دراسة تأثير إضافة غضار أبيض طبيعي ومعدل في خواص العزل والكتامة لأفلام البولي فينيل كلورايد

ا.د.يوسف جوهر[1] ا.د.عماد الحداد[2] د.مصطفى البيش[3] م.أحلام حبيب[4]

الملخص:

يتناول هذا العمل معالجة سطح غضار سوري طبيعي أبيض بأملاح الأمونيوم الألكيلية الرباعية، لتحويله من سطح محب للماء الى سطح كاره للماء للحصول على الغضار السوري الأبيض المعدل، ثم تم تحضير أفلام بوليميرية من بوليمير البولي فينيل كلورايد PVC وغضار سوري طبيعي أبيض ومعدل، حيث تم اضافة الغضار بالنسب الوزنية (0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%) إلى البوليمير.

تم تحضير الأفلام البوليميرية بالمزج الجيد بين بوليمير PVC والغضار بتقنية المزج في محلول باستخدام الهكسانول كمذيب، وباستخدام التحريك المغناطيسي عند درجة حرارة 150C°.

دُرست خواص امتصاصية الماء وهجرة المكونات والثباتية الحرارية للأفلام البوليميرية الناتجة. إن الغاية الرئيسية من هذا العمل معرفة تأثير اضافة الغضار الطبيعي والمعدل في خواص العزل والكتامة للأفلام البوليميرية الناتجة، للحصول على PVC محسن يمكن استخدامه في التعبئة والتغليف.

كلمات مفتاحية: بولي فينيل كلورايد، غضار معدل، الرطوبة، امتصاص الماء، الهجرة، الثباتية الحرارية.

1-د.يوسف جوهر- أستاذ في قسم الهندسة الكيميائية- كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث - حمص - سوريا.

2- د.عماد الحداد - أستاذ في كلية الصيدلية - جامعة البعث - حمص - سوريا.

3- د. مصطفى البيش - كلية الصيدلية - جامعة الأندلس الخاصة للعلوم الطبية- طرطوس - سوريا

4- م.أحلام حبيب - طالبة دكتوراة في قسم الهندسة الكيميائية - كلية الهندسة الكيميائية والبترولية - جامعة البعث - حمص - سوريا.

Study the addition effect of natural and modified white clay in the properties of insulation and accumulation of polyvinyl chloride films

Dr.Yosef Joher[1] Dr.Emad Al Haddad[2] Dr.Mustafa Beesh[3]

En.Ahlam Habib[4]

Abstract

This work deals with treating the surface of white natural Syrian clay with quaternary alkyl ammonium salts, to convert it from a hydrophilic surface to a hydrophobic surface and obtaining the modified white Syrian clay, then preparing polymeric films from PVC polymer and white and modified natural Syrian clay, where the clay was added By weight ratios (0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%) to the polymer.

The polymeric films were prepared by mixing PVC polymer and clay using the mixing in a solution technique. The mixture was stirred at 150C^{o} in presence of hexanol as solvent.

The moisture, water absorbency, component migration and thermal stability properties of the resulting polymeric films were studied. The main objective of this work is to know the effect of adding natural and modified clay on the insulating and impermeability properties of the resulting polymeric films, to obtain an improved PVC that can be used in packaging.

Keywords: PVC, modified clay, moisture water absorption, migration, thermal stability.

1- Department of chemical Engineering, Faculty of Chemical and petroleum Engineering, Al Baath University Homs, Syria.

2- Faculty of pharmacy, Al Baath University Homs, Syria.

3-Faculty of pharmacy, Al Andalus University, Tartous, Syria.

4- Department of chemical Engineering, Faculty of Chemical and petroleum Engineering, Al Baath University Homs, Syria.

1- المقدمة:

تعد المواد المركبة من أهم فئات المواد المتقدمة التي بزغ فجرها مع نهاية القرن المنصرم نتيجة لتزواج العقل البشري بامكاناته الخلاقة مع التقنيات الحديثة في مجال إنتاج مواد هندسية جديدة بخواص مثالية كالعزل الجيد والمقاومة العالية والثباتية الحرارية والخصائص الميكانيكية الجيدة وقابلة للتطبيق في مجالات كثيرة ومتنوعة في الصناعة[1].

