



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



تحضير ودراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات (بولي كحول الفانيل
PVA / أملاح الالمنيوم)

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

من قبل

سلمى سلمان عبدالله

بكالوريوس علوم فيزياء 2009 م

بإشراف

أ.د. صباح انور سلمان

2018 م

1439 هـ



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



Preparation and Study of Some Physical Properties of (polyvinyl Alcohol PVA /Aluminium Salts)Composites

A Thesis

Submitted to the Council of the College of Science-University of Diyala
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of
Science in Physics

by

Salma Salman Abdallah

B. Sc. in Physics (2009)

Supervised by

Prof. Sabah Anwer Salman (Ph.D.)

2018 A.D.

1439 A.H.

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

((ذٰلِكَ فَضْلُ اللّٰهِ یُؤْتِیْهِ مَن یَّشَآءُ وَاللّٰهُ ذُو الْفَضْلِ الْعَظِیْمِ))

صدق الله العلي العظيم

(سورة الجمعة/الآية الرابعة) . .

شكر وتقدير

"كن عالماً . . . فإن لم تستطع فكن متعلماً . . . فإن لم تستطع فأحب العلماء، فإن لم تستطع فلا تبغضهم"

بعد رحلة بحث وجهد وأجتهاد تكلفت بإنجاز هذا البحث، نحمد الله عزوجل على النعمة التي من بها علينا فهو العلي القدير، كما أقدم شكري وامتناني الى المشرف الأستاذ الدكتور (صباح أنور سلمان) لاقتراحه موضوع البحث ونصائحه القيمة وتوجيهاته المستمرة في سبيل أنجاح هذا البحث طوال مدة العمل وأعداد الرسالة داعية الله عزوجل له بدوام الصحة والموفقية .

كما أتقدم بالشكر الجزيل لكل من أسهم في تقديم يد العون لإنجاز هذا البحث، وأخص بالذكر عمادة كلية العلوم ورئاسة قسم الفيزياء، كما لا أنسى أن أتقدم بأرقى وأثن عبارات الشكر والتقدير والعرفان الى جميع أساتذتي في قسم الفيزياء وأخص بالذكر منهم (الدكتور زياد طارق خضير (رئيس قسم الفيزياء)، الدكتور نبيل علي بكر، الدكتور عمار عايش حبيب، الأستاذة هند وليد عبدالله، الأستاذ أنور، الأستاذ رافد، الأستاذ محمد و الأستاذ عمار) والدكتور فاضل لفته من قسم الكيمياء - كلية العلوم والأستاذ واثق كريم صالح - دائرة بحوث المواد - وزارة العلوم والتكنولوجيا .

كما وأشكر جميع طلبة الدراسات العليا لتعاونهم ومساندتهم لي طيلة مدة الدراسة وشكري وتقديري لمنتسبي مكتبة كلية العلوم لتعاونهم لي في أعارة مصادر البحث . وأخيرا وليس آخرا أتقدم بشكري وأعتزازي لكل من

سلمى

أعاني ممن فاتني ذكره مع الاعتزاز .

الأهداء

ألهي لا يطيب الليل الا بشكرك . . . ولا يطيب النهار الا بطاعتك . . . ولا تطيب اللحظات الا بذكرك . . . ولا تطيب الاخرة الا بعفوك (الله عزوجل) .

الى من كلله الله بالهيبة والوقار . . . الى من علمني العطاء بدون انتظار . . . الى من أحمل أسمه بكل أفتخار . . . أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار (والدي) .

الى القلب النابض، الى رمز الحب والحنان، الى من كانت دعواتها الصادقة سرنجاحي . . (والدتي) .
الى من هم سندي في الحياة (أهلي) .

الى الاخوة والاخوات . . . الى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء . . . الى من كانوا معي على طريق النجاح والخير . . . (أصدقائي) .

سلمى

إقرار المشرف

أقر بأن أعداد الرسالة تم تحت إشرافي في قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة ديالى، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

المشرف

التوقيع:

أسم المشرف: أ.د. صباح أنور سلمان

المرتبة العلمية: استاذ

العنوان: جامعة ديالى / كلية العلوم / قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2017 م

توصية رئيس القسم

بناء على التوصيات المتوافرة، أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع:

الاسم: أ.م.د. زياد طارق خضير

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى - كلية العلوم - قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2017 م

اقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة أدناه نشهد أننا اطلعنا على رسالة الماجستير الموسومة ((تحضير ودراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات (بولي كحول الفايثيل PVA / أملاح الالمنيوم)) المقدمة من قبل الطالبة (سلمى سلمان عبدالله) وقد ناقشنا الطالبة في محتوياتها وكل ما له علاقة بها فوجدناها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء ولجله وقعنا.

رئيس اللجنة

التوقيع:

الاسم: أ.د. بلقيس محمد ضياء

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: الجامعة التكنولوجية/ قسم العلوم التطبيقية/ فرع المواد

التاريخ: / / 2018 م

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: أ.د. فرح طارق محمد

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة بغداد/ كلية العلوم/ قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: أ.د. نبيل علي بكر

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم / قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع:

الاسم: أ.د. صباح أنور سلمان

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم / قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

مصادقة عمادة كلية العلوم/ جامعة ديالى

التوقيع:

الاسم: أ.د. تحسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: أستاذ

التاريخ: / / 2018 م

إقرار المقوم العلمي

أقر بتقويم رسالة الماجستير المعنونة ((تحضير ودراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات (بولي كحول الفايثيل PVA / أملاح الالمنيوم)) لل طالبة (سلمى سلمان عبدالله) علمياً من قبلي وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

التوقيع:

الاسم: أ.م.د. فاروق ابراهيم حسين

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة بغداد/ كلية التربية للعلوم الصرفة- أبن الهيثم/

قسم الفيزياء

التاريخ: / / 2018 م

إقرار المقوم اللغوي

أقر بتقويم رسالة الماجستير المعنونة ((تحضير ودراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات (بولي كحول الفاينيل PVA /أملاح الالمنيوم)) لل طالبة (سلمى سلمان عبدالله) لغويا من قبلي وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء.

التوقيع:

الاسم: م.د بشرى عبد المهدي ابراهيم

المرتبة العلمية: مدرس

العنوان: جامعة ديالى - كلية التربية الاساسية

قسم اللغة العربية

التاريخ: / / 2018 م

البحوث المنشورة

- [1] S. A. Salman, N. A. Bakr , S. S. Abdulllah and H. Z. A. Al- Rahman, “ Effect of Aluminium Salts on Some Mechanical Properties of Polyvinyle Alcohol (PVA) Films”, Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences, Vol. 8, No. 1, pp. 37-45, (2017).
- [2] S. A. Salman, N. A. Bakr and S. S. Abdulllah, “ Study of Thermal Decomposition and FTIR for (PVA- AlCl₃) Composite Films”, Journal of Engineering and Applied Sciences, Accepted on February 20,(2018).

الخلاصة

حضرت أغشية بوليمر (PVA) النقية والمدعمة بأملح الألمنيوم ($AlCl_3$, $Al(NO_3)_3$) بنسب وزنية مختلفة ((1,3,5,7,9,11,13,15) wt%) باستخدام طريقة الصب. لقد تمت دراسة الخواص البصرية، الميكانيكية والحرارية لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الألمنيوم). طيفا النفاذية والامتصاصية سجلا ضمن مدى الطول الموجي (190-1100) nm، وتم دراسة تأثير النسبة الوزنية لأملح الألمنيوم المضافة على المعلمات البصرية (النفاذية، الامتصاصية، معامل الامتصاص، معامل الانكسار، معامل الخمود و ثابت العزل البصري بجزأيه الحقيقي والخيالي) لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الألمنيوم).

وأظهرت النتائج العملية أن النفاذية لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الألمنيوم) تقل مع زيادة النسبة الوزنية لأملح الألمنيوم المضافة بينما الامتصاصية، معامل الامتصاص، معامل الانكسار، معامل الخمود وثابت العزل البصري بجزأيه الحقيقي والخيالي يزدادون جميعهم مع زيادة النسبة الوزنية لأملح الألمنيوم المضافة. وكذلك أظهرت النتائج بأن الانتقالات الالكترونية هي انتقالات الكترونية غير مباشرة، وأن فجوة الطاقة تقل مع زيادة النسبة الوزنية لأملح الألمنيوم المضافة eV (5.887-4.542) لملاح ($AlCl_3$) و eV (5.887-4.435) لملاح ($Al(NO_3)_3$)، بينما أظهرت طاقة أورباخ سلوكا معاكسا لفجوة الطاقة حيث تزداد طاقة أورباخ بزيادة النسبة الوزنية لأملح الألمنيوم المضافة meV (545.6-1039.6) لملاح ($AlCl_3$) و meV (545.6-928.9) لملاح ($Al(NO_3)_3$).

وأظهرت نتائج فحوصات (FTIR) لغشاء (PVA) النقي بعد التدعيم بنسب وزنية مختلفة من أملاح الألمنيوم أن حزمة الامتصاص لمجموعة الهيدروكسيل (OH-) لـ (PVA) تنحرف نحو الاعداد الموجية العالية لكل النسب الوزنية لملاح ($AlCl_3$)، وعند أغلب النسب الوزنية لملاح ($Al(NO_3)_3$) فإن العدد الموجي لمجموعة الهيدروكسيل (OH-) لـ (PVA) ينحرف نحو قيم أوطأ، بينما أظهرت أصرة التمدد (C-H) اللامتماثلة أنحرافا نحو الاعداد الموجية العالية عند النسبة الوزنية (15wt%) و (11wt%) لأملح ($AlCl_3$) و ($Al(NO_3)_3$) على التوالي، وأن الأصرتين (C=O) و (C=C) أظهرتا أنحرافا نحو الاعداد الموجية الواطنة مع تأثير نوعي أصرة ($-CH_2$) (تغير العدد الموجي لهما) بعملية التدعيم بأملح الألمنيوم.

