى 15-4) لخليط CMC-PVA بنسب مختلفة من أكسيد النحاس. يعتمد تباين ثابت العزل الكهربائي على قيمة معامل الانكسار. على النقيض من ذلك، يعتمد فقدان العزل الكهربائي بشكل أساسي على قيم معامل الخمود التي ترتبط بتغير الامتصاص، لذلك يكون لها نفس السلوك تقريبًا [96].



الشكل 4-14: تغير ثابت العزل الحقيقي مع الطول الموجي للمترابك النانوي CMC/PVA-CuO.



الشكل 4-15: تغير ثابت العزل الخيالي مع الطول الموجي للمركب النانوي CMC/PVA-CuO.

4-5 التوصيلية المتناوبة

يبين الشكل (4-16) تغير لوغاريتم الموصلية الكهربائية المتناوبة مع لوغاريتم التردد الزاوي لعينات خلائط CMC-PVA المقواة بنسب وزن مختلفة من اوكسيد النحاس النانوي. الشكل العام للعلاقة هو علاقة طردية للموصلية مع التردد وتكون العلاقة خطية ضمن المدى (2.5 - 30) MHz ، أي أن التوصيلية المتناوبة ($\sigma_{A.C}$) تخضع لعلاقة قانون الطاقة لـ Jonscher [97]:

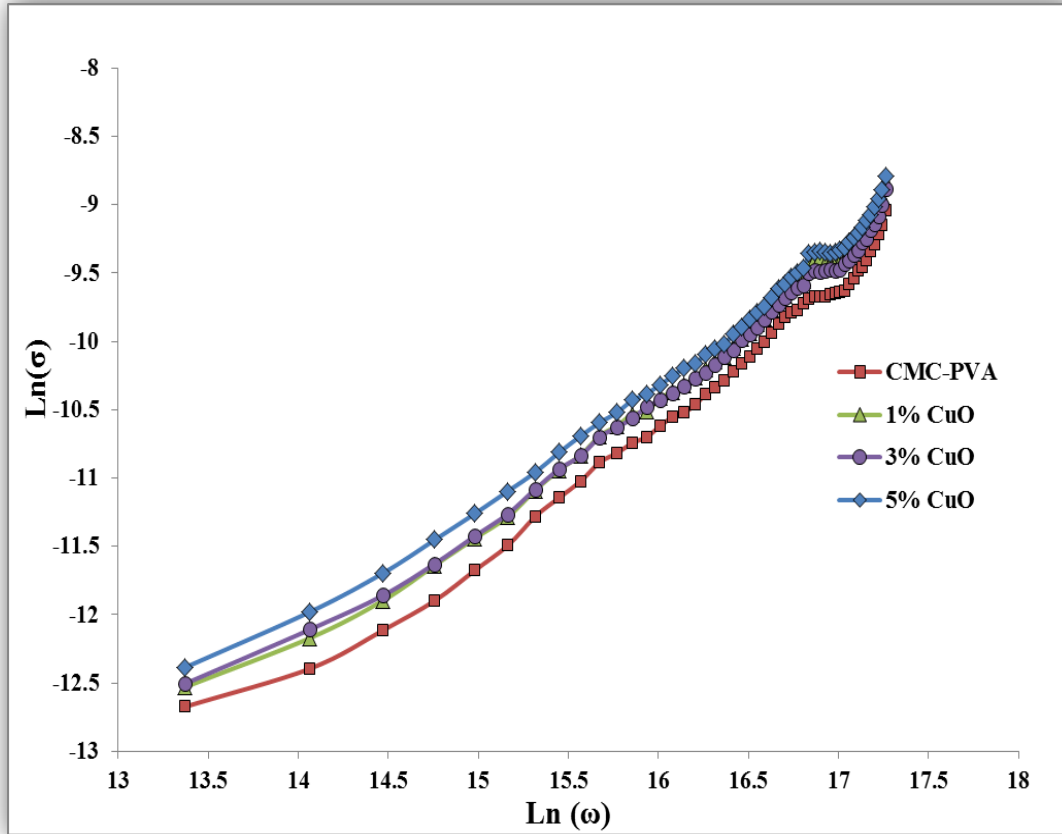
$$\sigma_{A.C} = \sigma_{d.c} + A\omega^s$$

أذ $\omega = 2\pi f$ هو التردد الزاوي ، A ثابت يعتمد على استقطابية العينة ، و s هو العامل الأسّي والذي يحدد شكل علاقة التوصيلية مع التردد و قيمه الممكنة محصورة من 0 إلى 1 ، $\sigma_{d.c}$ هي موصلية التيار المستمر، والتي لها دور كبير ضمن الترددات المنخفضة فقط. أما ضمن الترددات العالية فإن $\sigma_{d.c}$ يمكن إهمالها. ومن خلال أخذ اللوغاريتم لجانبي العلاقة أعلاه مع إهمال تأثير التوصيلية المستمرة:

$$\ln(\sigma_{A.C}) = s \ln(\omega) + \ln(A)$$

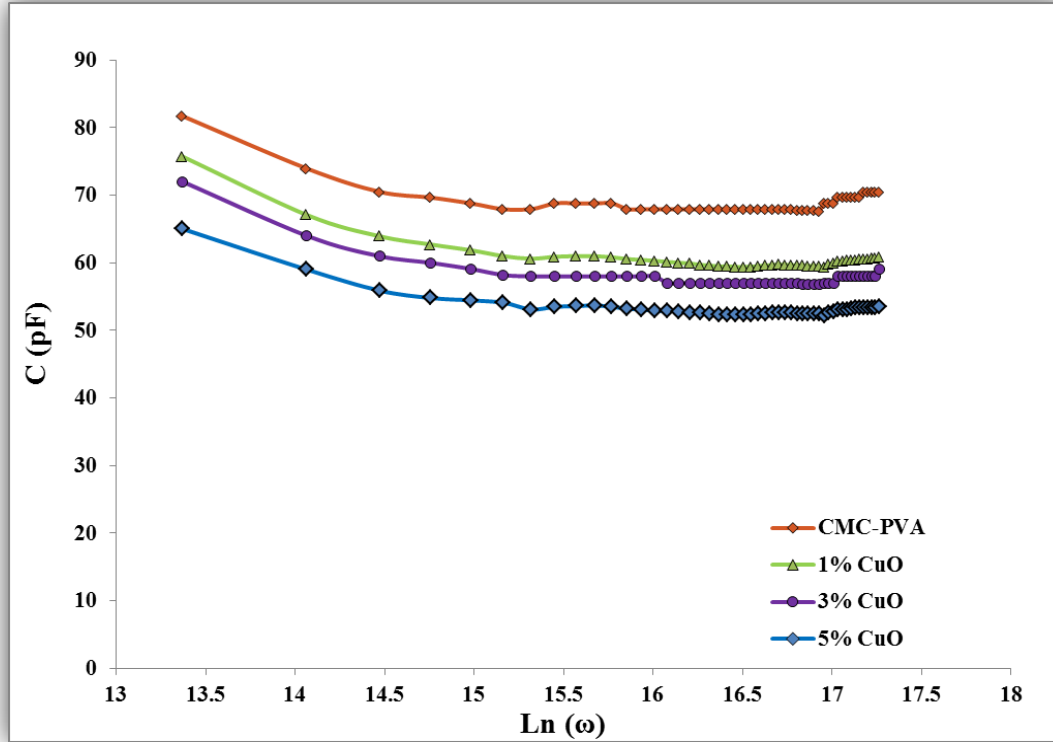
يمثل ميل المنطقة الخطية عند مدى وسطي من الترددات العامل الأسّي ، الذي يحدد درجة التفاعل بين الشبكة والأيونات المتحركة، ويعطي صورة للعلاقة بين الموصلية المتناوبة مع التردد. وفقاً لنموذج التوصيلية المتناوبة المسمى قفز الحاجز المتلازم (CBH)، أذ أن ميكانيكية التوصيلية المتناوبة تفسر بقفز