أضافت تكنولوجيا المواد البوليميرية المركبة بعداً مهما في انتاج فئة حديثة من المواد تعرف باسم المواد البوليميرية المركبة، وذلك من خلال إنتاج حبيبات صغيرة يتم توظيفها كمواد داعمة ومقوية، تعرف باسم المواد الداعمة والمقوية لمادة الاساس البوليميرية، وأثبتت تلك الجسيمات قدرة فائقة على تحسين خواص مادة الاساس وزيادة مقاومتها وصلابتها وكتامتها، وهذه الحبيبات كالغضار وألياف الكربون[2]. ويعني مصطلح المواد المركبة أن المادة بصورة أساسية مكونة من مادتين أو أكثر، تحتفظ كل مادة بخصائصها الفريدة، ومع اجتماع المادتين تنتج خواص جديدة غير موجودة في المادة لوحدها، ولكنها نتجت من اجتماع خواص المادتين معا[3].

يتم انتاج المواد المركبة بإضافة نسب وزنية من مادة، تعرف بالمواد الداعمة كالغضار، إلى مادة الأساس المعروفة باسم مادة القالب كالبوليمير، ويتم دمج وخلط المواد الداعمة مع مادة القالب بشكل جيد، بحيث يضمن الحصول على مادة مركبة متجانسة تتوزع بداخلها حبيبات المواد الداعمة مع مادة القالب بشكل جيد يحقق الحصول على مادة مركبة جديدة متجانسة تتوزع بداخلها حبيبات المواد الداعمة توزيعاً مثالياً[4].

تعتبر المواد البوليميرية من المواد التي تتناسب مع كافة التطبيقات الصناعية وبخاصة الصناعة الطبية والدوائية والغذائية، بسبب خواصها الواسعة والمتنوعة، حيث تم استخدام البوليميرات لأول مرة في التطبيقات الطبية عام 1960 حيث استخدمت بوليميرات هيدروكسي ايتيل ميتا اكريليت في تصنيع العدسات اللاصقة الرقيقة، كما استخدمت كنواقل تقوم بتوزيع الادوية في كافة أماكن المعالجة الموضعية[6,5]. ويعتبر علم وهندسة البوليميرات ذو أهمية استراتيجية كبيرة، وذلك لإمكانية استخدامها في مجالات متنوعة

أهمها كخيوط جراحية، أو كحشوات للأسنان، أو في التعبئة والتغليف في مجال الصناعات الدوائية والغذائية.....الخ[7].

قام رجاكيومر وآخرون بعام 2011 في الهند بتحضير بولمير مشترك من البولي ايتلين ترفتالات والبولي بيوتلين ترفتالات، ثم قاموا بدمج نوعين من المونتموريلونيت في المزيج البولميري والنتيجة تحسن في الخصائص الموروفولوجية والحرارية والميكانيكية للمزيج[8]. كما قام كاسبا وآخرون بعام 2013 في هنغاريا باختيار مجموعة من البولميرات المختلفة ثم قاموا بتضمين هذه البوليميرات مادة الزيوليت لتحضير مادة تغليف بخصائص جيدة. وحسب هذه الدراسة كان امتصاص الماء بطي جدا في PVC و HDPE وسريع جدا في PC [9]. وقام سادجيت وغمامي عام 2014 بتحضير مركبات من البولي فنيل كلورايد والمونتموريلونيت، بعملية المزج بالصهر وبنسب مختلفة من المكونات، وبينت نتائج التحاليل أن المركبات الجديدة PVC/OMMT تملك خصائص ميكانيكية وحرارية وفيزيائية معززة وأفضل من PVC الأساسي[10]. كما قام العديد من الباحثين بدراسة تأثير دمج حبيبات كربونات الكالسيوم على الخصائص الميكانيكية لبوليمير البولي فنيل كلورايد[15,14,13,12,11]. ويعتبر البولي فنيل كلورايد من أهم البوليميرات المستخدمة في التطبيقات الصناعية المتنوعة، نظرا لخواصه المميزة والفريدة[17,16,11].

ركز الباحثون في الدراسات المرجعية السابقة الخاصة بالمواد المركبة البوليميرية، على إضافة غضار من نوع المونتموريلونيت الحاوي كمية كبيرة من السيلكا أو حبيبات مادة كربونات الكالسيوم إلى البوليميرات كالبولي بروبلين أو البولي ايتلين أو الراتنجات أو ايبوكسي بولي فنيل كلورايد، ثم قاموا بدراسة خصائص المواد البوليميرية المركبة الناتجة، بينما في هذا البحث كان التركيز على إضافة غضار وطني يحتوي كمية كبيرة من كربونات الكالسيوم إلى بوليمير البولي فنيل كلورايد، ودراسة تأثير إضافة الغضار على

خواص العزل والكتامة للرطوبة وامتصاصية الماء وهجرة المكونات والثباتية الحرارية للمواد البوليميرية الناتجة.

2- هدف البحث:

- معالجة سطح الغضار السوري الطبيعي الأبيض لتحويله من محب للماء(هيدروفيلي) إلى كاره للماء(هيدروفوبي).