وتم دراسة تأثير النسبة الوزنية لأملح الألمنيوم المضافة على الخواص الميكانيكية لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الألمنيوم)، وأظهرت النتائج العملية بأن الصلادة تزداد بزيادة النسبة الوزنية لأملح

الالمنيوم المضافة، بينما أظهرت النتائج العملية لأختبار الشد قيما غير منتظمة لكلا من (متانة الشد، الاستطالة حد الكسر ومعامل يونك) بعد التدعيم بنسب وزنية مختلفة من أملاح الالمنيوم بالمقارنة مع غشاء (PVA) النقي.

وكذلك أظهرت نتائج دراسة تأثير النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم المضافة على الخواص الحرارية لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الالمنيوم) بأن التوصيلية الحرارية تبدأ بالنقصان بشكل غير منتظم مع زيادة النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم المضافة، وأن فحص المسعر الحراري التبايني (DSC) أظهر أبتداء تزايد بشكل غير منتظم لكلا من درجة الانتقال الزجاجي ودرجة الانصهار البلورية بزيادة النسبة الوزنية لملاح ($AlCl_3$) المضاف، وسلوك غير منتظم لدرجة الانتقال الزجاجي ودرجة الانصهار البلورية عند التدعيم بملاح ($Al(NO_3)_3$) بالمقارنة مع غشاء (PVA) النقي مع أختفاء لدرجة الانتقال الزجاجي عند النسبة الوزنية (11wt%) لملاح ($AlCl_3$) وأختفاء لدرجة الانصهار البلورية عند النسبة الوزنية (7wt%) لملاح ($Al(NO_3)_3$)، وكذلك أظهرت منحنيات (TGA) أن غشاء (PVA) النقي يمر بمرحلتين لعملية التحلل الحراري ويفقد كلي في الوزن مقداره (100%)، وأظهرت النسب الوزنية للأملاح الالمنيوم المضافة مرحلتين و ثلاث مراحل تحلل حراري لعملية الفقد في الوزن مع فقد كلي في الوزن أقل بالمقارنة مع غشاء (PVA) النقي.

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
	الخلاصة	
I	المحتويات	
IV	قائمة الرموز	
V	قائمة المختصرات	
VI	قائمة الجداول	
VII	قائمة الأشكال	
الفصل الأول: (المقدمة والدراسات السابقة)		
1	المقدمة	(1-1)
1	المواد المترابطة	(2-1)
2	المادة الأساس	(1-2-1)
2	بولي كحول الفايثيل (PVA)	(1-1-2-1)
3	مواد التدعيم	(2-2-1)
4	الالمنيوم	(1-2-2-1)
4	السطح البيئي وقوة التلاصق (الترابط)	(3-2-1)
5	الربط الميكانيكي	(1-3-2-1)
5	الربط الكيميائي	(2-3-2-1)
6	تصنيف المواد المترابطة	(3-1)
6	تصنيف المترابكات حسب نوع المادة الأساس	(1-3-1)
7	تصنيف المترابكات حسب نوع مادة التدعيم	(2-3-1)
9	البوليمرات	(4-1)
11	تصنيف البوليمرات	(5-1)
13	الدراسات السابقة	(6-1)
19	الهدف من الدراسة	(7-1)
الفصل الثاني (الجزء النظري)		
20	المقدمة	(1-2)
20	الخواص البصرية	(2-2)
20	حافة الامتصاص الاساسية	(1-2-2)
22	النفاذية	(2-2-2)
22	الامتصاصية	(3-2-2)
23	الثوابت البصرية	(4-2-2)
23	معامل الامتصاص	(1-4-2-2)
24	معامل الانكسار	(2-4-2-2)

الصفحة	الموضوع	التسلسل
24	معامل الخمود	(3-4-2-2)
25	ثابت العزل البصري	(4-4-2-2)
26	الانتقالات الالكترونية	(5-2-2)
26	الانتقالات الالكترونية المباشرة	(1-5-2-2)
27	الانتقالات الالكترونية غير المباشرة	(2-5-2-2)
29	تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء	(3-2)
30	الخواص الميكانيكية	(4-2)
31	اختبار الصلادة	(1-4-2)
33	أختبار الشد	(2-4-2)
34	منحني (الاجهاد - الانفعال)	(1-2-4-2)
36	الخواص الحرارية	(5-2)
37	التوصيلية الحرارية	(1-5-2)
39	درجة الانتقال الزجاجي	(2-5-2)
39	درجة الانصهار البلورية	(3-5-2)
40	التحليل الحراري الوزني	(4-5-2)
الفصل الثالث (الجزء العملي)		
41	المقدمة	(1-3)
41	المواد المستخدمة	(2-3)
41	المادة الاساس	(1-2-3)
42	مواد التدعيم	(2-2-3)
42	كلوريد الالمنيوم	(1-2-2-3)
42	نترات الالمنيوم	(2-2-2-3)
42	الاجهزة المستخدمة وطريقة تحضير العينات	(3-3)
42	الاجهزة المستخدمة	(1-3-3)
46	تحضير اغشية بوليمر (PVA) النقية والمدعمة بأملاح الالمنيوم	(2-3-3)
48	الاختبارات والاجهزة المستخدمة	(4-3)
48	أختبار UV- VIS	(1-4-3)
49	أختبار تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء	(2-4-3)
50	أختبار الصلادة	(3-4-3)
51	أختبار الشد	(4-4-3)
52	أختبار التوصيلية الحرارية	(5-4-3)

الصفحة	الموضوع	التسلسل
53	أختبار المسعر الحراري التبايني	(6-4-3)
الفصل الرابع (النتائج والمناقشة)		
55	المقدمة	(1-4)
55	الخواص البصرية	(2-4)
55	طيف النفاذية	(1-2-4)
57	طيف الامتصاصية	(2-2-4)
58	معامل الامتصاص	(3-2-4)
60	فجوة الطاقة للانتقال غير المباشر المسموح	(4-2-4)
66	طاقة أورباخ	(5-2-4)
71	معامل الانكسار	(6-2-4)
73	معامل الخمود	(7-2-4)
74	الجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل البصري	(8-2-4)
77	تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء	(3-4)
83	الخواص الميكانيكية	(4-4)
83	أختبار الصلادة	(1-4-4)
85	أختبار الشد	(2-4-4)
93	الخواص الحرارية	(5-4)
93	التوصيلية الحرارية	(1-5-4)
96	درجة الانتقال الزجاجي	(2-5-4)
97	درجة الانصهار البلورية	(3-5-4)
99	التحليل الحراري الوزني	(4-5-4)
الفصل الخامس (الاستنتاجات والمشاريع المستقبلية)		
121	الاستنتاجات	(1-5)
123	المشاريع المستقبلية	(2-5)
124	المصادر	

قائمة الرموز

الوحدة	المعنى	الرمز
cm^{-1}	معامل الامتصاص	α
eV	فجوة الطاقة	E_g
meV	طاقة أورباخ	E_u
eV	طاقة الفوتون	$h\nu$
—	النفاذية	T
$\text{eV/m}^2 \cdot \text{s}$	شدة الاشعاع الساقط	I_o
$\text{eV/m}^2 \cdot \text{s}$	شدة الاشعاع النافذ	I_t
—	الامتصاصية	A
—	الانعكاسية	R
—	معامل الانكسار	n_o
—	معامل الانكسار المعقد	N
—	معامل الخمود	k_o
—	ثابت العزل البصري	$\epsilon^{\text{opt.}}$
—	الجزء الحقيقي لثابت العزل البصري	ϵ_1
—	الجزء الخيالي لثابت العزل البصري	ϵ_2
nm	الطول الموجي	λ
cm^{-1}	متجه الموجة	K
eV	فجوة الطاقة البصرية للانتقال غير المباشر	$E'_g{}^{\text{opt}}$
eV	طاقة الفونون المساعد	E_p
—	الانفعال	ϵ
J/sec	كمية الحرارة المنتقلة	Q
W/m.K	التوصيلية الحرارية	k
$^{\circ}\text{C}$	تمثل درجة حرارة القرص (A, B and C) على التوالي	T_A, T_B, T_C
W/m ² .K	كمية الطاقة	e
m	سمك القرص	d
m	نصف قطر القرص	r
V	فرق الجهد على طرفي ملف المسخن	V

الوحدة	المعنى	الرمز
°C	درجة الانتقال الزجاجي	T _g
°C	درجة الانصهار البلورية	T _m
-	معدل الوزن الجزيئي	M _w

قائمة المختصرات

المختصر	المعنى
PVA	بولي كحول الفايثيل
MMC _s	المتراكبات ذات الأساس المعدني
CMC _s	المتراكبات ذات الأساس السيراميكي
PMC _s	المتراكبات ذات الأساس البوليميري
Al ₂ O ₃	أوكسيد الألمنيوم
DSC	المسعر الحراري التبايني
TEM	المجهر الإلكتروني النافذ
XRD	حيود الأشعة السينية
DTA	التحليل الحراري التفاضلي
TGA	التحليل الحراري الوزني
UV	الأشعة فوق البنفسجية
FTIR	تحويل فوريير للأشعة تحت الحمراء
AlCl ₃	كلوريد الألمنيوم
Al(NO ₃) ₃	نترات الألمنيوم
T.S	متانة الشد
E _b	الاستطالة حد الكسر
Y _m	معامل يونك

