



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى
كلية العلوم
قسم الفيزياء



تحضير ودراسة بعض الخصائص الفيزيائية للمترابك النانوي CMC-PAA/MgO

رسالة مقدمة الى
مجلس كلية العلوم – جامعة ديالى وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير
علوم في الفيزياء

من قبل

هاله منصور حسين

بكالوريوس علوم فيزياء 2016 م

بإشراف

أ.م.د. محمد حميد عبدالله

2022 م

1444 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ

أُنِيبُ}

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيَّ الْعَظِيمُ

هود {88}

الإهداء

إلى التي وهبت لي كل العطاء والحنان.....(أمي الغالية)

إلى من كان يدفعني قدماً نحو الأمام لنيل المبتغى.....(أبي الغالي)

إلى من هم سندي وقوتي في الحياة..... (أخي وأخواتي)

إلى كل من كان معي في طريق الخير.....(أصدقائي)

هاله

الشكر والتقدير

احمدُ الله عز وجل كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه، واشكره على نعمه التي لاتعد ولا تحصى، واسجد حمداً وشكراً أن من علي بنعمة الصحة والتوفيق إلى طريق العلم والمعرفة، والصلاة والسلام على سيدنا محمد نبي هذه الأمة وقدوة الأولين والآخرين وعلى آله وصحبه وسلم أجمعين.

وأُتقدّم بخالص الشكر والامتنان الى السيد عميد الكلية (أ.د. تحسين مبارك) والمشرف الفاضل (أ.م.د. محمد حميد عبدالله) لاقتراحه موضوع البحث وعلى ما قدمه لي من عطاء متميز، وعلى ما بذله من جهد متواصل ونصح وتوجيه من بداية مرحلة البحث حتى إتمام الرسالة.

كما أُتقدّم بجزيل الشكر لمن مد لي يد العون، أو قدّم لي نصيحة، وأخص بالذكر رئاسة قسم الفيزياء، كما لا أنسى أن أتقدم بأرقى وأثمن عبارات الشكر والتقدير والعرفان الى جميع أساتذتي الأفاضل في قسم الفيزياء.

وكذلك أقدم شكري الى (م.م. علي صلال، م.م. مروة رشيد)، كما أُقدّم شكري وتقديري لجميع زملائي في الدراسة والعمل وخاصة (حسين، نبيل، رافد، مروة، ضحى، سارة، رفل، أريج).

والحمد لله رب العالمين أولاً وأخيراً والصلاة والسلام على نبينا محمد (ﷺ).

هاله

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تحضير مادة أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية باستعمال طريقة الترسيب (Precipitation Method) الكيميائي. فضلاً عن تحضير أغشية الخليط البوليمري المتكون من كاربوكسي ميثيل سليولوز (CMC) وبولي أكريلك اسيد (PAA) النقية والمدعمة بجسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوي باستعمال طريقة صب المحلول (Solution Casting)، حيث يبلغ سُمك الأغشية ($30 \mu m$). بالإضافة الى دراسة تأثير كل من درجة حرارة الكلسنة باختلاف درجات الحرارة ($400, 600, \text{ and } 800$) °C على خصائص أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) وبعدها تم دراسة اضافة (MgO_{NPs}) المحضر بدرجة حرارة (800 °C) وبتراكيز ($0, 3, 5, \text{ and } 7$) wt% على الخصائص (التركيبية، البصرية، الكهربائية، والحرارية) لأغشية الخليط البوليمري (CMC-PAA) المحضرة.

أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) الحصول على جسيمات متعددة التبلور لأوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوي ومع ازدياد درجة الحرارة يزداد التبلور. بينت نتائج التحليل الحراري الوزني (TGA) هناك عدة مناطق لنقصان الوزن وإن التفاعلات الداخلة في تحضير جسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية تتطابق تقريباً عند درجة حرارة (430 °C). من جانب آخر تمثلت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح (FE-SEM) بتكوين مجاميع كثيفة ومشتتة. أظهرت نتائج مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) التفاعل الجيد بين جسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية المحضرة والخليط البوليمري (CMC-PAA) ضمن الأغشية البوليمرية المترابطة النانوية.

وتم دراسة طيف النفاذية والانعكاسية، حيث أظهرت النتائج إن إضافة جسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية أدى إلى نقصان نسبة النفاذية للغشاء (CMC-PAA) المحضر وهذا الانخفاض يزداد مع زيادة نسب جسيمات (MgO_{NPs}) النانوية ويقل مع زيادة الطول الموجي، بينما نسبة الانعكاسية للغشاء (CMC-PAA) المحضر تزداد عند إضافة جسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية وتخفض مع زيادة الطول الموجي للضوء الساقط. يمكننا ان نرى أنه مع زيادة تركيز جسيمات (MgO_{NPs}) النانوية يزداد معامل الامتصاص، من جانب آخر نلاحظ انه قيمة فجوة الطاقة للغشاء (CMC-PAA) النقي سجلت (5.153 eV) بينما عند زيادة نسبة تركيز جسيمات (MgO_{NPs}) النانوي يؤدي إلى نقصان قيم فجوة الطاقة للأغشية المدعمة وإن أقل قيمة لفجوة الطاقة سجلت (4.888 eV)، وإن الانتقالات الإلكترونية هي انتقالات الكترونية مباشرة. بينت النتائج ان قيم كل من (معامل الانكسار، معامل الخمود، والجزء الحقيقي

والخيالي لثابت العزل الكهربائي) تزداد عند اضافة جسيمات اوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية.

من جانب آخر بيّنت نتائج الخصائص الكهربائية إن قيم كل من ثابت العزل الكهربائي وعامل فقد العزلي للأغشية المحضرة تزداد عند إضافة جسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية، لكنها تنخفض بزيادة التردد. بينما تزداد التوصيلية الكهربائية المتناوبة لجميع الأغشية المحضرة عند اضافة جسيمات اوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية وتزداد ايضاً مع زيادة التردد.

كذلك أظهرت نتائج دراسة التوصيلية الحرارية إن معامل التوصيل الحراري (K) في حالة زيادة بصورة ملحوظة عند إضافة جسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية وإن اعلى قيمة له سجلت (0.00514 W/m.K) عند ($CMC-PAA: 7\% MgO_{NPs}$ at $800 \text{ }^\circ\text{C}$).

المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
I-V	المحتويات	
VI-IX	قائمة الاشكال	
X	قائمة الجداول	
XI-XII	قائمة الرموز	
XIII	قائمة المختصرات	
الفصل الاول: (المقدمة والدراسات السابقة)		
1	المقدمة	1-1
1	البوليمرات	2-1
4	الخلاط البوليمرية	3-1
5	تصنيف الخلاط البوليمرية	1-3-1
5	المواد المترابطة	4-1
6	المادة الاساس	1-4-1
6	كاربوكسي ميثيل سليولوز (CMC)	1-1-4-1
7	بولي أكريلك اسيد (PAA)	2-1-4-1
8	مواد التدعيم	2-4-1
9	جسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية (MgO_{NPs})	1-2-4-1
9	السطح البيني وقوة التلاصق	3-4-1
11	الدراسات السابقة	5-1