- تحضير أفلام بوليميرية من البولي فينيل كلورايد PVC و الغضار الأبيض الطبيعي والمعدل.

-دراسة تأثير إضافة الغضار بنوعيه على خصائص الأفلام البوليميرية الناتجة.

3- الجزء العملي:

أولاً: المواد المستخدمة:

1- بوليمير PVC: يبين الجدول التالي مواصفات PVC المستخدم في التجارب.

الجدول (1) مواصفات البولي فنيل كلورايد

مواصفات البولي فينيل كلورايد	
الكثافة	1.4 g/cm^3
الوزن الجزيئي	30000-40000 g/mol
المظهر	أبيض مصفر
قيمة-K	42±1
اللزوجة (20% in MEK)	28±5 mpa.s

2- الغضار السوري:

جرى العمل على نوع من الغضار السوري الطبيعي، حيث بعد التحليل تبين أن هذا الغضار يتميز بلونه الأبيض واحتوائه على كمية كبيرة من كربونات الكالسيوم، غُسلت التربة الغضارية وجففت وطحنت إلى أن بلغت درجة النعومة للحبيبات 75 ميكروميتر. حللت التربة للحصول على التركيب الكيميائي للغضار، ثم تم معالجة سطح الغضار بأملاح الامونيوم الألكيلية الرباعية لتحويل طبيعة السطح الكيميائية من محب للماء الى

كاره للماء، للحصول على الغضار السوري المعدل. حيث تم تحليل الغضار بجهاز XRF: OXFORD Instruments Analytical X-RAY Type

الجدول (2): نتائج تحليل التربة الغضارية بجهاز XRF

اللون	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SiO_2	SO_3	$CaCO_3$
أبيض	%3.45	%3.18	%44.99	%1.08	%0.20	%0.30	%12.46	%0.00	%78.41

-تم معالجة سطح الغضار السوري الطبيعي الأبيض بمادة أملاح الأمونيوم الألكيلية الرباعية لتحويل سطح الغضار من محب للماء الى كاره للماء وذلك للحصول على غضار أبيض معدل حسب الطريقة التالية: يضاف 20 غرام من الغضار إلى 500 مل ماء مقطر مع التحريك لمدة ساعتين باستخدام محرك مغناطيسي عند الدرجة 80 درجة مئوية للحصول على معلق متجانس. ثم يذاب 9.20 غرام من مادة أملاح الأمونيوم الألكيلية الرباعية في 500 مل ماء مقطر وتضاف الى معلق الغضار مع التحريك لمدة 24 ساعة باستخدام التحريك المغناطيسي عند درجة حرارة الغرفة. يرشح المزيج ويغسل الراسب بالماء المقطر عدة مرات حتى يتم التخلص من الرغوة تماما، ثم يجفف الصلب في الفرن عند الدرجة 70 درجة مئوية لمدة ساعتين[9].

3- الملدن: الغليسرين الطبي

4- المثبت: أوكسيد الزنك

5- أملاح الأمونيوم الالكيلية الرباعية: N,N-Dimethyl-n-octadecyl amine

ثانياً: طرق تحضير الأفلام البوليميرية:

وفقا للدراسات المرجعية إن أهم الطرق لتحضير الأفلام البوليميرية المطلوبة هي إما طريقة المزج بالصهر (Melt mixing) أو طريقة المزج بالمحلول (Solution mixing)[12,11,10].

حضرت العينات بطريقة المزج بالمحلول (Solution mixing)، حيث تعتمد هذه الطريقة على اختيار مذيب خامل مناسب لإذابة البوليمير، هو الهكسانول، تم وضع

المكونات (البوليمير، الغضار، الغليسرين، أوكسيد الزنك، الهكسانول) بحسب النسب المذكورة لاحقا في بيشر ومزجها باستخدام محرك مغناطيسي على سخانة كهربائية، ثم تم تجفيف الأفلام في مجفف عند الدرجة 60 لمدة 8ساعات ثم تركت في درجة حرارة الغرفة حتى تجف تماما، تم وزن الأفلام الناتجة، تحضيرا للاختبارات اللاحقة، وكانت سماكة الأفلام الناتجة حوالي 0.30mm.

ثالثاً: الاختبارات:

1- قياس الرطوبة (Moisture):

وزنت الأفلام البوليميرية المحضرة في هذا العمل للحصول على الوزن الأولي لها (First weight)، ثم وضعت في مجفف عند درجة الحرارة 105C° حتى ثبات الوزن للحصول على الوزن بعد التجفيف (Second weight) لها، ومن هذه القيم تم تحديد نسبة الرطوبة حسب العلاقة التالية:

$$\text{Moisture}(\%) = (\text{First weight} - \text{Second weight}) / (\text{First weight})$$

هذه الطريقة مطبقة حسب المواصفة القياسية السورية المتبعة في مخابر وزارة الصناعة لقياس كمية الرطوبة للمواد البوليميرية والبلاستيك.