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الجدول
32	بعض أنواع الصلادة	(1-2)
41	بعض خواص بوليمر بولي كحول الفايينيل (PVA)	(1-3)
46	النسب الوزنية لأغشية المتراكبات (بوليمر (PVA) - أملاح الالمنيوم)	(2-3)
65	قيم فجوة الطاقة للانتقال غير المباشر المسموح لأغشية المتراكبات (PVA- أملاح الالمنيوم) مع النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم	(1-4)
71	قيم طاقة أورباخ لأغشية المتراكبات (PVA- أملاح الالمنيوم) مع النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم	(2-4)
81	قيم الاعداد الموجية لحزم الامتصاص لأواصر أغشية المتراكب (PVA- $AlCl_3$) مع النسبة الوزنية لملاح ($AlCl_3$)	(3-4)
82	قيم الاعداد الموجية لحزم الامتصاص لأواصر أغشية المتراكب (PVA- $Al(NO_3)_3$) مع النسبة الوزنية لملاح ($Al(NO_3)_3$)	(4-4)
84	قيم الصلادة لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الالمنيوم) مع النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم	(5-4)
89	قيم خصائص الشد لأغشية المتراكب (PVA- $AlCl_3$) مع النسبة الوزنية لملاح ($AlCl_3$)	(6-4)
89	قيم خصائص الشد لأغشية المتراكب (PVA- $Al(NO_3)_3$) مع النسبة الوزنية لملاح ($Al(NO_3)_3$)	(7-4)
95	قيم التوصيلية الحرارية لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الالمنيوم) مع النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم	(8-4)
97	قيم درجة الانتقال الزجاجي لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الالمنيوم) مع النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم	(9-4)
99	قيم درجة الانصهار البلورية لأغشية المتراكبات (PVA - أملاح الالمنيوم) مع النسبة الوزنية للأملاح الالمنيوم	(10-4)
102	قيم منحنى (TGA) لأغشية المتراكب (PVA- $AlCl_3$) مع النسبة الوزنية لملاح ($AlCl_3$)	(11-4)
103	قيم منحنى (TGA) لأغشية المتراكب (PVA- $Al(NO_3)_3$) مع النسبة الوزنية لملاح ($Al(NO_3)_3$)	(12-4)

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
4	أنواع المواد المترابكة	(1-1)
10	أنواع تراكيب السلاسل البوليمرية	(2-1)
22	مناطق حافة الامتصاص الاساسية	(1-2)
28	أنواع الانتقالات الالكترونية	(2-2)
30	منطقة طيف (IR) لمجاميع مهمة في البوليمر	(3-2)
32	مخطط اختبار صلادة التحمل لشور	(4-2)
36	منحني (الاجهاد - الانفعال) لمادة بوليمرية	(5-2)
38	مخطط جهاز قياس التوصيلية الحرارية (قرص لي)	(6-2)
43	صورة الميزان الالكتروني الحساس	(1-3)
44	صورة الخلاط المغناطيسي	(2-3)
45	مخطط الابعاد القياسية للعينات	(3-3)
47	مخطط الاختبارات المنجزة	(4-3)
48	صورة جهاز (UV-VIS)	(5-3)
49	مخطط جهاز (UV-VIS)	(6-3)
49	صورة جهاز (FTIR)	(7-3)
50	مخطط جهاز (FTIR)	(8-3)
50	مخطط جهاز اختبار الصلادة	(9-3)
51	صورة جهاز اختبار الشد	(10-3)
52	صورة جهاز قياس التوصيلية الحرارية (قرص لي)	(11-3)
53	صورة جهاز (DSC)	(12-3)
54	مخطط جهاز (DSC)	(13-3)
56	طيف النفاذية كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(1-4)
56	طيف النفاذية كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(2-4)
57	طيف الامتصاصية كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(3-4)
58	طيف الامتصاصية كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(4-4)

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
59	معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(5-4)
59	معامل الامتصاص كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(6-4)
62	فجوة الطاقة للانتقال غير المباشر المسموح لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(7-4)
64	فجوة الطاقة للانتقال غير المباشر المسموح لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(8-4)
68	طاقة أورباخ لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(9-4)
70	طاقة أورباخ لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(10-4)
72	معامل الانكسار كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(11-4)
72	معامل الانكسار كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(12-4)
73	معامل الخمود كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(13-4)
74	معامل الخمود كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(14-4)
75	الجزء الحقيقي لثابت العزل البصري كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(15-4)
75	الجزء الحقيقي لثابت العزل البصري كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(16-4)
76	الجزء الخيالي لثابت العزل البصري كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(17-4)
76	الجزء الخيالي لثابت العزل البصري كدالة للطول الموجي لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(18-4)
79	طيف (FTIR) لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(19-4)
80	طيف (FTIR) لاغشية المترابك (PVA-Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(20-4)
83	الصلادة لاغشية المترابك (PVA-AlCl ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملح (AlCl ₃)	(21-4)

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
84	الصلادة لاغشية المتراكب (PVA- Al(NO ₃) ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (Al(NO ₃) ₃)	(22-4)
86	منحني (الاجهاد - الانفعال) لغشاء (PVA) النقي	(23-4)
87	منحني (الاجهاد - الانفعال) لاغشية المتراكب (PVA-AlCl ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (AlCl ₃)	(24-4)
88	منحني (الاجهاد - الانفعال) لاغشية المتراكب (PVA- Al(NO ₃) ₃) بنسب وزنية مختلفة من ملح (Al(NO ₃) ₃)	(25-4)
90	متانة الشد لاغشية المتراكب (PVA-AlCl ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (AlCl ₃)	(26-4)
91	متانة الشد لاغشية المتراكب (PVA- Al(NO ₃) ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (Al(NO ₃) ₃)	(27-4)
91	الاستطالة حد الكسر لاغشية المتراكب (PVA-AlCl ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (AlCl ₃)	(28-4)
92	الاستطالة حد الكسر لاغشية المتراكب (PVA- Al(NO ₃) ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (Al(NO ₃) ₃)	(29-4)
92	معامل يونك لاغشية المتراكب (PVA-AlCl ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (AlCl ₃)	(30-4)
93	معامل يونك لاغشية المتراكب (PVA- Al(NO ₃) ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (Al(NO ₃) ₃)	(31-4)
94	التوصيلية الحرارية لاغشية المتراكب (PVA-AlCl ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (AlCl ₃)	(32-4)
95	التوصيلية الحرارية لاغشية المتراكب (PVA- Al(NO ₃) ₃) كدالة للنسبة الوزنية لملاح (Al(NO ₃) ₃)	(33-4)
104	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي	(34-4)
105	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (1wt%) من ملح (AlCl ₃)	(35-4)
106	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (3wt%) من ملح (AlCl ₃)	(36-4)
107	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (5wt%) من ملح (AlCl ₃)	(37-4)
108	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (7wt%) من ملح (AlCl ₃)	(38-4)

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
109	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (9wt%) من ملح ($AlCl_3$)	(39-4)
110	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (11wt%) من ملح ($AlCl_3$)	(40-4)
111	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (13wt%) من ملح ($AlCl_3$)	(41-4)
112	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) المدعم بنسبة وزنية (15wt%) من ملح ($AlCl_3$)	(42-2)
113	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (1wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(43-4)
114	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (3wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(44-4)
115	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (5wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(45-4)
116	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (7wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(46-4)
117	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (9wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(47-4)
118	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (11wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(48-4)
119	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (13wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(49-4)
120	مخطط (DSC) الحراري الوزني لغشاء (PVA) النقي والمدعم بنسبة وزنية (15wt%) من ملح ($Al(NO_3)_3$)	(50-4)

الفصل الأول

المقدمة والدراسات السابقة

(1-1) المقدمة

Introduction

إن كثير من التطبيقات التكنولوجية والصناعات الحديثة غير الاعتيادية تحتاج الى مواد لها مزيج من الخواص، إذ أصبحت الحاجة الى مواد بدائل ذات أستعمالات صناعية متعددة ويجب أن تمتاز هذه المواد البدائل بمواصفات وخواص نوعية عالية وذات تكلفة واطئة من الناحية الأقتصادية ولذلك تم أنتاج مواد تعرف بالمواد المتراكبة [1].

وعلى الرغم من أستعمال المواد المتراكبة منذ القدم لكنها أصبحت في الوقت الحاضر من المواد الضرورية جدا في كثير من التطبيقات الصناعية الحديثة، وأحدثت المواد المتراكبة قفزة نوعية ودخلت في حيز الصناعة بشكل يضاهاي المواد الأخرى كالفلزات وسبائكها وذلك بسبب أملاك المواد المتراكبة الخواص الميكانيكية والكهربائية والبصرية العالية التي تلائم العديد من الصناعات [2].

وتعد المواد المتراكبة ذات الأساس البوليمري من المواد الحديثة التي لها دورٌ أساسي في معظم التطبيقات الهندسية والتكنولوجية، إذ أن أستعمال هذه المواد يجب أن يصاحبه أملاكها متانة جيدة واداءً تقنياً عالياً وذلك كي تقاوم الأجهادات الخارجية المؤثرة والظروف الخارجية المؤثرة بها كدرجة الحرارة والضغط والرطوبة وغيرها، ولهذا السبب أزداد توجه العلماء والباحثين المختصين لتحضير مثل هذه المواد ودراستها والتعرف على خواصها تبعاً لخواص المواد الداخلة في تحضيرها وغيرها من العوامل المؤثرة الأخرى [3].

(2-1) المواد المتراكبة

Composite Materials

بالنظر لامتلاك المواد المتراكبة بعض الخواص التي تتناسب مع العديد من التطبيقات الصناعية لهذا أصبحت ذات مكانة مرموقة بين المواد الهندسية المختلفة [4]، وتعرف المواد المتراكبة بأنها تلك الأنظمة الناتجة من اشتراك مادتين أو أكثر، إذ تمثل كل مادة طورا منفصلا في النظام، وذلك للحصول على مواد جديدة مختلفة في خواصها عن خواص المواد الاولية الداخلة في تحضير المادة المتراكبة بحيث تتجاوز الصفات غير المرغوب فيها لتصبح أكثر ملاءمة للتطبيقات الصناعية ويقصد بالصفات المرغوبة للمواد المتراكبة بأنها عبارة عن صفات المكونات الاساسية للمادة المتراكبة التي تعتمد على كل من [5]:

- 1- المادة الأساس (Matrix Material).
- 2- مواد التدعيم (Reinforcement Materials).
- 3- السطح البيئي وقوة التلاصق (Interface and Bonding).

Materix Material

(1-2-1) المادة الأساس

هي إحدى مكونات المادة المترابطة وتمثل الجزء الهيكلي الذي بدوره يحافظ ويحيط بالعناصر التركيبية الداخلة في تشكيل المادة المترابطة وهو يعطي الشكل الاجمالي للمنتج النهائي، ووظيفتها الاساسية هي [6]:

- 1- ربط مادة التدعيم.
- 2- تقوم بنقل الحمل الى مواد التدعيم.
- 3- المحافظة على مواد التدعيم من الاضرار التركيبية والظروف الجوية والاكسدة والتآكل والتغيير في درجات الحرارة.
- 4- تحدد درجة الحرارة الخدمية القصوى للمادة المترابطة.