حاملات الشحنة فوق الحاجز المحتمل بين حالتين متجاورتين [98]. تؤدي زيادة محتويات الدقائق النانوية إلى زيادة موصلية التيار المتناوب بسبب خلق حالات موضعية أكثر أو عن طريق تقليل حواجز الجهد الكولومية بين الحالات الموضعية [98].



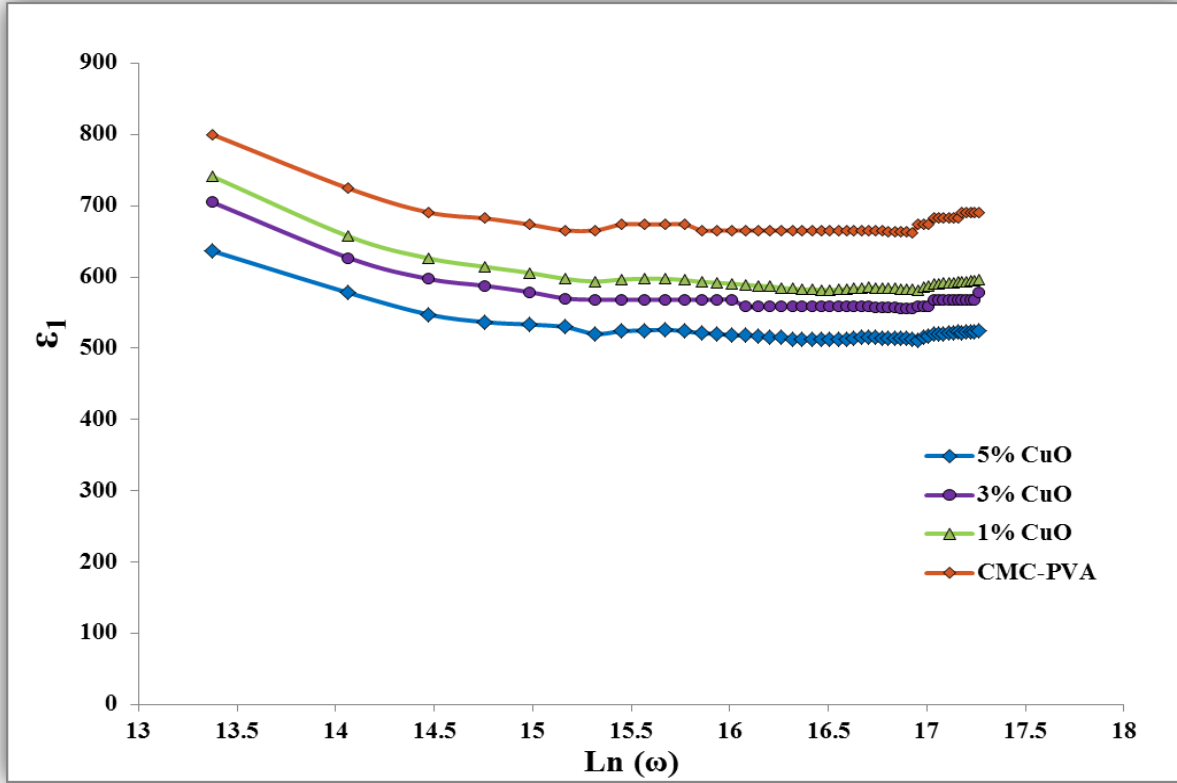
الشكل 4-16: تغير لوغاريتم الموصلية مع التردد الزاوي للمركب النانوي CMC/PVA-CuO.

يبين الشكل (4-17) تغير السعة الكهربائية مع لوغاريتم التردد لعينات خليط CMC-PVA المشوبة بنسب مختلفة من أكسيد النحاس. انخفضت السعة مع زيادة التردد الذي يُعزى إلى تغير ثابت العزل مع التردد. من الجدير بالذكر أن السعة تتناسب طردياً مع ثابت العزل للمادة المقاسة بين سطحي المتسعة. يمكننا أيضاً ملاحظة تناقص السعة مع زيادة محتويات أكسيد النحاس النانوية نتيجة لمساهمتها في التوصيلية الكهربائية والتي تؤدي إلى نقصان ثابت العزل الكهربائي [99].