2- اختبار الهجرة (Migration study):

تم وزن الأفلام للحصول على الوزن الأصلي لها (Original weight)، ثم وضعت في عبوة زجاجية وأضيف اليها 100ml ماء مقطر وأغلقت العبوة باحكام لمدة ستة أسابيع في درجة حرارة المخبر 25 درجة مئوية، ثم تم وضعها في مجففات حاوية على كبريتات الكالسيوم لمدة أسبوع، للحصول على وزنها الجاف (Dry weight)، ومن هذه القيم تم الحصول على الفاقد بالوزن حسب المعادلة التالية[19]:

$$\text{Weight Loss}(\%) = (\text{Original weight} - \text{Dry weight}) / (\text{Original weight})$$

3- اختبار امتصاص الماء:

تم اجراء هذا الاختبار بطريقتين، في الطريقة الأولى: وضعت الأفلام في عبوة زجاجية وغمرت بالماء المقطر وأغلقت العبوة بإحكام لمدة ستة أسابيع في درجة حرارة المخبر 25

درجة مئوية، نزعت الأفلام من الماء ووزنت للحصول على الوزن الرطب (Wet weight)، ثم تم وضعها في مجففات حاوية على كبريتات الكالسيوم لمدة أسبوع, للحصول على وزنها الجاف (Dry weight)، تم تحديد قيم امتصاص الماء حسب العلاقة التالية:[21,20]

Water absorption (%)=(Wet weight – Dry weight) / Dry weight

الطريقة الثانية: وضعت الأفلام في حمام مائي عند الدرجة 95C لمدة 24 ساعة، ثم وزنت الأفلام بعد نزعها من الماء للحصول على الوزن الرطب (Wet weight)، ثم تم وضعها في مجفف عند الدرجة 105C° لمدة 3 ساعات للحصول على الوزن الجاف (Dry weight)، (هذه الطريقة مطبقة حسب المواصفة القياسية السورية المتبعة في مخابر وزارة الصناعة لقياس كمية الرطوبة للمواد البوليميرية والبلاستيك) تم تحديد قيم امتصاص الماء حسب العلاقة التالية:

Water absorption (%)=(Wet weight – Dry weight) / Dry weight

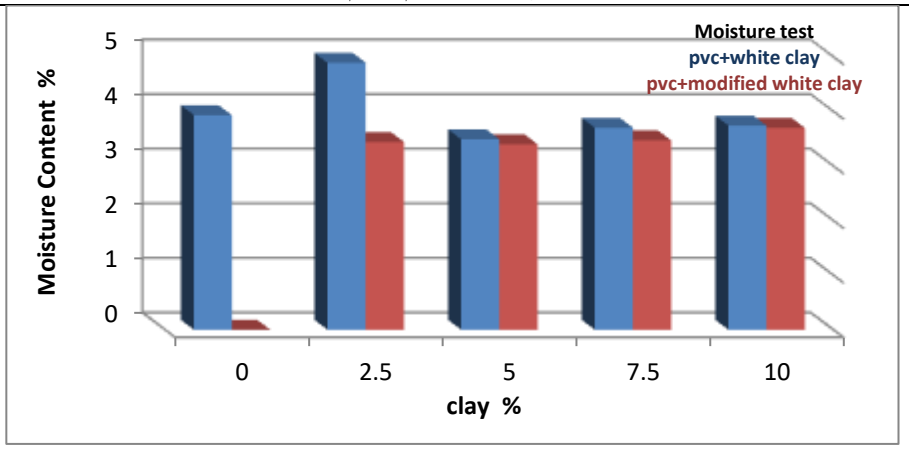
4- اختبار الثباتية الحرارية:

تم وزن الأفلام للحصول على الوزن الأصلي لها (Original weight)، ثم تم وضعها في فرن بدرجة حرارة 20C°، ثم تم رفع درجة الحرارة 10 درجات مئوية كل ساعة، لغاية 180 درجة مئوية، وتم تحديد الوزن للأفلام عند كل درجة حرارة.

رابعا: النتائج والمناقشة:

1-قياس محتوى الرطوبة(Moisture)

يبين الشكل (1) نتائج اختبار قياس محتوى الرطوبة لأفلام بوليميرية محضرة من البولي فنيل كلورايد والغليسرين بنسبة ثابتة لكل العينات 5%، وأوكسيد الزنك بنسبة ثابتة 0.01%، وغضار أبيض بنوعيه طبيعي ومعدل بنسب مختلفة، حيث يتم اضافة المكونات كنسب مئوية من وزن البوليمير PVC.