إن اختيار المادة الأساس يتم على وفق عوامل عدة، أهمها كلفتها وسهولة تصنيعها وتجميعها ومدى توافقها مع مواد التدعيم، وأن تكون ذات خواص فيزيائية جيدة مثل التمدد الحراري ودرجة الانصهار والكثافة والتوصيلية الحرارية والكهربائية [7-9].

Poly Vinyl Alcohol (PVA)

(1-1-2-1) بولي كحول الفاينيل

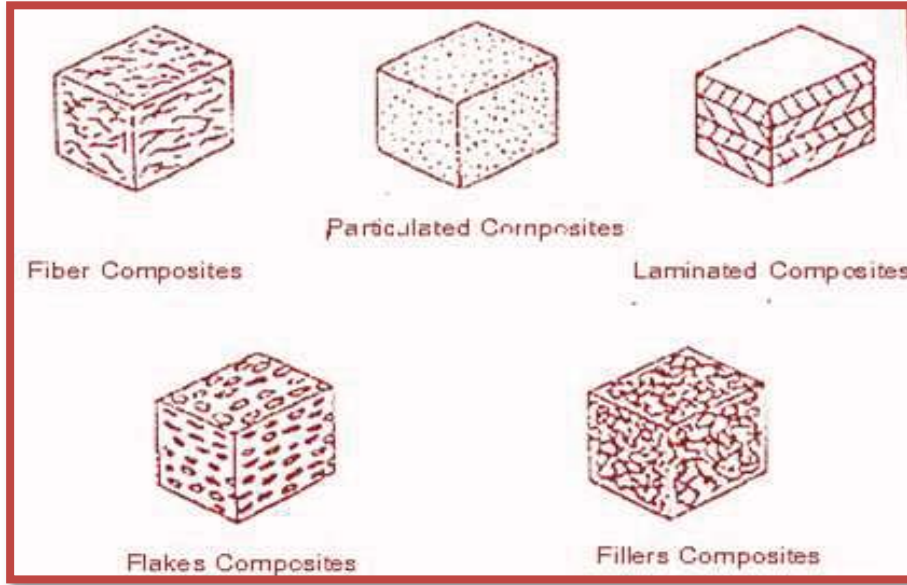
وهو بوليمر صناعي قابل للذوبان في الماء عديم الرائحة، يصنع من خلات الفينيل الاحادية (Vinyl Acetate Monomer) بواسطة اخضاعها بالبلمرة و التحلل الجزئي، وعن طريق اذابته في الماء والسماح للماء بالتبخر يتكون غشاء شفاف ذو لدانة عالية ومقاوم للتمزق، وان ذوبانية البوليمر تعتمد على درجة التحلل الجزئي وقابلية الاصرة الهيدروجينية [10]، ويمكن تقسيم بوليمر (PVA) المتوفر تجاريا الى نوعين هما البولي كحول الفاينيل تام التحلل بالماء (Fully Hydrolyzed (PVA)) والبولي كحول الفاينيل الذي يتحلل بالماء جزئياً (Partially Hydrolyzed (PVA)) وذلك اعتمادا على عدد مجاميع الخلات (Acetate Groups) في العمود الفقري للبوليمر. أن الاستقرار الكيماوية لبوليمر (PVA)

في درجات الحرارة الاعتيادية مع امتلاكه خواص فيزيائية وكيميائية ممتازة أدت الى استعماله في التطبيقات العملية بشكل واسع في الطب ومواد التجميل، الاغذية، الصناعات الصيدلانية والتغليف. ويستعمل بوليمر (PVA) بشكل رئيسي في منتجات الالياف والافلام مثل طلاء الورقية (Paper Coating) [11,12]. ويمتلك أيضا ميزة التصاق عالية و كثافته تتراوح من $(1.19-1.31\text{g/cm}^3)$. وان الكميات الكبيرة من بوليمر (PVA) تكون خطيرة و خصوصا اذا مزجت مع الماء، ويكون غير سام طالما هو غير محروق او ذائب بالنار. ومن مزايا هذا البوليمر المقاومة الميكانيكية العالية [10].

Reinforcement Materials

(2-2-1) مواد التدعيم

أن مصطلح الاضافات أو مواد التدعيم يستخدم لوصف المواد التي تنتشتت طبيعيا في المادة الاساس دون أن تؤثر في التركيب الجزيئي للمادة الاساس [7]. وتعمل مواد التدعيم أيضاً على تقوية المادة الاساس، وقد تكون سيراميكية أو معدنية أو بوليميرية، وتمتاز بكونها ذات مقاومة عالية (High Strenght) ومطيليتها عالية أو واطئة حسب نوع المادة والغرض المستعمل لاجله، وتكون أما بشكل دقائق (Partices) أو ألياف (Fibers) أو حشوات (Fillers) أو قشور (Flakes). وتختلف مصادر مواد التدعيم فمنها ما يأتي من المواد المعدنية الطبيعية أو المواد العضوية وغير العضوية التركيبية [9,5]، والشكل (1-1) يوضح أنواع المواد المترابكة حسب أشكال مواد التدعيم المستعملة في تصنيعها [13].



الشكل (1-1): أنواع المواد المتراكبة [13].

Aluminium

(1-2-2-1) الالمنيوم

يعد عنصر الالمنيوم الثالث من اكثر العناصر وفرة على الارض بعد الاوكسجين والسيلكون ويمتلك خواص فريدة فهو خفيف الوزن وقوي وكذلك مقاوم للتآكل. ويرمز له بالرمز (Al) ويقع في المجموعة الثالثة من الجدول الدوري. وان العدد الذري له (13)، وهو ذو لون فضي او ابيض اعتمادا على نسبة الشوائب، ويمكن تصنيف الالمنيوم الى نوعين هما فائق النقاوة والآخر يسمى الالمنيوم التجاري، حيث يمكن تحويل النوع الثاني الى الاول عن طريق تكرار التنقية حتى تصل النقاوة الى (99.99995%). وكثافة الالمنيوم قليلة تقدر بنحو $(2.7g/cm^3)$ وهو ذو انعكاسية وتوصيلية كهربائية وحرارية عالية [14].

(3-2-1) السطح البيني وقوة التلاصق (الترابط)

Interface and Bonding Force

أن مصطلح (Interface) يعرف على أنه سطح يكوّن منطقة مألوفة ومعروفة إلى حد ما ويشابه هذا السطح في العديد من النواحي للحدود الحبيبية الموجودة في المواد ذات الطور الواحد، أي بمعنى أن المادة الاساس ومواد التدعيم كل على حدة تمثل طوراً بحد ذاته [15]، أن سلوك المادة المتراكبة

هو نتيجة لاتحاد سلوك كل من المادة الاساس ومواد التدعيم والسطح البيني بينهما، لذا من المهم أن نشير الى أهمية منطقة السطح البيني لاي نظام متراكب [2].

تقاس قوة السطح البيني بوساطة اختبارات بسيطة مثل اختبار الانحناء ثلاثي النقط او اختبار اجهاد القص بين الطبقات (ILSS) (Inter Laminar Shear Stress)، أن سلوك السطح البيني يؤثر على كيفية فشل المادة والشغل اللازم لتشققها وتمزقها، والتصاق السطح البيني هو الالتصاق الذي تكون به السطوح البينية عند الاطوار او العناصر محافظة على نفسها بوساطة القوى بين الجزيئات وتشابك السلسلة او كليهما عبر السطح البيني [8]. ويؤدي تركيب وخواص السطح البيني دوراً مهماً في تحديد الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمواد المتراكبة، حيث أن الاجهاد الذي يسلط على المادة الاساس ينتقل عبر السطح البيني الى مواد التدعيم كالالياف والدقائق [16]، ويعتمد السطح البيني على نوع الربط (Bond) بين المادتين، ومن اهم أنواع ربط السطح البيني [17]:

(1-3-2-1) الربط الميكانيكي Mechanical Bonding

يعتمد الربط الميكانيكي على مقدار التشابك لكلا المادتين (مادة الأساس والتدعيم)، فقد تحتوي احدى المادتين على ثقوب او شقوق او نتوءات تتغلغل او تتداخل بالمادة الأخرى، أن خشونة السطح بين المادتين وتأثير الاحتكاك تعدّ من العوامل المهمة التي تؤثر على هذا النوع من الربط وبهذا يكون الربط الميكانيكي ضعيفاً بصورة عامة.

(2-3-2-1) الربط الكيميائي Chemical Bonding

وهو اقوى أنواع الربط للسطح البيني، ولأجل الحصول على سطح بيبي ذو متانة تقارب متانة المواد المتراكبة يتم اللجوء الى هذا النوع من الربط، ومن اهم انواعه هو ربط التفاعل (Reaction Bonding) ويحدث هذا النوع نتيجة انتقال الجزيئات او الذرات من مادة إلى أخرى.

(3-1) تصنيف المواد المتراكبة

Classification of Composite Materials

(1-3-1) تصنيف المتراكبات حسب نوع المادة الأساس

Classification of Composites According to Matrix Material

1- المتراكبات ذات الأساس المعدني (Metal Matrix Composites (MMCs))

تعد المتراكبات المعدنية مواد متراكبة ذات أساس سبائكي أو معدني نقي، إذ أن هذه المتراكبات تدعم بمواد على هيئة (دقائق أو اليف أو شعيرات) وذلك لأجل الحصول على مواد متراكبة ذات خصائص ميكانيكية جيدة ملائمة للتطبيقات المختلفة. والمادة الأساس في هذا النوع عبارة عن مادة فلزية ذات مطيلية (Ductile) وتصنع هذه المواد المتراكبة إما بصهر المادة الأساس ومزجها مع طور التدعيم أو استخدام مسحوق للمادة الأساس ومزجها مع مادة التدعيم وكبسهما معاً في قوالب خاصة أو بالطلاء الكهربائي لمادة التدعيم بواسطة المادة الأساس. إذ تمتاز المواد المتراكبة المعدنية بالكثافة العالية وتحمل حراري عالي ومقاومة عالية ومعامل تمدد حراري واطى ومتانة عالية وموصلية حرارية عالية فضلاً عن استقرارية بالأبعاد، ومن مساوئها أنها ذات كلفة اقتصادية عالية [18,2].