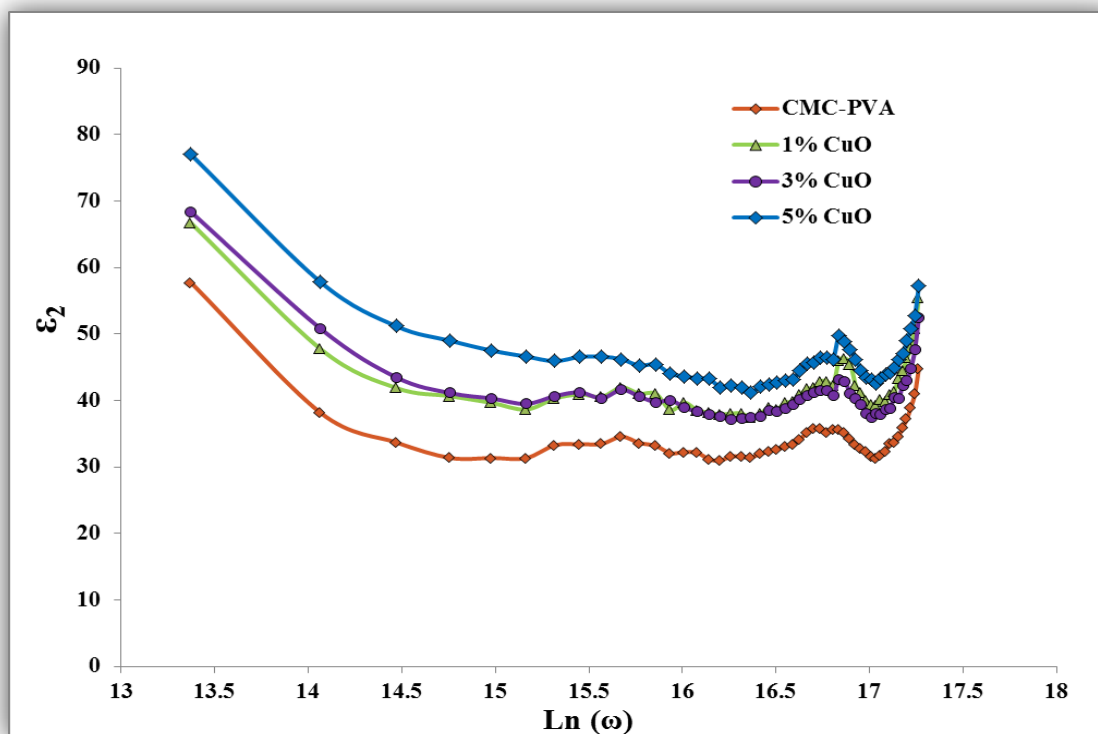
الشكل 4-17: تغير السعة مع التردد الزاوي للمركب النانوي CMC/PVA-CuO.

تم حساب ثابت العزل الكهربائي اعتماداً على المعادلة (2-22) باستخدام قيم السعة. يبين الشكل (18-4) تغير ثابت العزل الكهربائي (ϵ_1) مع لوغاريتم التردد لعينات CMC-PVA:CuO، يبدو أن ϵ_1 يتناقص مع زيادة التردد الذي يُعزى إلى نمو الاستقطاب ذو الأنواع المختلفة من الاستقطاب لإعطاء الاستقطاب الكلي. من الجدير بالذكر أن الاستقطاب مقسم على أربعة أنواع، الأول عند التردد المنخفض هو الاستقطاب بواسطة حاملات الشحنة عند الأقطاب الكهربائية. النوع الثاني هو الاستقطاب للجزيئات ثنائية القطب عن طريق تغيير اتجاهات الجزيئات على طول المجال الكهربائي المطبق. النوع الثالث هو الاستقطاب الأيوني الناتج عن إزاحة الشحنة السالبة والأيونات الموجبة بالنسبة لبعضهما البعض، أما النوع الأخير يحدث عند الترددات العالية هو الاستقطاب الإلكتروني الناتج عن إزاحة إلكترونات التكافؤ من موضع الاستقرار حول النواة الموجبة. يتناقص الاستقطاب مع زيادة التردد لأن الاستقطاب الإلكتروني والأيوني يحتاج مجال أكبر من النوعين الأولين. يؤدي هذا إلى تقليل قيمة إجمالي ثابت العزل الكهربائي لأن النوعين الأخيرين يصبحان هما السائدان مع زيادة التردد الذي يصل أخيراً إلى القيم الثابتة تقريباً في نطاق الترددات العالية. يمكننا أيضاً ملاحظة تناقص ثابت العزل مع زيادة محتويات أكسيد النحاس النانوية نتيجة لمساهمتها في التوصيلية الكهربائية، ولذلك يقل ثابت العزل الكهربائي [100]، وهذا السلوك يتوافق مع الدراسة [101].



الشكل 4-18: تباين ثابت العزل الكهربائي مع التردد الزاوي للمركب النانوي CMC/PVA-CuO.

تم حساب ثابت الفقد (dielectric loss) (أو كما يسمى ثابت العزل الخيالي) اعتماداً على المعادلة (2-32) باستخدام قيم ثابت العزل وظل زاوية فرق الطور المعطاة من الجهاز. يتناقص ثابت الفقد الكهربائي (ϵ_2) مع التردد كما هو موضح في الشكل (4-19)، يعتمد ϵ_2 في الترددات المنخفضة على هجرة الأيونات من الأقطاب الكهربائية، بينما في الترددات العالية، يكون الاهتزاز الأيوني هو السبب الرئيس لتقليل الثابت ϵ_2 . يكون ϵ_2 ثابتاً تقريباً عند الترددات العالية، أكبر من 500 KHz. تشير هذه النتائج إلى أن معاملات التوصيل والعزل الكهربائي للعينات المحضرة تعتمد بشدة على التردد، ومن جانب آخر تتأثر بشدة بنسبة التطعيم بالمواد النانوية المضافة [94]، زادت قيمة ϵ_2 مع زيادة نسبة اوكسيد النحاس النانوي بسبب تأثير حالات السطح [102]. كانت قيم العامل الأسّي أقل من واحد وكما مبين في الجدول (4-3) وتأثر بتغيير نسبة التطعيم والذي يؤدي الى تباين في سلوك التوصيل مع التردد ويكون أقل تأثراً بالتردد من العينات النقية، حيث انخفض s من 0.987 إلى 0.925 مع زيادة نسبة اوكسيد النحاس من 0 إلى 5% كما هو مبين في الجدول (4-3).