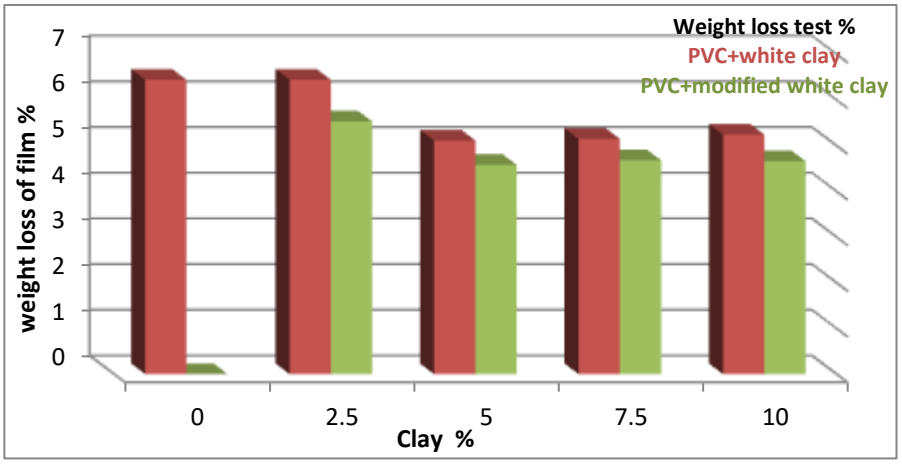
الشكل(1) نتائج اختبار محتوى الرطوبة

تبين النتائج انخفاض في كمية محتوى الرطوبة للفيلم البوليميري عند إضافة حبيبات الغضار الأبيض المعدل حتى النسبة 5% ضمن بنية البوليمير أكثر من البوليمر النقي والخالي من الغضار، كما نلاحظ أن انخفاض كمية محتوى الرطوبة للفيلم البوليميري الحاوي 5% من الغضار الأبيض المعدل أفضل من اضافة الغضار الأبيض الطبيعي، اذ انخفضت كمية الرطوبة حوالي 13% عند اضافة الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5% وحوالي 11% عند اضافة الغضار الأبيض الطبيعي بنسبة 5% ضمن بنية البوليمير، السبب في انخفاض كمية محتوى الرطوبة عند إضافة الغضار بنسبة 5% توضع حبيبات الغضار في الفراغات البينية بين سلاسل البوليمير معطية بنية متماسكة بشكل أفضل وبالتالي انخفاض في كمية الرطوبة للفيلم البوليميري، لكن فوق هذه النسبة تعود لترتفع نسبة الرطوبة للفيلم البوليميري، والسبب في ذلك تكدس حبيبات الغضار على شكل تكتلات بحيث لا تكون متوزعة بانتظام ضمن بنية البوليمير وبالتالي لاتعود تشكل حاجز يمنع تغلغل جزئيات الماء.

2-اختبار الهجرة (Migration study):

يبين الشكل(2) نتائج اختبار الهجرة لأفلام بوليميرية محضرة من بوليمير البولي فنيل كلورايد والغليسرين بنسبة ثابتة لكل العينات 5%، وأوكسيد الزنك بنسبة ثابتة 0.01%،

وغضار أبيض بنوعيه طبيعي ومعدل بنسب مختلفة، حيث تم اضافة المكونات كنسب مئوية من وزن بوليمير PVC.