17	الهدف من الدراسة	6-1
الفصل الثاني: (الجزء النظري)		
18	المقدمة	1-2
18	أشباه الموصلات	2-2
19	التركيب البلوري لأشباه الموصلات	3-2
19	أشباه الموصلات البلورية	1-3-2
19	أشباه الموصلات أحادية التبلور	1-1-3-2
19	أشباه الموصلات متعددة التبلور	2-1-3-2
20	أشباه الموصلات العشوائية	2-3-2
20	حزم الطاقة في المواد الصلبة	4-2
21	العيوب البلورية	5-2
22	الخصائص التركيبية	6-2
22	حيود الأشعة السينية (XRD)	1-6-2
23	قانون براك	1-1-6-2
24	المعلمت التركيبية	2-1-6-2
25	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	2-6-2
26	تحويل فوريير للأشعة تحت الحمراء (FTIR)	3-6-2
26	الخصائص البصرية	7-2
27	حافة الامتصاص الأساسية	1-7-2
28	النفاذية (T)	2-7-2

29	الانعكاسية (R)	3-7-2
29	الثوابت البصرية	4-7-2
29	معامل الامتصاص (α)	1-4-7-2
30	معامل الانكسار (n_0)	2-4-7-2
31	معامل الخمود (k_0)	3-4-7-2
31	ثابت العزل البصري (ϵ^{opt})	4-4-7-2
32	الخصائص الكهربائية (العزلية)	8-2
38	الخصائص الحرارية	9-2
38	التحليل الحراري الوزني (TGA)	1-9-2
39	التوصيلية الحرارية (K)	2-9-2
الفصل الثالث: (الجزء العملي)		
42	المقدمة	1-3
42	المواد المستعملة	2-3
42	المادة الأساس	1-2-3
42	مواصفات كاربوكسي ميثيل سليولوز المستخدم	1-1-2-3
43	مواصفات بولي أكريلك اسيد المستخدم	2-1-2-3
44	المادة المدعمة	2-2-3
44	المواد المستعملة	1-2-2-3
44	تحضير جسيمات أوكسيد المغنيسيوم النانوية	2-2-2-3
46	تحضير النماذج	3-3
46	تحضير الأغشية البوليمرية النقية	1-3-3

47	تحضير الأغشية النانوية المركبة	2-3-3
50	الأجهزة المستعملة	4-3
50	أجهزة الفحوص التركيبية	1-4-3
50	جهاز حيود الأشعة السينية	1-1-4-3
51	جهاز المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	2-1-4-3
51	جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء	3-1-4-3
52	فحص الخصائص البصرية	2-4-3
53	فحص الخصائص الكهربائية	3-4-3
53	فحص الخصائص الحرارية	4-4-3
53	جهاز التحليل الحراري الوزني	1-4-4-3
54	جهاز التوصيلية الحرارية	2-4-4-3
الفصل الرابع: (النتائج والمناقشة)		
55	المقدمة	1-4
55	الخصائص التركيبية	2-4
55	حيود الأشعة السينية (XRD)	1-2-4
57	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	2-2-4
60	نتائج فحوصات مطيافية تشتت الطاقة (EDS)	3-2-4
61	مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)	4-2-4
63	الخصائص البصرية	3-4
71	الخصائص الكهربائية	4-4

71	ثابت العزل الكهربائي (ϵ')	1-4-4
72	عامل فقد العزلي ($\tan\delta$)	2-4-4
74	التوصيلية الكهربائية المتناوبة ($\sigma_{a.c}$)	3-4-4
75	الخصائص الحرارية	5-4
75	التحليل الحراري الوزني (TGA)	1-5-4
77	التوصيلية الحرارية (K)	2-5-4
79	الاستنتاجات	6-4
80	المشاريع المستقبلية	7-4

قائمة الاشكال

الصفحة	العنوان	الشكل
3	انواع السلاسل البوليمرية	1-1
7	التركيب الكيميائي لبوليمر (CMC)	2-1
7	التركيب الكيميائي لبوليمر (PAA)	3-1
8	انواع المواد المترابكة	4-1
9	التركيب البلوري لأوكسيد المغنيسيوم	5-1
18	حزم الطاقة في المواد	1-2
20	التركيب البلوري للمواد (a) بلوري (b) متعدد التبلور (c) عشوائي	2-2
21	الانشطار في حزم الطاقة لمادة الماس	3-2
22	العيوب البلورية (a) عيوب الفراغ (b) عيوب شوتكي (c) العيوب البينية (d) عيوب فرنكل	4-2
22	آلية التشخيص بالأشعة السينية	5-2
23	حيود الأشعة السينية (a) عشوائية (b) أحادية التبلور (c) متعددة التبلور	6-2
24	حيود براك	7-2
26	أطياف الأشعة تحت الحمراء	8-2
28	مناطق حافة الامتصاص الأساسية (a) منطقة الامتصاص العالي (b) منطقة الامتصاص الأسي (c) منطقة الامتصاص الواطئ	9-2
38	أنواع الاستقطاب (a) الإلكتروني (b) الايوني (c) الاتجاهي (d) البيني	10-2

41	قياس التوصيلية الحرارية	11-2
42	الشكل واللون لبوليمر (CMC)	1-3
43	الشكل واللون لبوليمر (PAA)	2-3
45	الخطوات العملية للتفاعل الكيميائي لتحضير مادة أكسيد المغنيسيوم النانوي	3-3
45	مسحوق أكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوي المحضر	4-3
47	غشاء الخليط الابيض اللون (CMC-PAA) النقي الشفاف	5-3
48	الأغشية المترابطة البوليمرية بنسب وزنية مختلفة 7% (c) 5% (b) 3% (a)	6-3
49	مخطط للأغشية البوليمرية المحضرة والفحوص المنجزة	7-3
50	جهاز حيود الأشعة السينية (XRD)	8-3
51	جهاز المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM)	9-3
52	مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR)	10-3
52	جهاز مطياف (UV-VIS)	11-3
53	جهاز فحص الخصائص الكهربائية (LCR Metter)	12-3
54	جهاز التحليل الحراري الوزني (TGA)	13-3
54	جهاز قياس التوصيلية الحرارية (قرص لي)	14-3
56	أنماط حيود الأشعة السينية (XRD) لأكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) قبل وبعد عملية الكلسنة عند درجات حرارية مختلفة $400, 600, \text{ and } 800\text{ }^{\circ}\text{C}$	1-4
58	صور (FE-SEM) لمسحوق (MgO_{NPs}) المحضر قبل عملية الكلسنة	2-4
58	صور (FE-SEM) لمسحوق (MgO_{NPs}) المحضر بعد	3-4

	عملية الكلسنة عند (800 °C).	
59	صور (FE-SEM) للأغشية النقية	4-4
59	صور (FE-SEM) للأغشية المدعمة بالجسيمات النانوية (MgO _{NPs})	5-4
60	صورة (Cross-Section) لغشاء (CMC-PAA: 7 wt% MgO _{NPs} at 800 °C)	6-4
60	مخطط (EDS) لجسيمات (MgO _{NPs}) النانوية قبل عملية الكلسنة	7-4
61	مخطط (EDS) لجسيمات (MgO _{NPs}) النانوية بعد عملية الكلسنة عند درجة حرارة (800 °C).	8-4
62	طيف الأشعة تحت الحمراء لأغشية (CMC-PAA) النقية والمدعمة بنسب وزنية مختلفة (0, 3, 5, and 7) wt% بجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية المكلسن عند درجة حرارة (800 °C)	9-4
64	(a) طيف النفاذية (b) الانعكاسية لأغشية (CMC-PAA) النقية والمدعمة بنسب وزنية مختلفة (0, 3, 5, and 7) wt% بجسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO _{NPs}) النانوية	10-4
66	(a) معامل الامتصاص (b) فجوة الطاقة لأغشية (CMC-PAA) النقية والمدعمة بنسب وزنية مختلفة (0, 3, 5, and 7) wt% بجسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO _{NPs}) النانوية	11-4
68	(a) معامل الانكسار (b) معامل الخمود لأغشية (CMC-PAA) النقية والمدعمة بنسب مختلفة (0, 3, 5, and 7)wt% من جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO _{NPs})	12-4