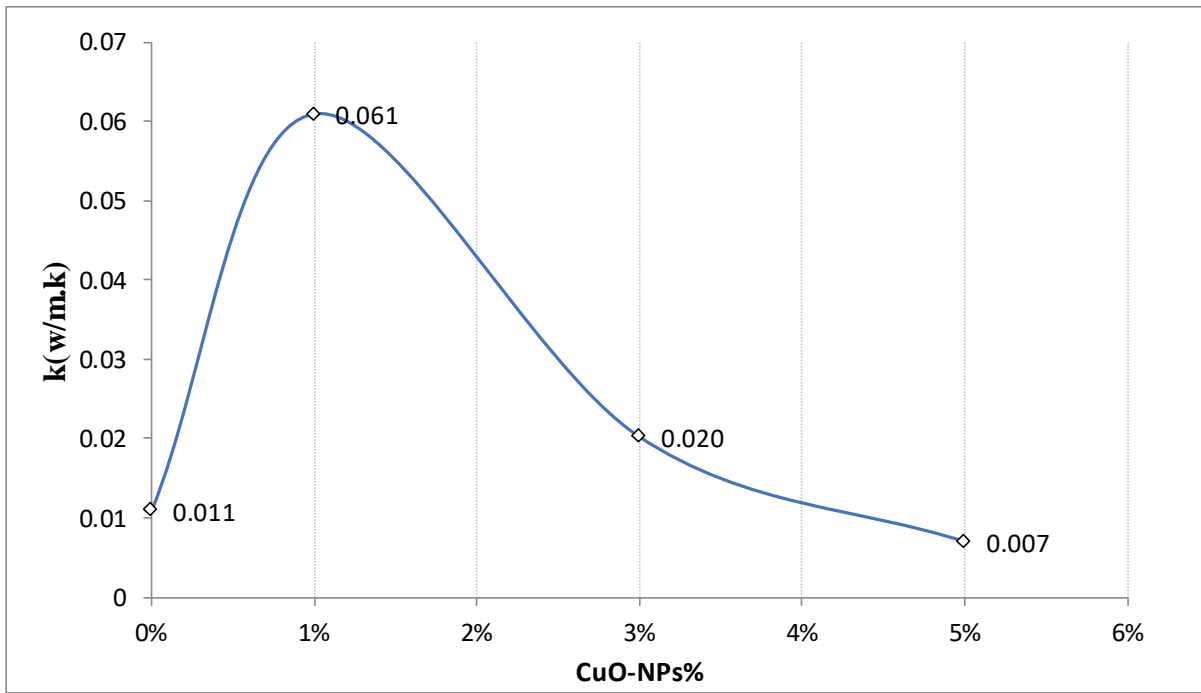
الشكل 4-19: تغير ثابت الفقد لخليط CMC-PVA مع تغير نسبة أوكسيد النحاس النانوي.

Sample	Wt%
CMC-PVA	0.987
1% CuO	0.975
3% CuO	0.956
5% CuO	0.925

الجدول 3-4: العامل الأساسي لخليط CMC-PVA مع نسب مختلفة من أوكسيد النحاس النانوي.

6-4 التوصيلية الحرارية

يوضح الشكل (4-20) تغير معامل التوصيل الحراري لخليط CMC-PVA:CuO. نلاحظ تحسن التوصيلية الحرارية عند نسبة 1% إذ ازداد المعامل من 0.011 W/mK للعينة النقية إلى 0.061 W/mK. هذه الزيادة في التوصيلية الحرارية نتيجة تكون روابط إضافية بين السلاسل البوليميرية (cross linking) بمساهمة الدقائق المضافة [94]. بينما أدت زيادة نسبة المواد إلى تقليل التوصيلية الحرارية. إن زيادة المواد النانوية داخل البوليمر قد تؤدي إلى تكون تكتلات لهذه الدقائق تكون كنقاط عيوب تمنع الاتصال بين أجزاء البوليمر. تؤدي هذه العيوب إلى تشتت الفونونات (المسؤولة عن نقل الحرارة) عند حدود الحبوب وعيوبها لذلك تحد من توصيل الحرارة [95].



الشكل 4-20: تغير معامل التوصيل الحراري لخليط CMC-PVA مع تغير نسبة أوكسيد النحاس النانوي.

5-1 الاستنتاجات (Conclusions)

تم في هذه الدراسة تحضير جسيمات أوكسيد النحاس النانوي CuO-NPs بطريقة البلازما، واستخدامها في تحضير فلام متراكبة من CMC / PVA بطريقة صب المحلول، تم التوصل الى اهم الاستنتاجات الخاصة بهذه الدراسة على الشكل الآتي:

1- تم تحضير جسيمات عالية التبلور ونقية لمادة اوكسيد النحاس CuO النانوي ذي تركيب بلوري احادي الميل (Monoclinic) بنجاح بواسطة طريقة البلازما وهي بسيطة وغير سامة و واطئة الكلفة.
2- تم الحصول على اشكال منتظمة تشبه القضبان النانوية ذات ابعاد القطر بحدود (20nm) والطول بحدود (78nm).

3- تم تحضير اغشية بوليمرية نانوية متراكبة تتميز بمرونتها العالية مما يجعل سهولة التعامل معها ويمكن تطبيقها في مجالات كهربائية واسعة التي تحتاج الى مرونة عالية.

4- قيم فجوة الطاقة لأغشية (CMC / PVA) المدعمة تنخفض مع زيادة كل من محتوى جسيمات اوكسيد النحاس النانوي.

5- قيم معامل الانكسار ، ومعامل الخمود ، والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي لأغشية (CMC / PVA) تزداد عند إضافة جسيمات اوكسيد النحاس النانوي .

6- إن قيم ثابت العزل الكهربائي تنخفض ولجميع النماذج المحضرة النقية والمدعمة مع زيادة قيم التردد للمجال الكهربائي المسلط في حين ان قيم ثابت الفقد الكهربائي تزداد عند إضافة جسيمات اوكسيد النحاس النانوي.

7- معامل التوصيل الحراري للأغشية البوليمرية يزداد بصورة ملحوظة عند إضافة جسيمات ثنائي اوكسيد النحاس النانوي .

2-5 المشاريع المستقبلية (Future Projects)

- 1- دراسة بعض الخصائص الفيزيائية للخليط البوليمري (CMC/PVA) المدعم بجسيمات أوكسيد التيتانيوم النانوية.
- 2- تحضير ودراسة بعض الخصائص الفيزيائية للمترابك النانوي (PAV/PEG:CuO).
- 3- دراسة الخصائص التركيبية والبصرية للخليط البوليمري (CMC/ PVA/PEG) المدعم بأوكسيد النحاس النانوي.