2- المتراكبات ذات الأساس السيراميكي (Ceramic Matrix Composites (CMCs))

المادة الأساس في هذا النوع من المتراكبات عبارة عن مادة سيراميكية، عادة يتم التدعيم فيها باستعمال الحبيبات أو الألياف القصيرة أو مايسمى (Whiskers) مثل الألياف المصنعة من كربيد السيلكون ونتريد البورون. وتمتاز المتراكبات السيراميكية بأن لها القدرة على تحمل درجات الحرارة العالية، الامر الذي مكنها أن تستعمل في تطبيقات تتميز بأنها تتحمل درجات حرارة عالية جداً ولها القابلية على تحمل الاجهادات العالية وكذلك مقاومتها للتأكسد عالية ومتانة عالية أيضاً وذات معامل تمدد حراري واطى [18,2].

3- المتراكبات ذات الأساس البوليمري (Polymers Matrix Composites (PMCs))

تعد المواد المتراكبة ذات الأساس البوليمري واحدة من اكثر أنواع المواد المتراكبة شيوعاً، فقد زاد الاهتمام بهذه المواد بشكل كبير في الآونة الأخيرة وذلك لما تمتاز به هذه البوليمرات من خفة وزن ومتانة عالية، إذ استعملت البوليمرات في هذا النوع من المواد المتراكبة كمادة أساس وتدعم بمختلف الالياف الطبيعية والصناعية مثل اليف الكربون والنايلون وغيرها وتتماز هذه المواد

المتراكبة بأن مقاومتها للصدمة والصلادة عالية، يمكن تشكيلها بأشكال واحجام مختلفة، تقاوم الرطوبة والمواد الكيميائية، عازلة جيدة للحرارة والكهربائية وكلفتها الاقتصادية واطئة لكون كلفة البوليمير واطئة [8].

(1-3-2) تصنيف المتراكبات حسب نوع مادة التدعيم

Classification of Composites According to Reinforcement Material

1- المواد المتراكبة المدعمة بالألياف Fibers Reinforced Composite Materials

إنّ التدعيم بالألياف له دور كبير في تحسين الخواص الميكانيكية بشكل عام وفي زيادة مقاومة الشد بشكل خاص، والسبب يعود إلى أن الألياف تحمل الجزء الأكبر من الحمل الخارجي المسلط بسبب مقاومتها العالية، في حين أن المادة الأساس ستعمل على نقل الإجهاد وإيصاله إلى الألياف [9]، والالياف تتكون من نوعين إما بشكل ألياف طويلة او بشكل ألياف قصيرة ضمن المادة الأساس وترص بالاتجاه نفسه او بشكل عشوائي، وتكمن أهمية التدعيم بالألياف بأنها تزيد من مقاومة الشد ومقاومة الصدمة وتحسن من الخواص الميكانيكية بشكل عام، أن مادة الليف يمكن أن تكون بشكل الياف فلزية مثل اسلاك النحاس والتكستن، او الياف سيراميكية مثل الياف الزجاج وكاربيد السيليكون، او بوليميرية مثل الياف الكاربون [13].

2- المواد المتراكبة المدعمة بالطبقات

Laminates Reinforced Composite Material

مادة التدعيم تتألف من طبقات (Layers) من مواد مختلفة وهي في الأقل ما بين مادتين مختلفتين ترتبط سوية، تتكون المادة المتراكبة الطباقية من أطوار مرتبة على وفق نسق هندسي صمم حسب الهدف منه، إن استخدام هذا النوع من المواد المتراكبة يسمح للمصممين باستعمال افضل الخواص لكل طبقة من أجل الحصول على مادة متراكبة ذات صفات جيدة منها مقاومة البلى (Wear Strength)، الوزن الخفيف (Light Weight)، مقاومة التآكل (Corrosion Strength)، المتانة (Toughness)، الجساءة (Stiffness) والعزل الحراري والصوتي وغيرها من الصفات التي يمكن التحكم بها عن طريق التدعيم بطبقات من مواد متنوعة، حيث يمكن أن تعطي هذه المواد تحسناً واختلافاً كبيراً في الخواص الناتجة مقارنة بخواص أطوارها الداخلية وقد تحتوي الطبقة المنفردة على مكونات الطبقة الأخرى نفسها كما قد تكون مغايرة تماماً [9,19].

3- المواد المترابطة المدعمة بالجسيمات

Particles Reinforced Composite Materials

يوجد صنفان لهذه المترابكات:

True Particles Reinforcing**a- التدعيم بالدقائق الفعلية**

هذا النوع من التدعيم يكون مشابهاً للمواد المترابطة المدعمة بالتشتت، ولكنها تختلف عنها في كون قطر الدقائق فيها اكبر من (1 Micron) والتراكيز الحجمية تتراوح من % (20-40)، التدعيم بالدقائق الفعلية يعتمد على قوة الترابط بين المادة الأساس والدقائق، وان هذه الدقائق يجب ان تكون موزعة بالتجانس داخل المادة الأساس للحصول على مواد مترابطة متجانسة وهي على أنواع وأشكال مختلفة فقد تكون كروية أو قشرية أو أوبرية أو خطية، ويعتمد تحسين خواص المواد المترابطة على خواص الحشوات نفسها، ومن هذه الدقائق الفعلية استخدام دقائق الكربون لتدعيم المطاط وكريات الزجاج (Glass Spheres) التي لها استخدام واسع مع البوليمرات لإنتاج مترابكات اقوى تكون ذات صلابة اعلى من البوليمرات وحدها [20,21].

b- المواد المترابطة المدعمة بالتشتت**Dispersion Reinforced Composite Materials**

هذا النوع من المواد المترابطة يكون ناتجا عن توزيع دقائق مستمرة ذات أحجام صغيرة في المادة الأساس أو عن طريق التشتت، وتعرف بأنها دقائق صغيرة تعمل عند درجات الحرارة العالية على إعاقة حركة الإنخلاءات وهي ذات اقطار بحدود (0.1 Micron)، أن توزيع الدقائق المشتتة في المادة الأساس للمادة المترابطة يكون بشكل عشوائي لذلك تكون مقاومة المادة وخواصها الأخرى متماثلة عادة في جميع الاتجاهات، وتتميز هذه الدقائق باستقرارها الحراري العالي وصلادتها وعدم قابليتها للذوبان مع المادة الأساس وتضاف هذه الدقائق بنسبة وزنية لا تتجاوز (15%) من وزن المادة المترابطة ككل، ومثال على هذه الدقائق هو أكاسيد الفلزات مثل أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) [22].

Polymers

(4-1) البوليمرات

تعرف بأنها مواد عضوية تتركب من جزيئات طويلة تتكون بالتكرار لنوع واحد أو عدة أنواع من وحدات صغيرة تدعى المونومير (Monomer) الذي يمثل الوحدة الأساسية لبناء البوليمر، وتمتاز البوليمرات بخصائص كثيرة منها [23,24]:

- 1- سهولة القولية، اي انها لا تتطلب الى معالجات لاحقة.
- 2- ذات كثافة قليلة ومقاومة نوعية عالية ومقاومة عالية للتآكل جعلها مهمة جدا للتطبيقات التي لا تتطلب مقاومة ميكانيكية عالية جدا.
- 3- قليلة الموصلية الحرارية، ومعامل تمددها الحراري أقل بكثير من المعادن.
- 4- أمتصاص رطوبة واطى وصفات كهربائية جيدة.
- 5- تمتاز بثبات اللون وذات شفافية لذا تستعمل كبديل للزجاج في بعض التطبيقات.

ولكن مع كل هذه المميزات الا أن لها بعض المساوئ في استعمالاتها من أهمها أنها ذات معامل مرونة قليل ومتانة واطئة، تعمل في درجات حرارة واطئة، وأن الأواصر التي تربط بين جزيئات البوليمير هي بشكل عام أواصر تساهمية (Covalent Bonds)، فضلاً عن وجود قوى جزئية داخلية تسمى بقوى فاندرفالز (Vander Waals Force)، ويكون ارتباط جزيئات البوليمير مع بعضها بعضاً مكونة سلسلة، لذلك يمكن تقسيم البوليمرات بالاعتماد على شكل السلاسل الى [7,25]:

1- البوليمرات الخطية (Linear Polymers): الوحدات التركيبية في هذه البوليمرات مرتبطة مع بعضها بشكل خطي متواصل، وقوى الربط بين الأواصر هي قوى ربط فاندرفالز، وتكون هذه البوليمرات ذات قابلية على التبلور أكثر من الأصناف البوليمرية الأخرى وتمتاز بخواصها الميكانيكية المرغوبة مثل: بولي أثيلين والنايلون وبولي كلوريد الفينيل وبولي كحول الفينيل.