70	(a) الجزء الحقيقي (b) الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي لأغشية (CMC-PAA) النقية والمدعمة بنسب مختلفة (0, 3, 5, and 7) wt% من جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية المكلسنة عند درجة حرارة ($800\text{ }^{\circ}\text{C}$).	13-4
71	تغير ثابت العزل الكهربائي كدالة للتردد لأغشية (CMC-PAA) المنفردة والمدعمة بجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية المكلسنة عند ($800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	14-4
73	تغير ثابت عامل فقد العزلي كدالة للتردد لأغشية (CMC-PAA) المنفردة والمدعمة بجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية المكلسنة عند ($800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	15-4
74	تغير التوصيلية الكهربائية المتناوبة كدالة للتردد لأغشية (CMC-PAA) المنفردة والمدعمة بجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية المكلسنة عند ($800\text{ }^{\circ}\text{C}$)	16-4
76	منحني التحليل الحراري الوزني (TGA) لمسحوق أكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) قبل عملية الكلسنة	17-4
77	معامل التوصيل الحراري للأغشية المحضرة (CMC-PAA) قبل وبعد التدعيم بنسب وزنية مختلفة من جسيمات أكسيد المغنيسيوم (0, 3, 5, and 7) wt% (MgO_{NPs}) النانوية المكلسنة عند درجة حرارة ($800\text{ }^{\circ}\text{C}$).	18-4

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الجدول
43	خصائص بوليمر كربوكسي ميثيل سليولوز	1-3
44	خصائص بوليمر بولي أكريليك اسيد	2-3
48	النسب الوزنية المستعملة في تحضير الأغشية البوليمرية النقية والمترابطة النانوية	3-3
57	المعلّات البلورية لجسيمات أكسيد المغنسيوم (MgO_{NPs}) للاتجاه المفضل للنمو قبل وبعد عملية الكلسنة عند درجات حرارية مختلفة ($400, 600, \text{ and } 800$) °C	1-4
61	نسبة العناصر في جسيمات (MgO_{NPs}) النانوية المحضرة قبل عملية الكلسنة	2-4
61	نسبة العناصر في جسيمات (MgO_{NPs}) النانوية المحضرة بعد عملية الكلسنة عند (800 °C)	3-4
65	نفاذية الاغشية المحضرة عند (حافة الامتصاص، متوسط الامتصاص، وأعظم امتصاص)	4-4
69	قيم (فجوة الطاقة، معامل الامتصاص، أعلى قمة لمعامل الانكسار، وأعلى قمة لمعامل الخمود) لأغشية (CMC-PAA) النقية والمدعمة	5-4
72	قيم ثابت العزل الكهربائي للأغشية المحضرة عند ترددات مختلفة	6-4
74	قيم عامل فقد العزلي للأغشية المحضرة عند ترددات مختلفة	7-4
75	قيم عامل التوصيلية الكهربائية المتناوبة للأغشية المحضرة عند ترددات مختلفة	8-4
78	قيم معامل التوصيل الحراري (K) للنماذج المحضرة	9-4

قائمة الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
n	عدد صحيح يمثل مرتبة الحيود	-
λ	الطول الموجي للأشعة الساقطة	nm
θ	زاوية حيود براك	degree
d_{hkl}	المسافة بين مستويين متعاقبين في البلورة	nm
hkl	معاملات ميلر	-
a, c	ثوابت الشبكة	Å
D	حجم البلورات	nm
β_{FWHM}	عرض المنحني عند منتصف القمة	Radian
α	معامل الامتصاص	cm^{-1}
h ν	طاقة الفوتون	eV
E_g	فجوة الطاقة	eV
r	معامل أسي يعتمد على طبيعة الانتقال	-
T	النفذية	-
I_t	شدة الاشعاع النافذ	eV/m ² .s
I_o	شدة الاشعاع الساقط	eV/m ² .s
R	الانعكاسية	-
n_o	معامل الانكسار	-
k_o	معامل الخمود	-
ϵ_o	سماحية الفراغ	Farad/m

-	عامل الفقد العزلي	$\tan\delta$
-	ثابت العزل الكهربائي	ϵ'
S/m	التوصيلية المادة الكهربائية للتيار المتناوب	$\sigma_{a.c}$
S/m	التوصيلية المادة الكهربائية للتيار المستمر	$\sigma_{d.c}$
C/m ²	الاستقطاب البيئي	\vec{P}_s
C/m ²	الاستقطاب الإلكتروني	\vec{P}_e
C/m ²	الاستقطاب الاتجاهي	\vec{P}_d
C/m ²	الاستقطاب الأيوني	\vec{P}_i
-	ثابت الاستقطابية الإلكترونية	α_e
-	ثابت الاستقطابية الاتجاهية	α_d
-	ثابت الاستقطابية الأيونية	α_i
J/K	ثابت بولتزمان	k_B
W/m.K	التوصيلية الحرارية	K

قائمة المختصرات

المختصر	معناه	Meaning
CMC	كاربوكسي ميثيل سليولوز	Carboxymethyl cellulose
PAA	بولي أكريلك اسيد	Poly acrylic acid
NPs	الجسيمات النانوية	Nanoparticle's
FCC	مكعب متمركز الوجه	Face Centerd Cubic
PVA	بولي فايثيل الكحول	Polyvinyl alcohol
PVP	بولي فايثيل بايرونولون	Polyvinylpyrrolidone
PEG	بولي ايثيلين جلايكول	Polyethlene glycol
XRD	حيود الأشعة السينية	X-ray Diffraction
TGA	التحليل الحراري الوزني	Thermogravimetic Analysis
FE-SEM	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	Field Emission-Scanning Electron Microscopes
FTIR	تحويل فورير للأشعة تحت الحمراء	Fourier Transformation Infrared
EDS	مطيافية تشتت الطاقة	Energy Dispersive Spectrometer
FWHM	العرض الكامل عند منتصف الشدة	Full width half maximum

الفصل الأول

(المقدمة والدراسات السابقة)

Chapter One

(Introduction and Literature Review)

(1-1) المقدمة

Introduction

نظراً لمتطلبات الصناعة الحديثة فإنه من الضروري استعمال مواد جديدة تتصف بخصائص ميكانيكية عالية جداً تتميز بخفة الوزن والمتانة والمرونة بالإضافة إلى كونها مقاومة للظروف البيئية المختلفة، لذلك تم تصنيع المواد المتراكبة (Composite Materials). تعرف المواد المتراكبة بأنها نظام مادي يتكون من مزيج من مكونين أو أكثر من المواد، يختلفان في الشكل والتركيب لكنهما غير قابلان للذوبان مع بعضهما البعض [1].