المصادر

References

المصادر

- [1] D. G. R. William D. Callister, Jr., *Materials Science and Engineering an Introduction*, 8 th edition ,(2010).
- [2] R. Hsissou, R. Seghiri, Z. Benzekri, M. Hilali, M. Rafik, and A. Elharfi, "Polymer composite materials: A comprehensive review," *Compos. Struct.*, vol. 262, p. 113640, (2021).
- [3] M. Alberto, "Introduction of Fibre-Reinforced Polymers – Polymers and Composites: Concepts, Properties and Processes," in *Fiber Reinforced Polymers - The Technology Applied for Concrete Repair*, InTech, (2013).
- [4] Smith, R. A. *Semiconductors* Cambridge Univ. Press, Cambridge , (1959).
- [5] Ovshinsky, S. R., Adler, D., Schwartz, B. B., & Steele, M. C. *Physical properties of amorphous materials*. In *Institute for Amorphous Studies Series (Vol. 1, p. 105)*. Plenum Press New York, (1985).
- [6] G.M. Weyl, L.J. Radziemaski and D.A. Cremers, In *Laser-induced plasmas and applications*, Eds., Marcel Dekker, New York, p 89, (1989).
- [7] Xin, M., Li, K., & Wang, H. Synthesis of CuS thin films by microwave assisted chemical bath deposition. *Applied Surface Science*, 256(5), pp.1436-1442, (2009).
- [8] Kalarikkal, N., & Thomas, S. Introduction on crystallization in multiphase polymer systems. In *Crystallization in multiphase polymer systems* , pp. 1-16, (2018).
- [9] J. K. Fink, "Handbook of Engineering and Specialty Thermoplastics, Water Soluble Polymers (Handbook of Engineering and Speciality Thermoplastics)", John Wiley & Sons, Vol. 2, (2011).
- [10] R. F. Gibson, "Principles of composite material mechanics", CRC press. (2016).

-
- [11] T. W. Clyne, D. Hull, "Introduction To Composite Materials", Cambridge university press, (2019).
- [12] Bellazzini, B., Csáki, C., & Serra, J. , Composite higgses. In Supersymmetry After the Higgs Discovery (pp. 151-175). Springer, Berlin, Heidelberg , (2014).
- [13] Dai, H., Zhang, Y., Ma, L., Zhang, H., & Huang, H. , Synthesis and response of pineapple peel carboxymethyl cellulose-g-poly (acrylic acid-co-acrylamide)/graphene oxide hydrogels. Carbohydrate polymers, 215,pp. 366-376, (2019).
- [14] Yaşar, F., Toğrul, H., & Arslan, N. Flow properties of cellulose and carboxymethyl cellulose from orange peel. Journal of food Engineering, 81(1), pp.187-199, (2007).
- [15] F. W. Bilmeyer, Textbook of polymer science 2nd Edition. John Wiley and Sons. Inc. New York, (1971).
- [16] Methods", Advanced in Polymer Science , Springer- Verlag Berlen Heideiberg , Vol. 153, pp.38- 62 , (2000).
- [17] V. N. Reddy¹, K.S. Rao , M.C Subha and K. C. Rae "Miscibility Behavior Of Dextrin/PVA Blends In Water at 35° C", International Conference on Advances in Polymer Technology, India, Feb. 26-27, pp.356-368 ,(2010).
- [18] O.F. Nwabor, S. Sudarshan, S. Paosen, K. Vongkamjan, S.P. Voravuthikunchai, Enhancing food shelf life with polyvinyl alcohol-chitosan polymer nanocomposite films from bioactive Eucalyptus leaf extracts, Food Bioscience p.100609, (2020).
- [19] F. Reguieg, L. Ricci, N. Bouyacoub, M. Belbachir, M. Bertoldo, Thermal characterization by DSC and TGA analyses of PVA hydrogels with organic and sodium MMT, Polymer Bulletin 77(2) , pp.929-948, (2020).
- [20] H.Q. Li, X.J. Liu, H. Wang, H. Yang, Z. Wang, J. He, Proton exchange membranes with cross-linked interpenetrating network of sulfonated polyvinyl

- alcohol and poly(2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid): Excellent relative selectivity, *Journal of Membrane Science* 595 , 117511. S.R. (2020)
- [21] Muppalla, S.R. Kanatt, S.P. Chawla, A. Sharma, Carboxymethyl cellulose–polyvinyl alcohol films with clove oil for active packaging of ground chicken meat, *Food Packaging and Shelf Life* 2(2) , pp.51-58, (2014).
- [22] K. K, Chawla, "Composite materials: science and engineering", Springer Science & Business Media, (2012).
- [23] D. Gay, "Composite materials: design and applications", CRC press, (2014).
- [24] Yokus, S. Z. , Using Geophysical Methods to Understand, Monitor, and Assess a Hydrocarbon-Contaminated Area (Doctoral dissertation, Rutgers The State University of New Jersey, Graduate School-Newark) , (2022).
- [25] Dhanya S. Murali, Shailendra Kumar, R. J. Choudhary, Avinash D. Wadikar, Mahaveer K. Jain, and A. Subrahmanyam " Synthesis of Cu₂O from CuO thin films: Optical and electrical properties " , *AIP ADVANCES* , Vol.5,(2015).
- [26] M. H. Bashar "Fatigue Behavior of Carbon Fiber Reinforced Epoxy and Unsaturated Polyester Composites", Thesis, College of Science University of Baghdad, (2009).
- [27] V. K. Thakur, M. K. Thakur, M. R. Kessler, "Handbook of Composites from Renewable Materials, Nanocomposites: Science and Fundamentals", John Wiley & Sons, (2017).
- [28] S. Pal, U. Jana, P. Manna, G. Mohanta, and R. Manavalan, "Nanoparticle : An overview of preparation and characterization," *J. Appl. Pharm. Sci.*, vol. 01, no. 06, pp. 228–234, (2011).
- [29] C. Buzea, I. Pacheco, I. Blandino, and K. Robbie, "Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity," *Biointerphases*, vol. 2,(2007).
- [30] R. Casati, "Aluminum matrix composites reinforced with alumina nanoparticles", Springer, (2016).
- [31] Abdullah, A. Y.; Obeidat, B. S.; Muwalla, M. M.; Matarneh, S. K.; Ishmais, M. A. A., Growth performance, carcass and meat characteristics of black goat