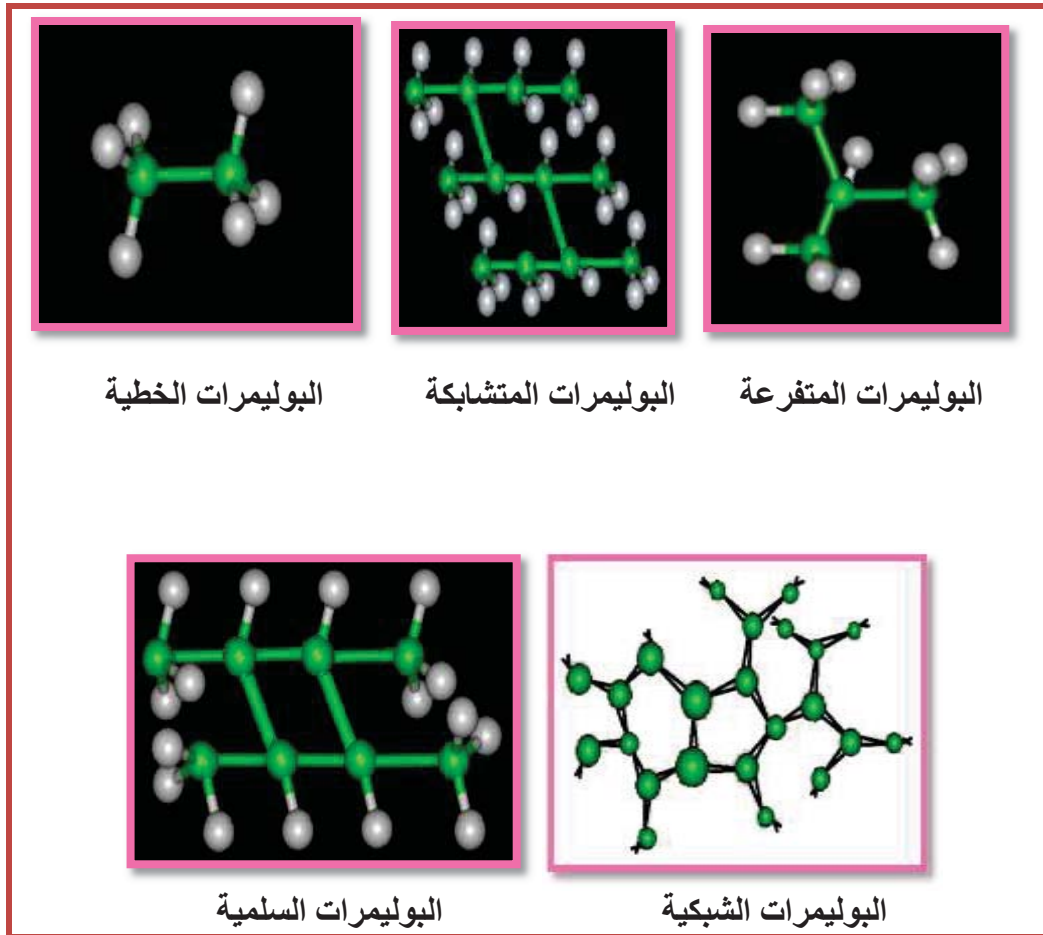
2- البوليمرات المتشابكة (Cross-linked Polymers): قوى الربط التي تربط السلاسل في هذه البوليمرات هي قوى الربط التساهمية، وتتحقق في بعض الاحيان من خلال إضافة ذرات أو جزيئات التي تقوم بدورها بتشكيل الربط التساهمي بين السلاسل، وأن العديد من أنواع المطاط يمتلك هذا التركيب كمثال عليه، وأن لدرجة التشابك تأثير كبير على صفات البوليمر الميكانيكية والفيزيائية فبازدياد درجة التشابك تقل الصفات المطاطية.

3- البوليمرات المتفرعة (Branched Polymers): هي البوليمرات التي تتألف من تفرعات جانبية تتشابه في تركيبها وترتبط مع السلسلة الرئيسية، هذه التفرعات بالامكان حدوثها

في البوليمرات الخطية او اي نوع اخر من البوليمرات، من امثلتها البولي ستايرين والبولي بروبيلين.

4- البوليمرات السلمية (Ladder Polymers): تتألف هذه البوليمرات من سلسلتين اثنتين من البوليمرات الخطية المربوطة بصورة منتظمة وتكون البوليمرات السلمية اقل صلادة من نظيرتها الخطية.

5- البوليمرات الشبكية (Network Polymers): وهي شبكات ثلاثية الابعاد والتي تحتوي على درجة تشابك عالية لتعطي البوليمرات صلادة وقوة مثل اللدائن المتصلدة بالحرارة (Thermosetting Plastic) التي تنحل او تحترق بدلا من انصهارها. وتكون ذات ثلاث مجاميع فعالة (TriFunctional Mers) ومثال عليها: الايبوكسي و الفينول فورمالديهايد [23,24]، الشكل (2-1) يوضح أنواع تراكيب السلاسل البوليمرية [24].



الشكل (2-1): أنواع تراكيب السلاسل البوليمرية [24].

Classification of Polymers

(5-1) تصنيف البوليمرات

تصنف البوليمرات الى تصنيفات عديدة وهي:

Classification Based on Sources

أولاً: بالاعتماد على مصادر البوليمرات

وتشمل [25]:

1- **البوليمرات الطبيعية (Natural Polymers):** تعتبر هذه البوليمرات منتجات طبيعية نباتية او حيوانية ومن الامثلة على ذلك: السليلوز، النشأ، الصمغ العربي، القطن، المطاط الطبيعي، الحرير، الصوف، الشعر، الجلد وغيرها، أن صعوبة الحصول على هذه البوليمرات تعود الى كلفتها العالية ولهذا استخداماتها محدودة.

2- **البوليمرات المصنعة (المحضرة) (Synthetic Polymers):** وهذه تشمل البوليمرات التي يجري تحضيرها من مركبات كيميائية بسيطة وتمثل هذه البوليمرات الاغلبية العظمى من البوليمرات المهمة صناعياً، وتشمل البلاستيكات المختلفة والمطاط الصناعي والالياف الصناعية وغيرها.

3- **البوليمرات الطبيعية المحورة (Modified Natural Polymers):** وتشتمل هذه على بعض البوليمرات الطبيعية التي تجري عليها بعض التحويلات اما بتغيير تركيبها الكيميائي كإدخال مجاميع جديدة من البوليمر، او تغيير تركيب بعض المجاميع الفعالة الموجودة فيه او بتطعيم بوليمر طبيعي على بوليمر صناعي وبالعكس ومن الامثلة على ذلك: خلات السليلوز والقطن المطعم بألياف الاكريلك.

ثانياً: بالاعتماد على ميكانيكية التفاعل (التصنيف الكيميائي للبوليمرات)

Chemical Classification of Polymers Based on the Reaction Mechanism

وتشمل [25]:

1- **بلمرة الاضافة (Addition Polymerization):** وهي بلمرة ذات النمو المتسلسل (Chain Growth)، في هذا النوع من البلمرة ترتبط المونوميرات (Monomers) مع بعضها لتشكيل البوليمر بصورة متعاقبة ولا يكون مصحوبا بنواتج ثانوية، ويمكن تغيير بلمرة الاضافة بوجود مادة حفازة أو عوامل مساعدة [26]. وتكون المونوميرات المستخدمة عادة لتحضير هذه

البوليمرات غير مشبعة (Unsaturated) ويتم الارتباط بين جزيئات المونومير نتيجة لأنتفاخ الأواصر المزدوجة الموجودة فيها اما بشكل جذور حرة او بشكل أيونات.

2- بلمرة التكثيف (Condensation Polymerization): وهي بلمرة ذات النمو الخطوي (Step Growth)، تتكون هذه البوليمرات عن طريق تكثيف المونوميرات الحاوية على مجموعتين فعاليتين (Functional Groups) او أكثر، ويحدث التفاعل على شكل مراحل أو خطوات ويكون التفاعل مصحوبا بنواتج ثانوية [26].

ثالثا: بالاعتماد على التصنيف التكنولوجي للبوليمرات

Classification of Polymers Based on Technological Aspects

وتشمل [25]:

1- البوليمرات المطاوعة للحرارة (Thermoplastics Polymers): وهي بوليمرات ذات سلاسل طويلة بتفرع صغير أو سلاسل خطية (Linear Chains) والتي تتغير صفاتها بتأثير الحرارة فالحرارة تحولها الى منصهرات وعندما تقترب درجة الحرارة من درجة الانتقال الزجاجي (T_g) تصبح مرنة ثم تزداد مرونتها وتتحول الى منصهرات لزجة وعند خفض درجة الحرارة تسترجع حالتها الأصلية، أي امكانية اعادة تدويرها واستخدامها اكثر من مرة مثل بولي اثيلين، بولي ستايرين، بولي بروبيلين والنايلون وغيرها من المواد، وتمتاز بأنها ذات قابلية للتمدد والاستطالة، صلابتها عالية ومقاومتها عالية للاجهادات والكسر.

2- البوليمرات المتصلدة حراريا (Thermoset Polymers): وهي من البوليمرات ذات الارتباط التشابكي، ومعظم هذه المواد تكون بشكل راتنجات سائلة تتحول الى مواد صلبة اكثر هشاشة من البوليمرات المطاوعة للحرارة بالتشابك الكيميائي والتي يمكن الحصول عليها بدرجة حرارة معينة والتخلص من الاجهادات ومن ثم الحصول على افضل النتائج، وتمتاز بالاستقرار الحراري العالي بسبب الربط التشابكي الكثيف بين الجزيئات، وهي غير بلورية وذات درجات انتقال زجاجي عالية، لاتذوب في جميع المذيبات ولكنها تميل الى الانتفاخ في المذيبات القوية وتكون رديئة التوصيل للحرارة والكهربائية [26]، مثل راتنجات البولي استر وراتنجات الايبوكسي.

- 3- البوليمرات المرنة المطاطية (Elastomers Polymers): وهي من البوليمرات ذات السلاسل الجزيئية الخطية ولكن مع وجود تشابك قليل بين السلاسل. وتصنف البوليمرات المطاطية حسب تركيب السلاسل البوليمرية الى وجود ذرة كاربون فقط في العمود الفقري للسلسلة البوليمرية مثل المطاط الطبيعي أو سلاسل بوليمرية بدون وجود ذرات الكاربون في العمود الفقري مثل ذرة الاوكسجين كما في أوكسيد بولي بروبيلين، وتمتلك البوليمرات المرنة صفتين مهمتين هما [27]:
- 1- درجة انتقالها الزجاجي تكون أوطى من درجة حرارة الاستعمال.
 - 2- تكون جزيئات موادها ذات التواء عال جداً.
- 4- الالياف (Fibers): يتميز هذا الصنف من البوليمرات بمواصفات خاصة كالقوة والمتانة وقابليتها على التبلور ويجب ان تكون السلاسل البوليمرية قادرة على الترتيب باتجاه محور الليف لكي تكسبها القوة والمتانة ويجب ان تكون السلاسل البوليمرية خطية وليست متفرعة لكي يمكنها ان تتراصف باتجاه محور الليف. من أهم بوليمرات هذا الصنف هي النايلون (البولي اميدات) والبولي استرات الخطية والاكريك والبولي بروبيلين وغيرها.