تعد المواد المتراكبة النانوية (Nanocomposite Materials) من أهم فئات المواد المتقدمة بسبب توافق العقل البشري مع التكنولوجيا الحديثة في مجال إنتاج الفلزات والمواد الهندسية على سبيل المثال إن إنتاج المتراكبات الداخلة في صناعة المركبات الجوية (الطائرات، الصواريخ، المركبات الفضائية، والأقمار الصناعية) تتم عن طريق إضافة الياف الكربون (Carbon Fibers) الى سبائك التيتانيوم والألمنيوم الفلزية التي تستعمل لإنشاء أجسام وهياكل ذات نسب حجم مختلفة تعمل على تطوير وتحسين الخصائص الميكانيكية لمادة الاساس للسبيكة الفلزية وحمايتها من مخاطر الانهيار عند تعرضها لضغوط جوية مختلفة ودرجات حرارة مختلفة أثناء رحلة الفضاء الخارجي (Outer Space)، وتعمل المواد المضافة على زيادة مقاومة السبيكة لعوامل الصدأ عند وجودها في بيئات وظروف جوية قاسية [2]. تعتبر الأغشية البوليمرية الرقيقة المدعمة أحد الفروع المهمة للمواد المتراكبة، والتي سهلت تطوير دراسة أشباه الموصلات وأعطت فكرة واضحة لخصائصها الفيزيائية العديدة. يستخدم المصطلح غشاء رقيق لوصف طبقة واحدة أو عدة طبقات من ذرات مادة ، سمكها ليس أكثر من المايكرومتر الواحد [3].

(2-1) البوليمرات

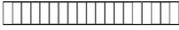
Polymers

البوليمر هي كلمة لاتينية تتكون من مقطعين، الاول (بولي) ويعني متعدد والثاني (مير) ويعني الوحدة أو الجزء، لذا البوليمر يعني وحدات متعددة (Polymer). إن البوليمرات تتكون من سلاسل من الجزيئات الكبيرة بواسطة ارتباط عدد من الجزيئات الصغيرة تمثل الوحدة الاساسية لبناء البوليمر تسمى المونومير (Monomers)، وتسمى عملية تفاعل جزيئات المونومير مع بعضها بالبلمر (Polymerization) [4]. يتم تحضير البوليمرات مختبرياً وصناعياً من موادها الأولية أو عن طريق تحويل البوليمرات الأخرى بطرق تعتمد على طبيعة نظام البلمر. تنقسم تفاعلات البلمر إلى تفاعلات

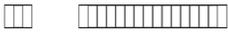
إضافة (Addition) وتفاعلات تكثيف (Condensation) [5]. تعرف البوليمرات ذات درجة البلمرة الكبيرة بالبوليمرات ذات الوزن الجزيئي العالي بينما تعرف البوليمرات ذات درجة البلمرة الصغيرة بالبوليمرات ذات الوزن الجزيئي الواطئ [6].

تختلف البوليمرات عن السبائك والمعادن من حيث أنها أقل كثافة ومتانة وذات موصلية حرارية منخفضة ومعامل التمدد الحراري لها أقل بكثير من المعادن كما إنها عازلة للكهرباء [7]. تستعمل البوليمرات في العديد من التطبيقات لعدة أسباب منها: (قليلة التكلفة، لها القابلية على التشكيل، امتصاصيتها للرطوبة قليلة، مقاومة للتآكل، خفيفة الوزن، و تحتاج إلى طاقة تصنيع قليلة لأنه يمكن تشكيلها في درجات حرارة واطئة) [8]، وتمتلك البوليمرات بعض المساوئ على الرغم من المميزات السابقة منها: (معامل المرونة والمتانة لها قليل ولا يمكن تشكيلها في درجات حرارة مرتفعة) [9].

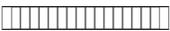
ترتبط جزيئات البوليمر مع بعضها البعض مكونة سلسلة، لذلك تصنف البوليمرات بالاعتماد على شكل السلاسل إلى [10,11]:

● **البوليمرات الخطية**  **Linear Polymers**

ترتبط الوحدات التركيبية في هذه البوليمرات ببعضها البعض بشكل خطي (linear) متواصل. نوع قوى الربط بين اواصرها هي قوى ربط فاندر فالز (Force Van Der Waals). وتكون قدرة هذه البوليمرات على التبلور أكثر من اصناف البوليمرات الأخرى، مثل كاربوكسي مثل السليلوز.

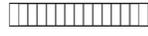
● **البوليمرات المتفرعة**  **Branched Polymers**

هي بوليمرات تتكون من تفرعات جانبية متشابهة تركيبيا ومرتبطة بالسلاسل الرئيسية. يمكن أن تحدث هذه التفرعات في البوليمرات الخطية أو اي نوع آخر من البوليمرات مثل البولي بروبيلين.

● **البوليمرات المتشابكة**  **Cross-linked Polymers**

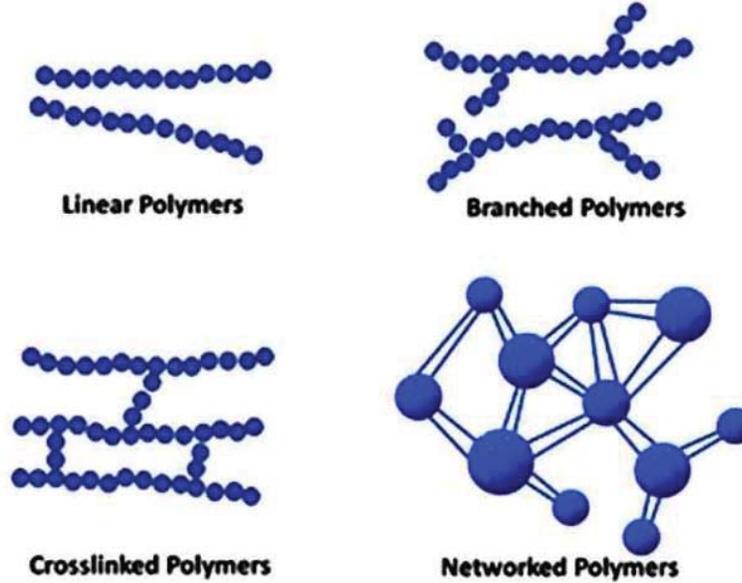
تكون قوى الربط التي تربط السلاسل في هذه البوليمرات هي قوى تساهمية (Covalent Forces)، وفي بعض الأحيان تتشكل الروابط التساهمية بين السلاسل عن طريق إضافة الذرات (Atoms) أو الجزيئات (Molecules)، والعديد من أنواع المطاط يمتلك هذا التركيب. تؤثر درجة التشابك على الصفات الميكانيكية والفيزيائية للبوليمر حيث تقل المطاطية بازدياد درجة التشابك.

□□adder□Polymers



● البوليمرات السلمية

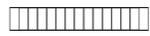
هي بوليمرات تتألف من سلسلتين اثنتين من البوليمرات الخطية المرتبطة بصورة منتظمة. وتكون أكثر صلابة من البوليمرات الخطية [10,12]. الشكل (1-1) يبين انواع تراكيب السلاسل البوليمرية [13].



الشكل (1-1): انواع السلاسل البوليمرية [13].

ويمكن تصنيف البوليمرات حسب خصائصها التطبيقية والاستعمالات العملية إلى الاصناف الاتية [10]:

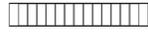
□□ermo□lastic□Polymers



● البوليمرات المطاوعة للحرارة

وهي من البوليمرات ذات السلاسل الطويلة تتفرع بتفرع صغير أو على شكل سلاسل خطية (Linear Chains). تؤثر الحرارة على صفاتها فتحولها الى منصهرات وعندما تقترب درجة الحرارة من درجة الانتقال الزجاجي (T_g) تصبح مرنة (Elastic) ثم تزداد مرونتها و تتحول الى منصهرات لزجة، وعندما تنخفض درجة الحرارة تعود إلى حالتها الأصلية، مما يعني أنه يمكن إعادة تدويرها واستعمالها عدة مرات مثل النايلون. وتمتاز هذه البوليمرات بقدرتها على التمدد (Stretching) والاستطالة (Elongation) وانها ذات صلادة ومقاومة عالية.