- kids fed sesame hulls and Prosopis juliflora pods. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 24 (9), pp.1217-1226 , (2011).
- [32] Muath Khairi Hussein Mousa "Wastewater Disinfection by Synthesized Copper Oxide Nanoparticles Stabilized with Surfactant" , MSc, An-Najah National University , (2013).
- [33] Abdul Qader D. Faisal , Zainab N. Jameel , Raid A. Ismail " Synthesis of Colloidal Copper Oxide Nano particles using Pulsed Nd: YAG Laser Ablation in Liquid" ,J. Eng. &Tech., Vol.31, No.1, PP. 14-23 , (2013).
- [34] Kadhim A. Aadim, Ali A-K. Hussain, Mohammed R. Abdulameer " Effect of annealing temperature and laser pulse energy on the optical properties of CuO films prepared by pulsed laser deposition" ,J. Iraqi Journal of Physics, Vol.12, No.23, PP. 97-104 , (2014).
- [35] El Sayed, A. M., & El-Gamal, S. , Synthesis and investigation of the electrical and dielectric properties of Co₃O₄/(CMC+PVA) nanocomposite films. Journal of Polymer Research, 22(5), pp. 1-12 , (2015).
- [36] El Fewaty, N. H., El Sayed, A. M., & Hafez, R. S. , Synthesis, structural and optical properties of tin oxide nanoparticles and its CMC/PEG-PVA nanocomposite films. Polymer Science Series A, 58(6), pp.1004-1016, (2016).
- [37] Hashim, A., & Hadi, A. , synthesis and characterization of novel piezoelectric and energy storage nanocomposites: biodegradable materials–magnesium oxide nanoparticles. Ukrainian Journal of Physics, (62, № 12), pp.1050-1056, (2017).
- [38] Youssef, A. M., El-Nagar, I. E., El-Torky, A. M. M., & Abd El-Hakim, A. A. , Development and characterization of CMC/PVA films loaded with ZnO-nanoparticles for antimicrobial packaging application. Der Pharma Chem, 9(9), p. 157, (2017).
- [39]- S. B. Aziz, O. G. Abdullah, A. M. Hussein, R. T. Abdulwahid, M. A. Rasheed, H. M. Ahmed, S. W. Abdalqadir and A. R. Mohammed, "Optical Properties of Pure and doped PVA:PEO Based Solid Polymer Blend

- Electrolytes: Two Methods For Band Gap Study", Vol.28, pp. 7473-7479, (2017).
- [40] Morsi, M. A., Abdelaziz, M., Oraby, A. H., & Mokhles, I. , Effect of lithium titanate nanoparticles on the structural, optical, thermal and electrical properties of polyethylene oxide/carboxymethyl cellulose blend. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 29(18), pp.15912-15925, (2018).
- [41] Arat, A. K. , Preparation and Characterization of (Biopolymer blend-PbO₂) Nanocomposites For Gamma Ray Shielding Applications. *Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences*, 26(6), pp.31-44, (2018).
- [42] Al-Attiyah, K. H., Hashim, A., & Obaid, S. F. , Fabrication of novel (carboxy methyl cellulose–polyvinylpyrrolidone–polyvinyl alcohol)/lead oxide nanoparticles: structural and optical properties for gamma rays shielding applications, *International Journal of Plastics Technology*, 23(1), pp.39-45, (2019).
- [43] Morsi, M. A., Oraby, A. H., Elshahawy, A. G., & Abd El-Hady, R. M. , Preparation, structural analysis, morphological investigation and electrical properties of gold nanoparticles filled polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose blend. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(6), pp.5996-6010, (2019).
- [44] Gulati, K., Lal, S., & Arora, S. , Synthesis and characterization of PVA/Starch/CMC composite films reinforced with walnut (*Juglans regia* L.) shell flour. *SN Applied Sciences*, 1(11), pp.1-12 , (2019).
- [45] Alghunaim, N. S. , Effect of CuO nanofiller on the spectroscopic properties, dielectric permittivity and dielectric modulus of CMC/PVP nanocomposites. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(4), pp.3596-3602, (2019).
- [46] Habeeb, M. A., & Mahdi, W. S. , Characterization of (CMC-PVP-Fe₂O₃) Nanocomposites for Gamma Shielding Application. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 7(9),pp. 247-255, (2019).

-
- [47] Rajeh, A., Morsi, M. A., & Elashmawi, I. S. , Enhancement of spectroscopic, thermal, electrical and morphological properties of polyethylene oxide/carboxymethyl cellulose blends: combined FT-IR/DFT. *Vacuum*, 159, pp. 430-440, (2019).
- [48] Gaabour, L. H. , Effect of selenium oxide nanofiller on the structural, thermal and dielectric properties of CMC/PVP nanocomposites. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3),pp. 4319-4325, (2020).
- [49] Habeeb, M. A., Hashim, A., & Hadi, A. , Fabrication of new nanocomposites: CMC-PAA-PbO₂ nanoparticles for piezoelectric sensors and gamma radiation shielding applications. *Sensor Letters*, 15(9), pp.785-790, (2017).
- [50] Alsulami, Q. A., & Rajeh, A. , Synthesis of the SWCNTs/TiO₂ nanostructure and its effect study on the thermal, optical, and conductivity properties of the CMC/PEO blend. *Results in Physics*, p.104675, (2021).
- [51] F. F. Chen, *Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion Plasma Physics*, Second Edi. New York,: Plenum Press, (1984).
- [52] R. B. Goldston, And, and A. Rutherford, *Introduction to Plasma Physics*. Bristol and Philadelphia, (1995).
- [53] M. Weyl, L.J. Radziemaski and D.A. Cremers, In *Laser-induced plasmas and applications*, Eds., Marcel Dekker, New York, p 89, (1989) .
- [54] C.A. Sacchi," Laser-induced electric breakdown in water", *J. Opt. Soc. Am. B* 8, 337-345, (1991).
- [55] Elangovan, E., Ramesh, K., & Ramamurthi, K. , Studies on the structural and electrical properties of spray deposited SnO₂: Sb thin films as a function of substrate temperature. *Solid State Communications*, 130(8), pp.523-527, (2004).
- [56] Rothwarf, A., Meakin, J. D., & Bamett, A. M. , *Polycrystalline and amorphous thin films and devices*, (1980).
- [57] W. H. Bragg and W. L. Bragg, *X Rays and Crystal Structure*. London: G. Bell and Sons, LTD., (1918).