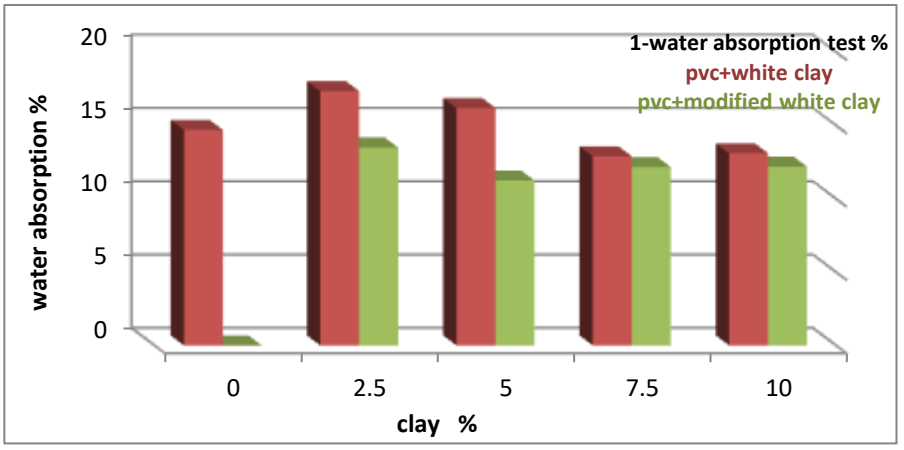


الشكل(2) نتائج اختبار الهجرة

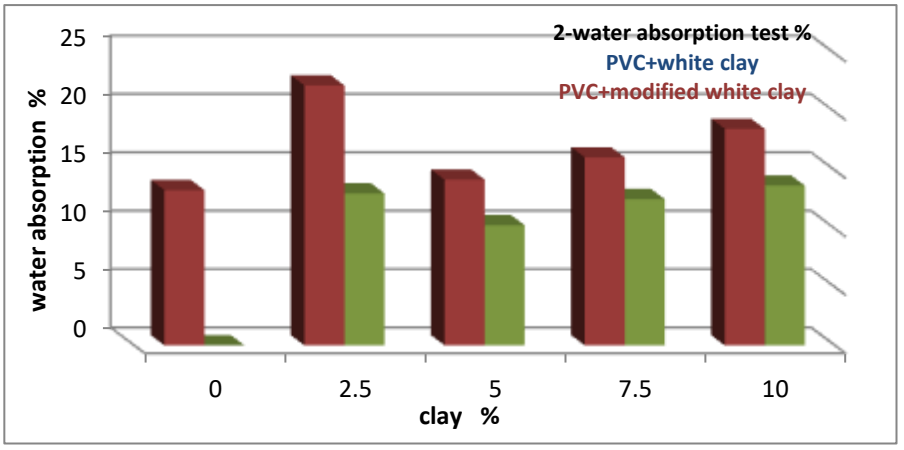
بشكل عام نلاحظ انخفاض في نسبة هجرة المكونات للفيلم البوليميري عند إضافة حبيبات الغضار ضمن بنية البوليمير أكثر من البوليمر النقي والخالي من الغضار، كما نلاحظ أن انخفاض نسبة هجرة المكونات للفيلم البوليميري بإضافة الغضار حتى النسبة 5% وبنوعيه الطبيعي والمعدل، كما يبين الشكل أن نسبة الانخفاض في هجرة المكونات للفيلم البوليميري حوالي 28% عند اضافة الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5%، وحوالي 20% عند اضافة الغضار الأبيض الطبيعي مقارنة بالبوليمير الأساسي (الخالي من الغضار)، لكن فوق هذه النسبة تعود لترتفع نسبة هجرة المكونات، ولكن تبقى أقل من البوليمير الأساسي، لذلك يمكن القول أن اضافة حبيبات الغضار قد خفض من هجرة مكونات الفيلم البوليميري والنسبة المثالية لإضافة الغضار هي 5%، السبب توضع حبيبات الغضار في الفراغات البينية بين سلاسل البوليمير معطية بنية متماسكة بشكل أفضل وبالتالي انخفاض في نسبة هجرة المكونات من الفيلم البوليميري أثناء وجوده في الأوساط المائية، كما بينت النتائج أن اضافة الغضار المعدل بأملاح الامونيوم الألكيلية الرباعية أفضل من اضافة الغضار الطبيعي، والسبب تصبح طبيعة سطح الغضار المعدل هيدروفوبية وبالتالي أكثر تماسك وانسجام مع البوليمر الذي طبيعته هيدروفوبية.

3-اختبار امتصاص الماء :

يبين الشكل(3) والشكل(4) نتائج اختبار امتصاص الماء لأفلام بوليميرية محضرة من بوليمير البولي فينيل كلورايد والغليسرين الطبي، بنسبة ثابتة لكل العينات 5%، وأوكسيد الزنك بنسبة ثابتة 0.01%، غضار أبيض بنوعيه طبيعي ومعدل بنسب مختلفة، تم اضافة المكونات كنسب مئوية من وزن بوليمير PVC.