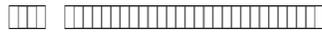
□□□ermoset Polymers



• البوليمرات المتصلدة بالحرارة

وهي من البوليمرات ذات الارتباط التشابكي، تصبح مواد صلبة أكثر هشاشة من البوليمرات المطاوعة للحرارة بالتشابك الكيميائي، ويمكن الحصول عليها عند درجة حرارة معينة والتخلص من الإجهادات ثم الحصول على أفضل النتائج مثل راتنج البولي استر. ومن مميزاتها (الاستقرار الحراري العالي، ذات درجة انتقال زجاجي عالية، لا تذوب في جميع أنواع المذيبات ولكن تميل إلى الانتفاخ في المذيبات القوية، رديئة التوصيل للحرارة والكهربائية، وهي غير بلورية) [14].

□□□stomer Polymers



• البوليمرات المرنة المطاطية

وهي بوليمرات ذات سلاسل جزيئة خطية (Linear Molecular Chains) مع وجود القليل من التشابك بين سلاسلها. وتصنف هذه البوليمرات وفقاً لترتيب السلاسل البوليمرية إلى (وجود ذرة كربون واحدة فقط في العمود الفقري للسلسلة البوليمرية مثال على ذلك المطاط الطبيعي، عدم وجود ذرة كربون في العمود الفقري للسلسلة البوليمرية مثال على ذلك ذرة الأوكسجين كما في أوكسيد بولي بروبيلين). وللبوليمرات المرنة صفتان مهمتان هما درجة انتقالها الزجاجي تكون أقل من درجة حرارة الاستعمال وتتمتع جزيئاتها بقوة التواء عالية [15].

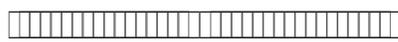
□i□ers



• الألياف

إن هذا الصنف من البوليمرات يتميز بمواصفات خاصة مثل القوة والمتانة والتبلور. ويجب أن تكون سلاسل البوليمر خطية وغير متفرعة لذا يمكنها المحاذاة في اتجاه محور الألياف مثل البولي استرات الخطية.

Polymer blends



(3-1) الخلائط البوليمرية

تعرف الخلائط البوليمرية على إنها خلط نوعين أو أكثر من البوليمرات خلطاً فيزيائياً بدون وجود أواصر تساهمية بين كلا البوليمرين تربط أحدهما بالآخر، ويكون للخليط الناتج خصائص فيزيائية مرغوبة. إن عملية خلط بوليمرين يمكن أن تؤدي إلى تكوين مركب معقد تختلف خصائصه اختلافاً كبيراً عن خصائص البوليمرات المنفردة المكونة له. هناك العديد من الخلائط البوليمرية التي تمتلك خصائص قد تفوق خصائص العناصر المكونة لها بينما جودة بعض الخلائط البوليمرية تكون أقل من أي من العناصر المكونة لها [6].

(1-3-1) تصنيف الخلائط البوليمرية

Polymer blends Classification

تصنف الخلائط البوليمرية تبعا لنوع البوليمر الى:

• خلائط المطاط **rubber blend**

قد لا يمتلك المطاط الصناعي معظم الصفات الصناعية المطلوبة لذلك فإنه يخلط غالباً مع أنواع طبيعية أخرى في عملية التصنيع، ومن المعروف إن حوالي (75%) من المطاط يستخدم كسبيكة مزدوجة بدلا من بوليمرات منفردة.

• خلائط البوليمرات المطاوعة للحرارة

Thermoplastic Polymer blends

يتم تحضير سبائك البوليمرات المطاوعة للحرارة لهدف تحويل بعض الصفات مثل (مقاومة الاحتكاك، وسهولة التشكيل) وعلى هذا الأساس فإن سبائك البوليمرات المطاوعة للحرارة تملأ الفراغ بين البوليمرات المطاوعة للحرارة ذات الاستهلاك الاقتصادي والبوليمرات باهظة الثمن.

• خلائط المطاط والبوليمرات المتصلدة حرارياً

rubber blends and thermosetting Polymers

إن إضافة المطاط إلى البوليمرات المتصلدة حرارياً تؤدي إلى زيادة الاستطالة وتقليل قوة الشد ومعامل المرونة إلى حد ما إذ يصبح البوليمر المتصلد حرارياً أقل تقصفاً بنقصان درجة الانتقال الزجاجي (T_g)، يعتبر التحول الفيزيائي للبوليمرات المتصلدة حرارياً الناتج من إضافة كمية من المطاط له فائدة اقتصادية وصناعية كبيرة [13,16].

(4-1) المواد المترابكة **composites materials**

بالنظر الى إن المواد المترابكة لها بعض الخصائص المناسبة للعديد من التطبيقات الصناعية، لذا أصبحت ذات مكانة مهمة بين المواد الهندسية المختلفة [17]. وتعرف المواد المترابكة بأنها الأنظمة الناتجة من اشتراك مادتين أو أكثر، إذ أن كل مادة تمثل طوراً مستقلاً في النظام، الهدف من ذلك للحصول على مواد جديدة تختلف في خصائصها عن خصائص المواد الأولية الداخلة في تحضير المادة المترابكة حيث تتجاوز الصفات غير المرغوب بها من أجل ان تصبح أكثر ملاءمة للتطبيقات

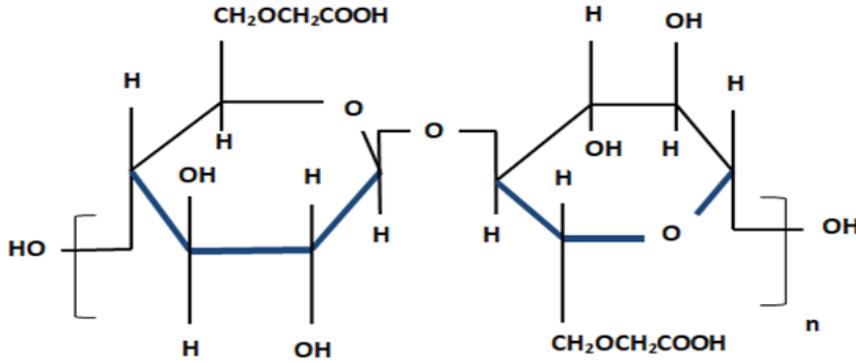
الصناعية، ويقصد بالصفات المرغوبة للمواد المتراكبة بانها عبارة عن صفات المكونات الأساسية للمادة المتراكبة التي تعتمد على كل من (المادة الأساس، مواد التدعيم، والسطح البيني وقوة التلاصق) [18].

(1-4-1) المادة الأساس

تعتبر المادة الأساس أحد مكونات المواد المتراكبة، وظائفها الأساسية هي ربط مادة التدعيم والمحافظة على مواد التدعيم من التآكل والأكسدة والتغير في درجات الحرارة. ويمكن أن يعتمد اختيار المادة الأساس على تحسين الخصائص الحرارية أو الكهربائية أو سهولة التشكيل [17,19,20]. تتميز مادة الأساس عادةً بانخفاض كل من الكثافة والصلادة والمقاومة مقارنة بمواد التدعيم [21]. ويمكن تصنيف المواد المتراكبة اعتماداً على مادة الأساس إلى أنواع عديدة منها المواد ذات الأساس المعدني (MMC_s) مثل الألمنيوم والحديد تتميز بمتانتها العالية لكن ثقل وزنها جعل استعمالها محدوداً، والنوع الأخر المواد ذات الأساس السيراميكي (CMC_s) والتي يمكنها تحمل درجات الحرارة العالية ولكن مقاومتها للصدمة ضعيفة، أما المواد ذات الأساس البوليمري (PMC_s) فهي من أفضل الأنواع لما لها من خصائص ميكانيكية عالية وسهولة تصنيعها [22].