- [58] P. Scherrer, "Göttinger Nachrichten Gesell," Univ. zu Göttingen, vol. 2, p. 98, (1918).
- [59] K. Jalaiah, K. C. Mouli, K. V. Babu, and R.V. Krishnaiah, "Structural, electrical and magnetic properties of Mg-Zr co-substituted Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄," J. Sci. Adv. Mater. Devices, vol. 4, pp. 310–318, (2019).
- [60] P. D. Rithcie, "Physics of Plastics", Published for The Plastic Institute, London, (1965).
- [61] E. O. Knuston and K. T. Whitby, "Aerosol Classifications", Aerost Sc., Vol.6, pp. 443-451, (1975).
- [62] D. A. Neamen, "Semiconductor Physics and Devices, Australia", McGraw-Hill Education-Europe, London, United States, (1992).
- [63] M. N. J. Al-Delaimi, "The Effect of Ni, Cu, CB, Additives on Electrical, Optical and Mechanical Properties of PMMA", Ph.D. Thesis, University of Baghdad/College of Science, (1996).
- [64] Ben, S. , Solid State Electronic Devices, Hall International. Inc., USA,(1990).
- [64] J. I. Pankove, "Optical Processes Semiconductors", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, (1971).
- [65] N. F. Mott, E. A. Davis , "Electronic Processes in Non-Crystalline Materials", 2nd edition, Clarendon Press, (1979).
- [66] مؤيد جبرائيل يوسف, "فيزياء الحالة الصلبة", مطبعة جامعة بغداد، الجزء الثاني، (1989).
- [67] مارتن أ. كرين "الخلايا الشمسية"، ترجمة د. يوسف مولود مطبعة جامعة الموصل (1989)
- [68] S. Shanthi, C. Subramanian and P. Ramasmy, "Investigation on the Optical Properties Undoped Fluorine Doped and Antimony Doped tin Oxide Films", Cryst. Res. Technol. Vol. 34, pp. 1037- 1046, (1999).
- [69] X. Zhang, S. Ma, F. Li. F. Yang, J. Liu and Q. Zhao, "Effects of Substrate Temperature on the Growth Orientation and Optical Properties of ZnO:Fe Films Synthesized Via Magnetron Sputtering", Journal of Alloys and Compounds, Vol.574, pp. 149-154, (2013).

- [70] George and C. K. V. kumari, "Transparent Conductive Films of Thin Oxide Preparation and Properties", Solid State Communication, Vol.46, pp. 541-546, (1983).
- [71] R.A. Greiner, Semiconductor Device. McGraw-Hill Book Company, (1989).
- [72] D. A. Newman, Semiconductor Physics and Devices-Basis Principles. USA: McGraw-Hill companies , Richard D. & Irwin, Inc., (1990).
- [73] J. Millman, Microelectronics. Kogakusha: , McGraw-Hill Book Company, (1979).
- [74] R. Elliot and A.I.Gibson, An Introduction to Solid State Physics and Application, 1st editio. Macillian Inc., (1974).
- [75] L.Chopra, "Thin Film Phenomena", McGraw-Hill,Inc(1969).
- [76] T.A.Mcmath , , Ph D .Thesis, Simon Fraser University (1978).
- [77] B.Ray, [II-VI Compounds], Pergamon Press, 1st edition printed, Great Britain , Ne and Co. Ltd. of Edinburgh, p.162, (1969)."
- [78] S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices. (2007).
- [79] S. Elliott, 'Physics of Amorphous Materials', Longman Inc. New York, Vol.155, p.p: 98, (1984).
- [80] Laws, C. D. , Study of the ferroelectric inverter and SRAM cell. The University of Alabama in Huntsville, (2012).
- [81] نورظايف حايف الشواك، ، تحضير و دراسة الخصائص الفيزيائية لمادة متراكبة ذات اساس بوليمري مدعمة بمواد نانوية، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة المستنصرية ، (2014).
- [82] H. Salazar-Tamayo, K. E. G. Tellez, and C. A. B. Meneses, "Cation vacancies in NiFe₂O₄ during heat treatments at high temperatures: Structural, morphological and magnetic characterization," Mater. Res., vol. 22, no. 5, pp. 1–11, (2019).
- [83] R. Rossetti and L. Brus, "Electron-hole recombination emission as a probe of surface chemistry in aqueous cadmium sulfide colloids," J. Phys. Chem., vol. 86, pp. 4470–4472, (2005).

-
- [84] L. H. Gaabour, "Effect of selenium oxide nanofiller on the structural, thermal and dielectric properties of CMC/PVP nanocomposites," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 4319–4325, (2020).
- [85] R. Das, D. Das, P. Ghosh, A. Ghosh, S. Dhara, A. B. Panda, and S. Pal, "Novel pH-responsive graft copolymer based on HPMC and poly(acrylamide) synthesised by microwave irradiation: application in controlled release of ornidazole," *Cellulose*, vol. 22, no. 1, pp. 313–327, (2015).
- [86] G. G. De Lima, D. W. F. De Lima, M. J. A. De Oliveira, A. B. Lugaõ, M. T. S. Alcântara, D. M. Devine, and M. J. C. De Sá, "Synthesis and in Vivo Behavior of PVP/CMC/Agar Hydrogel Membranes Impregnated with Silver Nanoparticles for Wound Healing Applications," *ACS Appl. Bio Mater.*, vol. 1, no. 6, pp. 1842–1852, (2018).
- [87] M. A. Abureesh, A. A. Oladipo, and M. Gazi, "Facile synthesis of glucose-sensitive chitosan–poly(vinyl alcohol) hydrogel: Drug release optimization and swelling properties," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 90, no. October, pp. 75–80, (2016).
- [88] H. M. Ibrahim, M. M. Reda, and A. Klingner, "Preparation and characterization of green carboxymethylchitosan (CMCS) – Polyvinyl alcohol (PVA) electrospun nanofibers containing gold nanoparticles (AuNPs) and its potential use as biomaterials," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 151, pp. 821–829, (2020).
- [89] S. Ramli, S. M. Ja'afar, M. A. A. Sisak, N. Zainuddin, and I. A. Rahman, "Formulation and physical characterization of microemulsions based carboxymethyl cellulose as vitamin c carrier," *Malaysian J. Anal. Sci.*, vol. 19, no. 1, pp. 275–283, (2015).
- [90] M. He, F. Ou, Y. Wu, X. Sun, X. Chen, H. Li, D. Sun, and L. Zhang, "Smart multi-layer PVA foam/ CMC mesh dressing with integrated multi-functions for wound management and infection monitoring," *Mater. Des.*, vol. 194, p. 108913, (2020).