الشكل(3) نتائج اختبار امتصاص الماء للأفلام البوليميرية بالطريقة الأولى

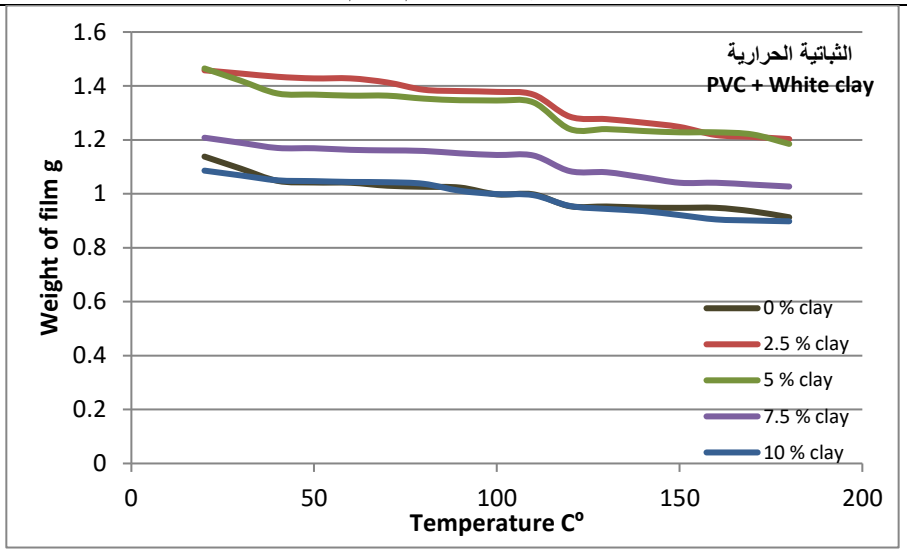


الشكل(4) نتائج اختبار امتصاص الماء للأفلام البوليميرية بالطريقة الثانية

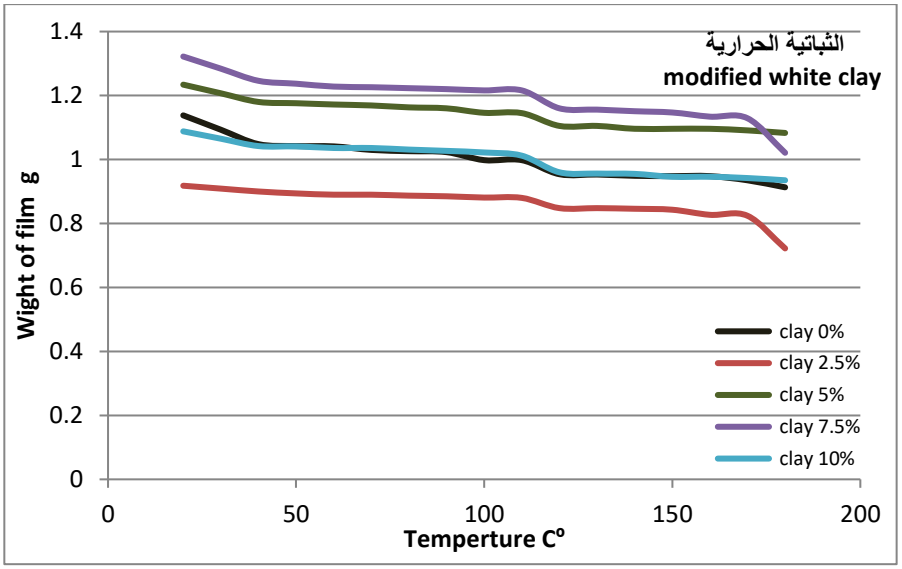
تظهر النتائج في الشكل(3): انخفاض في نسبة امتصاص الماء في الفيلم البوليميري، بإضافة حبيبات الغضار الأبيض المعدل ضمن بنية البوليمير حتى النسبة 5%، اذ انخفضت نسبة الامتصاصية حوالي 23.47% عند إضافة الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5% إلى البوليمير، ويبين الشكل(4) انخفاض في نسبة امتصاصية الماء في الفيلم البوليميري، بإضافة حبيبات الغضار الأبيض المعدل حتى النسبة 5%، اذ انخفضت نسبة الامتصاصية حوالي 22.63% عند إضافة الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5% إلى البوليمير، ثم تعود لترتفع بعد هذه النسبة، ما يعني أن إضافة حبيبات الغضار الأبيض المعدل ضمن بنية البوليمير حتى النسبة 5% قد خفضت من نسبة امتصاص بوليمير البولي فينيل كلورايد للماء، لذلك يمكن القول أن اضافة حبيبات الغضار المعدل قد حسن من مادة البوليمير وقلل من نسبة امتصاص الفيلم البوليميري للماء أثناء التماس الطويل مع المحاليل المائية، يعزى ذلك إلى توضع حبيبات الغضار في الفراغات البينية ضمن سلاسل البوليمير، حيث تعمل حبيبات الغضار كحاجز يمنع مرور جزيئات الماء أثناء تواجده في المحاليل المائية، وبالتالي تزيد من كتامته وتخفض من نفاذيته لجزئيات الماء، والغضار المعدل ذو طبيعة هيدروفوبية وبالتالي أكثر انسجام مع بنية البوليمير ذو الطبيعة الهيدروفوبية.