(1-1-4-1) كاربوكسي ميثيل سليلوز (CMC)

كاربوكسي ميثيل سليلوز (CMC) هو بوليمر حيوي مشتق من السليلوز الطبيعي، وهو عبارة عن بولي السكريد (Polysaccharide) الخطي، ذو السلاسل الطويلة، يتميز بقابليته للذوبان في الماء، ولزوجته العالية، وله القابلية الجيدة جداً على تشكيل الغشاء، وهو مسحوق ابيض إلى كريمي اللون، غير سام، عديم الرائحة والمذاق [23,24]. الشكل (1-2) يوضح التركيب الكيميائي له [16].

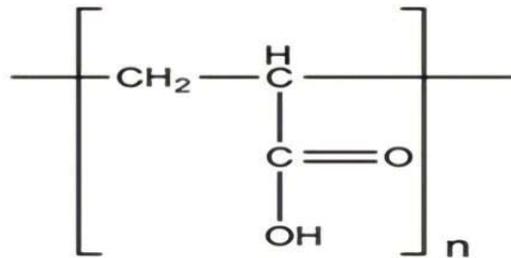


الشكل (2-1): التركيب الكيميائي لبوليمر (CMC) [16].

يستعمل بوليمر (CMC) في الكثير من المجالات التطبيقية كالغذائية والصناعية والطبية (كالمثلجات، معجون الاسنان، مستحضرات التجميل، الدهان، المنظفات، والحبوب) [25,26].

(2-1-4-1) بولي أكرليك اسيد (PAA) Polyacrylic acid

في عام (1843) تمت صياغة مصطلح أكرليك لمشتق كيميائي من مادة الأكرولين، وهو زيت مشتق من الكليسرين، الاسم التجاري له هو (Carbomer)، وهو بوليمر قابل للذوبان في الماء، وهو مسحوق بلوري أبيض اللون يتحول إلى عديم اللون بعد اذابته في الماء المقطر [27]. الشكل (3-1) يوضح التركيب الكيميائي له [28].



الشكل (3-1): التركيب الكيميائي لبوليمر (PAA) [28].

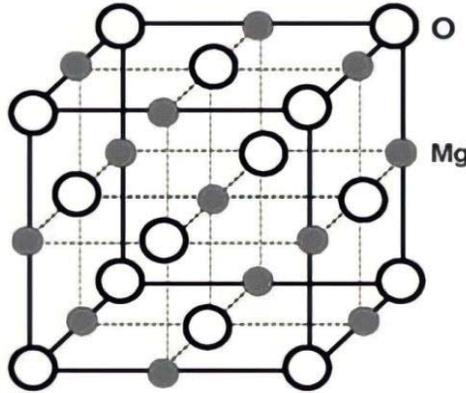
اكتسب بوليمر (PAA) اهتماماً كبيراً نظراً لتطبيقاته الهائلة في العديد من المجالات منها المجالات الكهروكيميائية والإلكترونية والطبية، أيضاً تم استعماله في العديد من المنتجات البصرية كاستعماله كعامل طلاء ومانع تآكل فعال [29].

(1-2-4-1) جسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية (MgO nanoparticles)

Magnesium oxide nanoparticles

أكسيد المغنيسيوم من اشباه الموصلات الشفافة ويكون على شكل مسحوق أبيض بشكل يشبه تركيب الملح، تركيبه مكعب من نوع (FCC). ومن خصائصه (ذو تركيب بلوري مكعب، كثافته (3.56 g/cm^3) ، وزنه الجزيئي (40.32 g/mol) ، ودرجة انصهاره (3073 K)) [35,36].

يعتبر أكسيد المغنيسيوم معدناً مهماً للإنسان لأنه ليس فقط مستقراً في ظل الظروف العملية القاسية ولكنه معروف على نطاق واسع بأنه من المواد الآمنة وتعتبر غير سامة [37]. وفي الوقت الحالي يهتم العديد من الباحثين بتحضير أكسيد المغنيسيوم النانوي لما له من خصائص جديدة وفريدة وتطبيقات مختلفة، إذ يمكن استعماله في عملية طلاء المعادن (Metal Plating Process) لأجل منع الصدأ ويمكن استعماله في مجالات الطب (Medicine) والهندسة الإلكترونية (Electronic Engineering)، وهو فعال للغاية ضد البكتيريا والفيروسات [38]. الشكل (1-5) يبين التركيب البلوري لأكسيد المغنيسيوم [39].



الشكل (1-5): التركيب البلوري لأكسيد المغنيسيوم [39].

(3-4-1) السطح البيني وقوة التلاصق Interfacial bonding force

السطح البيني هو السطح الرابط بين مواد التدعيم والمادة الأساس، حيث يوجد نوع من عدم الاستمرارية للخصائص الفيزيائية والميكانيكية، يشير عدم الاستمرارية إلى الاختلافات في عدة عوامل منها (التركيب البلوري، معامل المرونة، الكثافة، ومعامل التمدد الحراري) [40].

literature review (5-1) الدراسات السابقة

يعرض هذا الجانب من الفصل بعض البحوث والدراسات السابقة التي تم إجراؤها في مجال دراستنا ومن أبرزها:

- درس الباحث (Abdel-Galil) وجماعته سنة (2014) تأثير إضافة جسيمات أكسيد التيتانيوم (TiO_2) النانوي بنسب وزنية مختلفة (1 and 15) wt% على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية لأغشية كربوكسي ميثيل سليلوز (CMC) كمادة أساس والمحضرة بنجاح بطريقة صب المحلول. أدى إضافة جسيمات أكسيد التيتانيوم (TiO_2) النانوية إلى زيادة درجة التبلور (Crystallization Degree) للأغشية المحضرة، بالإضافة إلى التوزيع المنتظم للجسيمات النانوية على سطح المادة الأساس. أظهرت النتائج تناقص قيم فجوة الطاقة مع زيادة نسب الجسيمات النانوية المضافة. تزداد قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة ($\sigma_{a.c}$) مع زيادة التردد بينما إن إضافة الجسيمات النانوية لها تأثير متفاوت على التوصيلية الكهربائية المتناوبة، بالإضافة إلى ذلك تنخفض قيم كل من ثابت العزل الكهربائي (ϵ') وثابت العزل الكهربائي الفقد (ϵ'') عند زيادة التردد وعند إضافة جسيمات (TiO_2) النانوية [43].

- قام الباحث (El Sayed) وجماعته سنة (2015) بدراسة تأثير إضافة جسيمات أكسيد الكوبالت (Co_3O_4) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0.3, 0.6, and 0.9) wt% على الخصائص التركيبية والكهربائية للمتراكبات البوليمرية المكونة من الخليط (CMC/PVA) كمادة أساس والمحضرة بطريقة صب المحلول بنسب خلط وزنية (20:80 wt%). أظهرت النتائج انتشار جسيمات (Co_3O_4) النانوية ضمن الأغشية المحضرة وإن خشونة السطح تزداد بزيادة نسبة الجسيمات النانوية. أيضاً تزداد قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة للأغشية المحضرة عند إضافة جسيمات (Co_3O_4) النانوية ومن ناحية أخرى تزداد قيم ثابت العزل الكهربائي عند إضافة الجسيمات (Co_3O_4) النانوية وتنخفض بزيادة التردد [44].