- [91] N. S. Alghunaim, "Effect of CuO nanofiller on the spectroscopic properties, dielectric permittivity and dielectric modulus of CMC/PVP nanocomposites," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 3596–3602, (2019).
- [92] Z. K. Heiba, M. B. Mohamed, A. Badawi, and A. A. Alhazime, "The role of Cd_{0.9}Mg_{0.1}S nanofillers on the structural, optical, and dielectric properties of PVA/CMC polymeric blend," *Chem. Phys. Lett.*, vol. 770, p. 138460, (2021).
- [93] hadee Jareeze, A. Optical properties, structure, and morphology of CuO grown by thermal oxidation of Cu thin film on glass substrate. *Journal of Kufa-physics*, 6(1), (2014).
- [94] Diachenko, O., Kováč Jr, J., Dobrozhan, O., Novák, P., Kováč, J., Skriniarova, J., & Opanasyuk, A. Structural and Optical Properties of CuO Thin Films Synthesized Using Spray Pyrolysis Method. *Coatings*, 11(11), p.1392, (2021).
- [95] Alghamdi, H. M., & Rajeh, A. Synthesis of CoFe₂O₄/MWCNTs Nanohybrid and its Effect on the Optical, Thermal, and Conductivity of PVA/CMC Composite as an Application in Electrochemical Devices. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 32(5), pp.1935-1949, (2022).
- [96] El-naggar, A. M., Heiba, Z. K., Mohamed, M. B., Kamal, A. M., Lakshminarayana, G., & Abd-Elkader, O. H. , Effect of MnS/ZnS nanocomposite on the structural, linear and nonlinear optical properties of PVA/CMC blended polymer. *Optical Materials*, 128, p.112379, (2022).
- [97] E. M. Abdelrazek, A. M. Abdelghany, A. E. Tarabiah, and H. M. Zidan, "AC conductivity and dielectric characteristics of PVA/PVP nanocomposite filled with MWCNTs," *J. Mater. Sci. Mater. Electron.*, vol. 30, no. 16, pp. 15521–15533, (2019).
- [98] S. H. Abdullah, M. O. Salman, and H. R. Humud, "Electrical properties of copper iodine prepared by exploding wire," *Karbala International Journal of Modern Science*, vol. 5, no. 3. pp. 146–150, (2019).
- [99] Ibrahim, S. M., Bourezgui, A., & Al-Hossainy, A. F. Novel synthesis, DFT and investigation of the optical and electrical properties of carboxymethyl

- cellulose/thiobarbituric acid/copper oxide [CMC+ TBA/CuO] C nanocomposite film. *Journal of Polymer Research*, 27(9), pp.1-18, (2020).
- [100] Y. Ibrahim, "Frequency and voltage-dependent electrical and dielectric properties of Al / Co-doped PVA / p-Si structures at room temperature," *Chinese Phys. Soc. IOP Publ. Ltd*, vol. 23, no. 4, p. 047304, (2014).
- [101] El Sayed, A. M., El-Gamal, S., Morsi, W. M., & Mohammed, G. Effect of PVA and copper oxide nanoparticles on the structural, optical, and electrical properties of carboxymethyl cellulose films. *Journal of Materials Science*, 50(13), pp. 4717-4728 , (2015).
- [102] S. Güçlü, A. F. Özdemir, A. Kökce, and S. Altındal, "Frequency and voltage-dependent dielectric properties and AC electrical conductivity of (Au/Ti)/Al₂O₃=n-GaAs with thin Al₂O₃ interfacial layer at room temperature," *Acta Phys. Pol. A*, vol. 130, no. 1, pp. 325–330, (2016).
- [103] Z. Farooq, R. Ali, U. S. Qurashi, M. H. Mahmood, M. Yaseen, M. A. Qayyum, M. N. Hussain, S. M. Shah, and T. Jan, "Spectroscopic studies of laser produced plasma of doped nano-structured material by laser induced breakdown spectroscopy," *Phys. Plasmas*, vol. 25, no. 9, p. 093106, 2018.
- [104] C. Fallon, "Optical Diagnostics of Colliding Laser Produced Plasmas : Towards Next Generation Plasma Light Sources," Dublin City University, 2013.
- [105] C. Cardinaud, "Fluorine-based plasmas: Main features and application in micro-and nanotechnology and in surface treatment," *Comptes Rendus Chim.*, vol. 21, no. 8, pp. 723–739, 2018.

Abstract

The pure polymeric films (CMC 50%/PVA50%) were prepared and supported with copper oxide nanoparticles at different ratios (1, 3, 5%), using plasma technology. The structural properties of X-ray diffraction (XRD), infrared spectroscopy (FTIR), and morphology, were studied by using field-emitting electron microscopy (FE-SEM), optical, electrical and thermal of the prepared pure polymeric films supported by CuONPs nanomaterial. The synthetic results (XRD) showed that CuO₂ particles were obtained with a monoclinic crystal structure and the preferred direction of growth is (111). The results of infrared spectroscopy (FTIR) showed the good interaction between the prepared copper oxide particles and the polymeric mixture (CMC-PVA) within the polymeric nanocomposite films. The results of the field-emitting scanning electron microscope showed that regular shapes similar to nanorods were obtained with dimensions (diameter about 20 nm and length about 78 nm). The transmittance spectrum of the CMC-PVA mixture was studied in the range of wavelengths (200-1100) nm with different percentages of nano copper oxide wt% (0, 1, 3, 5). The results showed that adding copper dioxide nanoparticles to the polymeric mixture (CMC- PVA) led to a decrease in the transmittance ratio and this decrease increases with the increase of the nanoparticle content and decreases with the increase in the wavelength. This means that the absorption coefficient of the films increases when adding copper oxide nanoparticles and increases with the increase of the particles content. The optical energy gap (E_g^{opt}) was measured, where it appeared that the energy gap is wide and around (eV 4.3) and it decreased slightly to (eV3.8) with increasing CuO content to (5%) as a result of creating localized defect levels near the conduction band. Thus, the values of refractive index, damping coefficient, real part

and imaginary part of the dielectric constant of the prepared films are .increased when copper oxide nanoparticles are added.

The results of the electrical properties showed that the values of the alternating electrical conductivity of the prepared films increase when adding CuONPs nanoparticles and with the increase of the frequency of the applied electric field and the increase of the particles content, while the values of the dielectric constant increase with the increase of each of the CuONPs nanoparticles content but decrease with increasing frequency. Whereas, the dielectric loss coefficient of the prepared films decreases when nanoparticles are added and with increasing frequency.



*Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Diyala
College of Sciences
Department of Physics*



***Preparation and study of some physical properties of
the polymeric composite CMC:PVA reinforced with CuO
Nanoparticles prepared in plasma***

A Thesis

Submitted to the Council of the College of Science University of
Diyala in Partial Fulfillment of the Degree of M.Sc. in Physics

Presented by

Sarah Mejbil Ali
(B. Sc. in Physics 2017)

Supervised by

Assistant Professor Dr.
Muhammad Hameed Abdulallah

Assistant Professor Dr.
Rudainah Ali Lateef

1444 A.H.

2022 A.D