Literature Survey

(6-1) الدراسات السابقة

❖ قام (Krkljes et al.) عام (2007) بدراسة وتوليف المترابكات النانوية لـ (Ag-PVA) مع النسب المختلفة للطور غير العضوي، وحضرت المترابكات النانوية لـ (Ag-PVA) بأختزال أيونات الفضة (Ag^+) المائية في محلول (PVA) بواسطة أشعاع كاما. أن مطياف تحويلات فورير للاشعة تحت الحمراء (FTIR) يشير الى أن جسيمات (Ag) النانوية المحشوة تتفاعل مع سلسلة (PVA) عند مجموعة الهيدروكسيل (OH). ويقال الطور البلوري لـ (PVA) مع زيادة تركيز الطور غير العضوي. تم التحقق من الخواص البصرية بواسطة مطياف (UV-VIS) للمحاليل الغروية ولاغشية المترابكات النانوية، وتقل المقاومة الحرارية بزيادة تركيز الطور غير العضوي المرتبط بامتصاصية سلاسل البوليمر لسطح جسيمات (Ag) النانوية والتي كشفت بواسطة المسح التفاضلي التبايني (DSC)، المجهر الالكتروني النافذ (TEM) وحيود الاشعة السينية (XRD)، وأظهرت هذه الدراسة أيضاً أن جسيمات (Ag) النانوية هي مكعبة التركيب البلوري [28].

❖ درسا (Labidi and Djebaili) عام (2008) الية أمتصاص (PVA) على (الكالسايت / الماء) بوجود أوليت الصوديوم (SOI)، حيث حضرت الاغشية بطريقة الصب، وكذلك درس سلوك الامتصاص لـ (PVA) على محلول كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) تحت تأثير (SOI)، حيث

حضرت الاغشية بطريقة الصب أيضاً، التفاعل تحقق بامتصاص كمية من طيف تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء (FTIR)، حيود الاشعة السينية (XRD) وجهد (Zeta)، لوحظ زيادة امتصاصية (PVA) بوجود (SOI) وحصل ذلك بسبب الشد السطحي المعقد للبوليمر وهذا الشد السطحي أثر على تركيب الطبقات الماصة للبوليمر وهذه الحقيقة أثبتت من خلال قياسات الامتصاصية بحساب السمك لطبقات الامتصاص للبوليمر على سطح (CaCO₃) بوجود أو غياب (SOI)، أن التفاعل بين ايونات الاوليت و(PVA) هو تفاعل فيزيائي (بواسطة الاصرة الهيدروجينية) [29].

❖ قام (Al Wash) عام (2010) بدراسة الخواص البصرية لاغشية بولي كحول الفانيل النقية والمدعمة بكبريتات الالمنيوم والمحضرة بطريقة الصب، حيث قاس فجوة الطاقة للانتقال المباشر، إذ تم فحص التغيير في فجوة الطاقة وطاقة التنشيط ضمن مدى الاطوال الموجية (200-700) nm ودرجة حرارة تتغير بمعدل °C (25-140) على التوالي. أن فجوة الطاقة تقل بزيادة تركيز ملح كبريتات الالمنيوم وأن طاقة التنشيط للانتقال المباشر تم حسابها باستخدام طريقة حافات أورباخ، ووجد أنها تزداد بزيادة تركيز ملح كبريتات الالمنيوم وتقل بزيادة درجة الحرارة [30].

❖ درس (Nasar et al.) عام (2010) الخواص الحرارية والميكانيكية والتركيبية للمترابكات البوليميرية ((PVA) مع المواد غير العضوية) المحضرة بطريقة الصب، إذ تم اختيار نظامين من كبريتات الصوديوم وكبريتات الليثيوم بتركيز مختلفة. حيث تم تنقية الاغشية وتجفيفها في درجة حرارة الغرفة، ووجد أن التوصيلية الحرارية لكلا النظامين يعتمد على الطبيعة العالية لتراكيز الاملاح المضافة للمترابكات الصناعية. إذ أن التوصيلية الحرارية لـ (كبريتات الصوديوم-PVA) و (كبريتات الليثيوم-PVA) يقل مع زيادة التراكيز للأملاح المضافة، وايضا حللت المترابكات بواسطة حيود الاشعة السينية (XRD) حيث أوضحت القواعد التركيبية لها. ودرست الخواص الميكانيكية مثل متانة الشد ومعامل يونك وأظهرت النتائج أن متانة الشد تقل مع زيادة التراكيز للأملاح المضافة لكلا النظامين [31].

❖ قاما (Chan and Zhang) عام (2010) بالتحقق من تفاعل الاصرة الهيدروجينية لخليط (PVA/PAA) المحضر بطريقة الصب وتأثير هذا التفاعل على الخواص الفيزيائية الريولوجية لهذا الخليط، حيث أوجدت النتائج أن لزوجة المحلول تزداد مع زيادة تركيز (PAA) واعلى لزوجة يمكن الحصول عليها عندما يكون معدل (PVA/ PAA) عند (30-70)، وتم التحقق من قابلية الخلط

بين جزيئات الاصرة الهيدروجينية لـ (PVA/ PAA) بواسطة المسعر الحراري التبايني (DSC)، تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء (FTIR) والقياسات الميكانيكية. وأظهرت النتائج أن متانة الشد ازدادت من (89.31MPa) الى (119.8 MPa) ومعامل يونك تحسن فوق (300%) مع زيادة تركيز (PAA) مقارنة مع أغشية (PVA) النقية [32].

❖ درسا (Abdullah and Hussien) عام (2011) الخواص البصرية لاغشية (PVA) المدعمة بيوريد الصوديوم بتراكيز مختلفة والمحضرة بطريقة الصب، وأجريت قياسات الامتصاص البصري لجميع العينات في درجة حرارة الغرفة وضمن مدى الاطوال الموجية (190-1100) nm. وقد شملت الدراسة التغيرات في المعاملات البصرية وبما في ذلك عرض الذيل للحزمة وفجوة الطاقة لكافة العينات. ولقد وجد أن الامتصاص البصري ناتج عن الانتقالات المباشرة وغير المباشرة، وان قيمة فجوة الطاقة تتغير الى الحدود الدنيا مع زيادة تركيز يوريد الصوديوم ولكافة الانتقالات. وقد تمت دراسة طيف الامتصاص بعد تليدين العينات بدرجة حرارة (80°C) ولمدة ثلاثة ساعات. إضافة على ذلك أظهرت الدراسة أن معامل الانكسار المعقد يعتمد على تركيز التدعيم [33].

❖ قام (Rabee et al.) عام (2012) بتحضير ودراسة الخواص البصرية للمترابك (PVA- AlCl₃ . 6H₂O) المحضر بطريقة الصب، إذ تم دراسة تأثير إضافة (AlCl₃ . 6H₂O) على الخواص البصرية لمطول (PVA) بنسب وزنية (0,4,6,8) wt%، واطهرت النتائج بأن الامتصاصية تزداد بزيادة تركيز (AlCl₃ . 6H₂O) وكذلك يزداد كلا من معامل الانكسار، ثابت العزل البصري بجزئه الحقيقي، زاوية بروستر ومعامل الخمود بزيادة النسبة الوزنية لـ (AlCl₃ . 6H₂O) [34].

❖ حضر (Chopra et al.) عام (2013) أغشية لخلائط (Starch / PVA) مع إضافة جزيئات السليكا (SiO₂) النانوية، حيث حضرت الاغشية بطريقة الصب و بنسبة (60% Starch : 40% PVA) مع تراكيز مختلفة من جزيئات (SiO₂) النانوية لتحسين خواص الخليط. أكدت تحليلات المجهر الالكتروني النافذ (TEM) أن جزيئات (SiO₂) النانوية تكون بشكل كروي وتقع ضمن المدى (3.2nm - 3.8nm)، تم دراسة الخواص الميكانيكية للاغشية (مقاومة الشد ونسبة الاستطالة حد الكسر)، وكانت مقاومة الشد لاغشية (PVA) (14.28MPa) أعلى من أغشية الخلائط وعند إضافة جزيئات (SiO₂) النانوية الى خلائط (Starch / PVA) زادت قوة الشد للخليط مع الزيادة في محتوى جزيئات (SiO₂) النانوية، وكانت قوة شد أغشية الخلائط التي تحتوي على جزيئات (SiO₂) النانوية عند تركيز (2wt%) هي (10.456 MPa) ولكن تبقى هذه القيمة

أقل من قيمة قوة الشد لاغشية (PVA)، وأظهرت النتائج أيضا تناقصا في الاستطالة حد الكسر مع زيادة في محتوى جزيئات (SiO₂) النانوية وكانت الاستطالة حد الكسر (110%) لخليط (Starch / PVA) [35].

❖ قام (Sirait et al.) عام (2014) بدراسة الخواص الميكانيكية والحرارية لمتراكب نانوي (جسيمات نانوية من (ZnS) و(PVA))، حيث تم تحضير المتراكب بطريقة (Sol-gel)، حيث تم إذابة كلا من الجسيمات النانوية (ZnS) و(PVA) مع الماء المقطر وخطهما على الخلاط المغناطيسي بسرعة زاوية (500 rpm) ومعدل درجة حرارة (80°C)، المحلول تشكل بشكل جل (هلام) وتم وضعه في قوالب وتبريده طبيعيا، واخذت نسب خلط مختلفة لمتراكب (PVA:ZnS) وهي (100:0)%، (99:1)%، (98:2)% و(97:3)%، وأظهرت النتائج للاختبارات الميكانيكية أن اقصى معدل لمتانة الشد هو (34.390) MPa والذي تم الحصول عليه عند نسبة خلط للمتراكب (100:0)% وأقصى معدل للاستطالة حد الكسر هو (430.81%) والذي تم الحصول عليه عند نسبة خلط للمتراكب (99:1)% واقصى قيمة لمعامل المرونة للمتراكب هي (190.73) MPa عند نسبة خلط (98:2)%، وأظهرت نتائج اختبار المسعر الحراري التبايني (DSC) ان اقصى درجة انصهار تم الحصول عليها للمتراكب النانوي (PVA:ZnS) هي عند نسبة خلط (97:3)% وكانت درجة الحرارة عند (224.39 °C) [36].