- قام الباحث (Habeb) وجماعته سنة (2017) بتحضير كربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) وحمض بولي أكريلك (PAA) مع تركيزات مختلفة من الجسيمات النانوية لأوكسيد الرصاص (PbO_2) النانوية. تمت دراسة الخصائص الكهربائية والبصرية حيث تم تصنيع جسيمات

نانوية جديدة: (CMC-PAA-PbO₂). أظهرت النتائج زيادة التوصيل الكهربائي مع زيادة تركيز جسيمات (PbO₂) النانوية. يزداد امتصاص المزيغ (CMC-PAA) وتقل فجوة الطاقة (E_g) مع زيادة تركيز (PbO₂) النانوي [45].

• قام الباحثان (Hashim and Hadi) سنة (2017) بدراسة الخصائص الكهربائية والحرارية لمتراكبات بوليمرية محضرة بطريقة صب المحلول والمكونة من الخليط البوليمري (PVP-CMC) كمادة اساس بنسبة خلط وزنية (78:22 wt%) والمدعم بجسيمات أوكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية بنسب خلط وزنية مختلفة (0, 2, 4, and 6 wt%). أظهرت النتائج زيادة قيم كل من ثابت العزل الكهربائي وعامل فقد العزلي مع اضافة نسب مختلفة من جسيمات (MgO) النانوية، بينما تزداد قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة مع زيادة نسب الجسيمات النانوية. أدى اضافة جسيمات (MgO) النانوية إلى تحسين الخصائص الحرارية للأغشية المحضرة [46].

• درس الباحث (Youssef) وجماعته سنة (2017) الخصائص التركيبية والحرارية والبصرية لمتراكبات بوليمرية نانوية محضرة بطريقة صب المحلول والمكونة من الخليط البوليمري (CMC/PVA) كمادة اساس بنسب خلط (60:40 v/v %) و (50:50 v/v %) على التوالي والمدعمة بجسيمات أوكسيد الخارصين (ZnO) النانوية بنسب وزنية مختلفة (2, 4, and wt%). أظهرت النتائج ان المترابك المدعم بالجسيمات النانوية والمحضر بنسبة (50:50 v/v%) من الخليط البوليمري (CMC/PVA) امتلك أفضل الخصائص التركيبية والحرارية والبصرية. أدى إضافة جسيمات (ZnO) النانوية إلى زيادة الاستقرار الحرارية من (230 °C) إلى (280 °C) وهذه الاستقرارية تزداد مع زيادة نسب الجسيمات النانوية إذ سجل الغشاء المدعم بنسبة (6 %) أعلى استقرار حراري. من ناحية أخرى تبين زيادة نسبة الامتصاصية للأشعة الساقطة بزيادة نسبة جسيمات (ZnO) النانوية لجميع الاغشية المحضرة [47].

• درس الباحث (Al-Attayah) وجماعته سنة (2018) الخصائص التركيبية والكهربائية لمتراكبات بوليمرية المحضرة بطريقة صب المحلول والمكونة من الخليط البوليمري الثلاثي (CMC-PVP-PVA) بنسب وزنية مختلفة (30:30:40) wt% والمدعم بجسيمات أوكسيد

الرصاص (PbO_2) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0, 2, 4, 6, and 8) wt%. أظهرت النتائج التركيبية التوزيع المتجانس والتفاعل الجيد بين الخليط البوليمري الثلاثي وجسيمات (PbO_2) النانوية، عند نسبة الاضافة (8 %) شكّلت الجسيمات النانوية شبكة مستمرة داخل الخليط الثلاثي. ازدادت التوصيلية الكهربائية للأغشية المدعمة مع زيادة نسب الجسيمات النانوية (PbO_2) [48].

- درس الباحث (Algidsawi) وجماعته سنة (2018) الخصائص البصرية للمركبات النانوية (MgO). حيث تم تحضير أغشية المركبات النانوية باستخدام مزيج البولي فينيل بيرليدون (PVP) وكاربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) وجسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية كمادة مضافة. تم تصنيع مزيج البوليمر (PVP/CMC) بتركيزات مختلفة (22:78 wt%)، تمت إضافة الجسيمات (MgO) النانوية إلى مزيج البوليمر بتركيزات مختلفة (0, 2, 4, and 6) wt% بطريقة صب المحلول. بينت النتائج زيادة كل من الامتصاصية ومعامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل والتوصيل البصري لمزيج (PVP-CMC) مع زيادة تركيز الجسيمات (MgO) النانوية. تناقص كل من فجوة الطاقة والنفاذية مع زيادة تركيز الجسيمات (MgO) النانوية [49].

- قام الباحث (Arat) سنة (2018) بدراسة الخصائص البصرية لمتراكبات نانوية تم تحضيرها بطريقة صب المحلول والمكونة من الخليط البوليمري (CMC/PVP) كمادة اساس بنسب خلط وزنية (55:45 wt%) والمدعم بجسيمات أكسيد الرصاص (PbO_2) النانوية بنسب وزنية (0, 1.5, 3, and 4.5) wt%. أظهرت النتائج إن قيم التوصيلية الكهربائية المستمرة والامتصاصية والثوابت البصرية (معامل الانكسار، معامل الخمود، والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي) في حالة زيادة مع زيادة نسب جسيمات (PbO_2) النانوية. بينما تتناقص قيم فجوة الطاقة البصرية مع زيادة نسب الجسيمات النانوية المضافة [50].

- قام الباحث (Habeeb) وجماعته سنة (2018) بدراسة تأثير إضافة جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0, 1.5, 3, 4.5, and 6) wt% على الخصائص التركيبية والكهربائية للمترابكات البوليمرية المكونة من الخليط (PAA/CMC)

كمادة اساس والمحضرة بطريقة صب المحلول بنسب خلط وزنية (20:80 wt%). أظهرت نتائج (SEM) تكوين جسيمات نانوية تحتوي على العديد من التكتلات. بينت النتائج الكهربائية زيادة كل من الموصلية الكهربائية وثابت العزل وثابت العزل الفقد عند إضافة نسب من جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية [51].

• قام الباحث (Alghunaim) سنة (2019) بدراسة تأثير إضافة جسيمات أكسيد النحاس (CuO) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0.1, 0.2, 0.4, and 0.6) wt% الى أغشية الخليط البوليمري المكون من (CMC/PVP) والمحضر بطريقة صب المحلول على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية. أظهرت النتائج ان حيود الأشعة السينية (XRD) و اختبار الأشعة تحت الحمراء (FTIR) الحصول على خصائص تركيبية متميزة عن طريق زيادة التبلور للأغشية المحضرة عند إضافة جسيمات (CuO) النانوية وارتباطها مع المادة الاساس (CMC/PVP). إن قيم كل من ثابت العزل الكهربائي وعامل الفقد العزلي ينخفضان بزيادة كل من نسب الجسيمات (CuO) النانوية، يزداد عامل الفقد بزيادة نسب الجسيمات النانوية نتيجة زيادة التوصيلية للأغشية [52].