❖ درس (Pu-you et al.) عام (2014) خواص (PVA) المملدن بواسطة الغليسرين، حيث حضرت الاغشية بواسطة طريقة الصب باستخدام مملدن الغليسرين، وحلل التفاعل بين (PVA) والغليسرين بواسطة مطياف تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء (FTIR)، التحليل الحراري الوزني (TGA) والمسح التفاضلي التبايني (DSC)، أن الخواص الحرارية والخواص الميكانيكية لـ (PVA) و(PVA) المملدن بالغليسرين درست على التوالي. ووجد أن معدل درجة الانتقال الزجاجي ودرجة التحلل الحراري لـ (PVA) المملدن أقل من (PVA)، وان (PVA) المملدن أقل متانة وأعلى أستطالة حد الكسر وأعلى قابلية ذوبانية [37].

❖ قام (Luo et al.) عام (2015) بدراسة تأثير نترات الالمنيوم (Al(NO₃)₃.9 H₂O) على الخواص البلورية والحرارية والميكانيكية لاغشية (PVA) المحضرة بطريقة الصب، وأن التفاعل بين (Al(NO₃)₃.9 H₂O) و (PVA) تم فحصه بواسطة مطياف تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء (FTIR) وأن تأثير (Al(NO₃)₃.9 H₂O) على الخواص البلورية والحرارية

والميكانيكية لـ (PVA) درست بواسطة حيود الاشعة السينية (XRD)، المسعر الحراري التبايني (DSC)، التحليل الحراري الوزني (TGA) وأختبار الشد على التوالي. وتشير النتائج الى أن $(Al(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O)$ تستطيع ان تتفاعل مع مجموعة الهيدروكسيل لسلسلة (PVA). من خلال حيود الاشعة السينية (XRD) درست بلورية (PVA) ووجد أنها تتحطم بواسطة $(Al(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O)$ ، وأظهرت دراسة ان المسعر الحراري التبايني (DSC) أن $(Al(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O)$ تستطيع أن تزيد من مرونة سلاسل (PVA) وتقلل درجة الانتقال الزجاجي (T_g) لـ (PVA). أما أختبار الشد أظهر انه بعد إضافة $(Al(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O)$ فإن متانة الشد لاغشية (PVA) تقل مع زيادة بالاستطالة حد الكسر، واطهرت جميع النتائج أن $(Al(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O)$ أظهرت كفاءة عالية على أغشية (PVA) بعد التلدين [38].

❖ درس (Ravindra et al.) عام (2015) الخواص الحرارية والشد لـ (PVA/PVP/Vanillin) المحضر بأستخدام طريقة الصب، وكان الهدف من دراسة الخواص الميكانيكية والحرارية هو التحقق من ارتباط أغشية الخلانط (PVA/PVP/Vanillin) مع معدل أوزان مختلفة. وأظهرت النتائج للخواص الميكانيكية والحرارية أنه بأضافة (Vanillin) أثر بشكل كبير على أغشية (PVA)، حيث أدى الى تقليل كلا من متانة الشد ومعامل يونك، إذ أن متانة الشد لاغشية الخلانط قلت بالمقارنة مع أغشية (PVA) النقية. أما النتائج الحرارية فأنها تشير الى أن جميع مكونات الخليط قابلة للاختلاط وأن درجة الانتقال الزجاجي (T_g) تستقر عند ($185^\circ C$) [39].

❖ درسا (Hameed and Gazi) عام (2016) تأثير إضافة (SiO_2) على خواص الالتصاق لـ (PVA)، حضرت النماذج بشكل الواح وبأستخدام طريقة الصب. أظهرت الخواص الميكانيكية زيادة في متانة الشد لمنطقة الالتصاق بأضافة (SiO_2) الى (PVA) من (34MPa) الى (68MPa). بينت قوة اللصق بأن خواص الربط تعتمد على خواص اللصق لـ (PVA) أو (SiO_2/PVA) بمختلف التراكيز (1.5, 2.5, 3.5, 4.5 wt%)، متانة اللصق لمادة اللصق، تصميم نقطة الربط، نوع المواد المراد لصقها (المطاط الاسفنجي، الجلد الطبيعي، المطاط المفلكن، الكارتون). أظهرت النتائج أن متانة الشد تزداد بزيادة نسبة (SiO_2)، لذا يمكن أستخدامها كمواد لاصقة. بينت نتائج قوة القص زيادة في متانة القص بأزدياد نسبة (SiO_2) بالنسبة للمطاط الاسفنجي (SR) والكارتون (Cartoon) في حين هناك زيادة في قوة القص بأزدياد نسبة (SiO_2) الى حد

(2.5%) بالنسبة للجلد الطبيعي والمطاط المفلكن (VR) ومن ثم تقل. من خلال نتائج البحث يمكن التوصية بإمكانية استخدام (SiO_2) كمادة لاصقة واعدة وأكثر مناسبة للمطاط الاسفنجي والكارتون [40].

❖ قام (Puyou et al.) عام (2016) بدراسة الية التلدين وتأثير كلوريد الالمنيوم ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) والجليسرين على أغشية (PVA) المحضرة بطريقة الصب، حيث تم تحضير نوعين من الملدنات المعقدة هما الجليسرين/ $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ و بولي الجليسرين/ $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. أن المورفولوجيا المجهرية لاغشية (PVA) النقية وأغشية (PVA) الملدنة بالملدنات المعقدة تم ملاحظتها بواسطة المجهر الالكتروني الماسح (SEM). ان التفاعل بين الملدنات المعقدة وجزئيات (PVA) تم التحقق منها بواسطة مطياف تحويل فورير للاشعة تحت الحمراء (FTIR) وان تأثير الملدنات المعقدة على الخواص البلورية والحرارية والميكانيكية لاغشية (PVA) تم دراستها بواسطة حيود الاشعة السينية (XRD)، المسعر الحراري التبايني (DSC)، التحليل الحراري الوزني (TGA) وأختبار الشد على التوالي. وأظهرت النتائج ان كلا من الملدنات المعقدة الجليسرين/ $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ و بولي الجليسرين/ $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ تستطيع أن تتفاعل مع جزئيات (PVA) ومن ثم تدمر بلورية (PVA) بشكل فعال. وكذلك تصبح أغشية (PVA) الملدنة بالملدنات المعقدة أكثر ليونة ومطيلية مع أقل متانة شد وأعلى استطالة لحد الكسر مقارنة باغشية (PVA) النقية [41].

❖ درس (Salman et al.) عام (2016) تحضير ودراسة بعض الخواص البصرية لأغشية المتراكبات (FeCl_3 - PVA)، حيث حضرت الأغشية بطريقة الصب وبتراكيز مختلفة من (FeCl_3) ((1,3,5,7 and 9) wt%)، تم دراسة الخواص البصرية لأغشية (PVA) النقية والمشوبة بكلوريد الحديد (FeCl_3)، تم تسجيل طيفا النفاذية والامتصاصية ضمن طول موجي (250-1100) nm، حيث أظهرت النتائج البصرية لأغشية المتراكبات (FeCl_3 - PVA) أن النفاذية تقل مع زيادة تراكيز التشويب بينما الامتصاصية تزداد بزيادة تراكيز التشويب، ووجد أن معامل الامتصاص، معامل الأنكسار، معامل الخمود والجزأين الحقيقي والخيالي لثابت العزل تزداد جميعها مع زيادة تراكيز التشويب، كذلك أظهرت النتائج ان الأنتقالات الالكترونية هي أنتقال الكتروني غير مباشر مسموح، فجوة الطاقة (E_g) و طاقة اورياخ (E_u) نقل مع زيادة تراكيز التشويب [42].

❖ درست (Jalal et al.) عام (2017) تأثير كلوريد الليثيوم (LiCl) المضاف لاغشية (PVA) على التوصيلية الكهربائية، حيث حضرت الاغشية بطريقة الصب وبنسب مختلفة من (LiCl)

الكهربائية، أن تأثير إضافة (LiCl) على الاواصر الكيميائية لأغشية (PVA) أتضح بواسطة تحويل فوريرر للاشعة تحت الحمراء (FTIR)، ودرست التوصيلية الكهربائية (D.C) ضمن مدى درجات الحرارة (273-373) K. واطهرت النتائج أن التوصيلية الكهربائية زادت مع زيادة تركيز (LiCl) ودرجة الحرارة، ووجد أن زيادة تركيز (LiCl) قللت من تنشيط الطاقات لأغشية (PVA) [43].

❖ قام (Cheng-an et al.) عام (2017) بدراسة الخواص الميكانيكية لأغشية متراكب (PVA) مع أوكسيد الكرافين (GO) والمحضرة بطريقة الصب، أن من أهم فوائد (GO) هو استخدامه كمقوي ميكانيكي في تحضير غشاء متراكب (PVA)، كذلك يعتبر معيار لمدى قوة تأثير تركيز (GO) على خواص أجهاد الشد واجهاد الفشل لأغشية متراكب (PVA / GO). وأظهرت النتائج أن زيادة تركيز (GO) تصبح متانة الشد لأغشية المتراكب كبيرة بشكل ملحوظ في البداية وبعدها تبدأ بالتناقص تدريجياً، عندما تكون نسبة (GO) (20%) فالغشاء يمتلك أعظم أجهاد شد (59.6 MPa) وهو أكبر (500%) من أجهاد الشد للغشاء (PVA) النقي. أجهاد الفشل لـ (PVA / GO) يتناقص بصورة رئيسية عندما تزداد كمية (GO)، التحسين الميكانيكي لهذا المتراكب يظهر من خلال الاواصر المتعددة للهيدروجين بين مجموعة الهيدروكسيل (-OH) لـ (PVA) ومحتوى الاوكسجين في مجموعة (GO) [44].

Aim of Study

(7-1) الهدف من الدراسة

تهدف الدراسة الحالية الى:

1- تحضير أغشية من بوليمر بولي كحول الفانيل (PVA) النقية والمدعمة بأملاح الالمنيوم $(AlCl_3 \cdot 6H_2O, Al(NO_3)_3 \cdot 9 H_2O)$ بطريقة الصب وبنسب وزنية مختلفة $((0,1,3,5,7,9,11,13,15) wt\%)$.

2- دراسة بعض الخواص البصرية، الميكانيكية والحرارية لأغشية بوليمر (PVA) النقية والمدعمة بأملاح الالمنيوم.