• قام الباحثان (Habeb and Mahdi) سنة (2019) بدراسة تأثير إضافة من جسيمات أكسيد الحديد (Fe₂O₃) النانوية بنسب وزنية مختلفة (1.5, 3, 4.5, and 6) wt% والمحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية للأغشية النانوية لمتراكبات محضرة بطريقة صب المحلول والمكونة من الخليط البوليمري (CMC/PVP). أظهرت النتائج إن جسيمات (Fe₂O₃) النانوية تتوزع بشكل شبكة متجانسة ومستمرة داخل الخليط البوليمري عند نسبة التدعيم (6 %). يزداد كل من (الامتصاصية، معامل الامتصاص، معامل الخمود، والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي) بزيادة النسبة الوزنية لجسيمات (Fe₂O₃) النانوية، بينما تنخفض فجوة الطاقة والنفذية بزيادة النسبة الوزنية للجسيمات النانوية [53].

• درس الباحث (Morsi) وجماعته سنة (2019) تأثير إضافة جسيمات الذهب (Au) النانوية بنسب وزنية مختلفة (2, 4, 8, and 16) wt% على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية للخليط البوليمري المكون من (CMC/PVA) كمادة اساس بنسب خلط وزنية

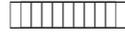
(30:70 wt%) والمحضرة بطريقة صب المحلول. أظهرت النتائج إن اضافة (Au) النانوية أدى الى تكوين بنية شبه بلورية لهذه العينات، وإن درجة التبلور تتناقص مع زيادة نسب الجسيمات النانوية داخل تركيب الخليط البوليمري (CMC/PVA). تنخفض قيم فجوة الطاقة للأغشية المدعمة مع زيادة نسب الجسيمات النانوية، بينما تزداد قيم الامتصاصية ومعامل الامتصاص مع زيادة نسب الجسيمات النانوية. إن قيم كل من ثابت العزل الكهربائي و ثابت العزل الفقدى تنخفض عند اضافة الجسيمات النانوية وعند زيادة قيم التردد للمجال الكهربائي المسلط، بينما تزداد قيم التوصيلية الكهربائية المتناوبة مع زيادة نسب الجسيمات النانوية [54].

- حضر الباحث (Elmageed) وجماعته سنة (2020) تأثير إضافة جسيمات الخارصين (Zn) النانوية بنسبة وزنية (0.5 wt%) على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية للمترابكات البوليمرية المكونة من بوليمر (CMC) كمادة أساس والمدعم بجسيمات الخارصين (Zn) النانوية. بينت النتائج التفاعل الجيد بين الجسيمات النانوية والبوليمر. إن كل من (الامتصاصية، معامل الامتصاص، معامل الانعكاس، والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل) يزداد بإضافة جسيمات الخارصين (Zn) النانوية، بينما ينخفض كل من فجوة الطاقة وعامل الفقد لغشاء (CMC) المحضر [55].

- درس الباحث (Gaabour) سنة (2020) تأثير إضافة جسيمات أكسيد السيلينيوم (SeO_2) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0.15, 0.3, 0.45, and 0.6) wt% المحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي على الخصائص التركيبية والحرارية والكهربائية لمترابكات بوليمرية متكونة من الخليط البوليمري (CMC/PVP) والمدعمة بالجسيمات النانوية المحضرة بطريقة صب المحلول. أظهرت النتائج التفاعل الجيد بين الجسيمات (SeO_2) النانوية المحضرة والخليط البوليمري، أدى إضافة الجسيمات النانوية إلى زيادة الاستقرار الحراري للمادة أمتراكبة. اثبتت نتائج الاختبارات الكهربائية انخفاض قيم ثابت العزل الكهربائي لكل النماذج عند الترددات العالية، إذ تم تسجيل أعظم قيم لثابت العزل الكهربائي وعامل الفقد عند أوطى تردد [56].

- قام الباحثان (Jaber and Habeeb) سنة (2021) بدراسة تأثير إضافة جسيمات كربيد الزركونيوم (ZrC) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0, 1.5, 3, and 4.5) wt% على الخصائص التركيبية والعزلية لأغشية الخليط البوليمري المكون من (CMC-PAA) والمحضرة بطريقة صب المحلول. أظهرت النتائج للفحص المجهر الإلكتروني (SEM) الشكل البصري المورفولوجي السطحي لأغشية (CMC-PAA-ZrC) النانوية المركبة والمتجانسة والمتماسكة المنتشرة عشوائياً على السطح العلوي. يتناقص عامل فقد العازل لمركبات النانو مع إضافة جسيمات (ZrC) النانوية. إن ثابت العزل الكهربائي لمركبات النانو (CMC-PAA-ZrC) يتناقص كلما زاد التردد ويزداد بإضافة جسيمات (ZrC) النانوية، بينما تزداد الموصلية الكهربائية للتيار المتردد بإضافة الجسيمات (ZrC) النانوية [57].
- درس الباحث (Jawad) وجماعته سنة (2021) تأثير إضافة جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوية بنسب وزنية مختلفة (0, 1, 3, 5, 7, and 9) wt% على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية الخليط البوليمري المكون من (CMC/MgO) والمحضر بطريقة صب المحلول. أظهرت النتائج للفحص المجهر الإلكتروني (SEM) إن جسيمات (MgO) النانوية يبدو أنها تشكل مجاميع وتنتشر جيداً في أغشية (CMC/MgO)، أظهرت (FTIR) ان جسيمات (MgO) النانوية ليس لها تأثير مدمر على بنية البوليمر حيث لا توجد روابط تساهمية بين (CMC) و(MgO). بينت الخصائص البصرية إن إضافة جسيمات (MgO) النانوية يؤدي إلى تحسين (الامتصاصية، معامل الخمود، معامل الانكسار، معامل الامتصاص، وثابت العزل الحقيقي والخيالي) [58].
- قام الباحث (Amaregouda) وجماعته سنة (2022) بدراسة تأثير إضافة أكسيد المغنيسيوم (MgO) النانوي بنسب وزنية مختلفة (1, 3, and 5) wt% على الخصائص التركيبية لأغشية الخليط البوليمري المتكون من كربوكسي ميثيل السليلوز (CMC) وبولي فاينيل الكحول (PVA). أظهرت النتائج للفحص المجهر الإلكتروني (SEM) توزيعاً متجانساً، وتم تأكيد التفاعل الجيد بين مكونات غشاء المترابك النانوي بواسطة نتائج اختبار الأشعة تحت الحمراء (FTIR) [59].

□□e□□im□□□□tudy



(1-1) الهدف من الدراسة

إن الهدف من الدراسة الحالية هو تحضير جسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوية بطريقة الترسيب الكيميائي (Precipitation Method)، وتحضير الخليط البوليمري (CMC-PAA) النقي والمدعم بمسحوق أكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوي بنسب خلط وزنية مختلفة بطريقة صب المحلول (Solution Casting)، ودراسة تأثير التدعيم ودرجة حرارة الكلسنة على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية والحرارية من أجل:

- دراسة الخصائص التركيبية (TGA, XRD, FE-SEM) لجسيمات أكسيد المغنيسيوم (MgO_{NPs}) النانوي.
- دراسة الخصائص التركيبية (FE-SEM, FTIR) والبصرية (النفاذية، الانعكاسية، معامل الامتصاص، فجوة الطاقة، معامل الانكسار، معامل الخمود، والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي) والكهربائية (ثابت العزل الكهربائي، عامل فقد العزلي، والتوصيلية الكهربائية المتناوبة) والحرارية (التوصيلية الحرارية) للخليط البوليمري (CMC-PAA) والمترابكات البوليمرية ($CMC-PAA: MgO_{NPs}$).

ولأجل إعداد المواد النانوية والأغشية البوليمرية النانوية المرنة لتكون مناسبة للاستعمال في التطبيقات البصرية والكهربائية.