4- اختبار الثباتية الحرارية:

يبين الشكل (5) والشكل(6) نتائج اختبار الثباتية الحرارية للأفلام البوليميرية المحضرة من بوليمير البولي فينيل كلورايد والغليسرين الطبي بنسبة ثابتة لكل العينات 5%، وأوكسيد الزنك بنسبة ثابتة 0.01%، وغضار أبيض بنوعيه طبيعي ومعدل بنسب مختلفة، لقد تم اضافة المكونات كنسب مئوية من وزن بوليمير PVC. لقد تم وضع الأفلام في فرن ورفع درجة الحرارة 10C° كل ساعة، سُجلت أوزان الأفلام عند كل درجة حرارة، حيث يظهر الشكل (5) منحنيات تحلل البوليمير الحاوي نسب الغضار الأبيض الطبيعي المختلفة بارتفاع درجة الحرارة بدءاً من الدرجة 20C° درجة حرارة المختبر إلى الدرجة 180C°، تظهر المنحنيات ثباتية جيدة بارتفاع درجة الحرارة.



الشكل(5) نتائج اختبار الثباتية الحرارية للأفلام البوليميرية مع الغضار الأبيض الطبيعي

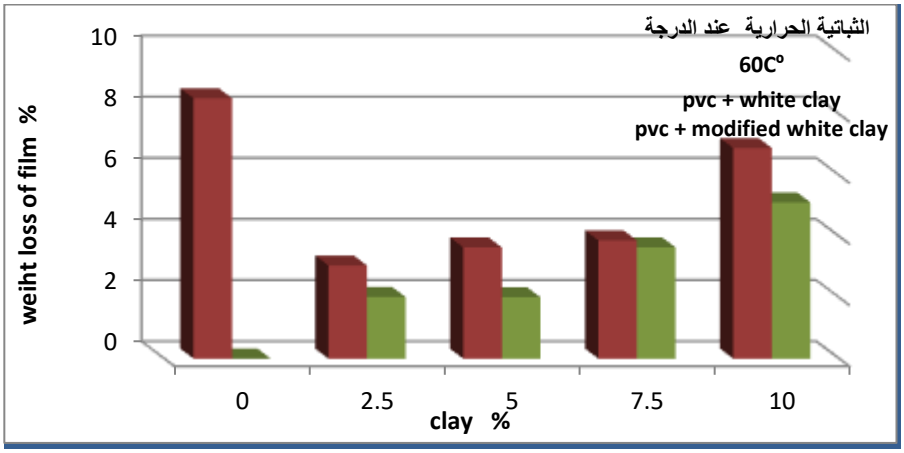


الشكل(6) نتائج اختبار الثباتية الحرارية للأفلام البوليميرية مع الغضار الأبيض المعدل

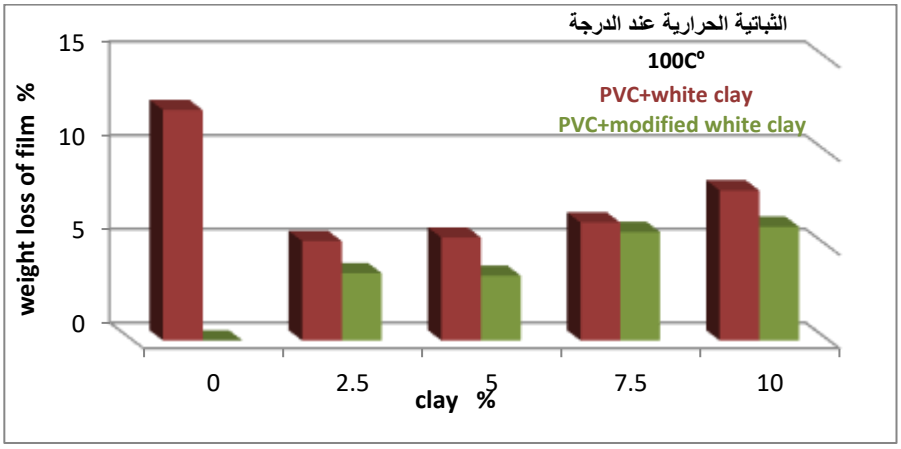
يظهر الشكل(6) منحنيات تحلل البوليمير الحاوي نسب الغضار الأبيض المعدل المختلفة بارتفاع درجة الحرارة، تظهر الخطوط البيانية ثباتية جيدة بارتفاع درجة الحرارة، ويبدو الخط البياني المثل للبوليمير الحاوي 5% غضار أبيض معدل هو الأفضل والأكثر ثباتاً.

تبين الأشكال(9,8,7) نتائج الثباتية الحرارية للأفلام البوليميرية ذات نسب الغضار الأبيض الطبيعي والمعدل المختلفة، بحساب الفاقد بالوزن للأفلام البوليميرية عند كل درجة حرارة، من الدرجة 60C° إلى الدرجة 150C°، للحصول على الفاقد بالوزن للأفلام البوليميرية حسب المعادلة التالية:

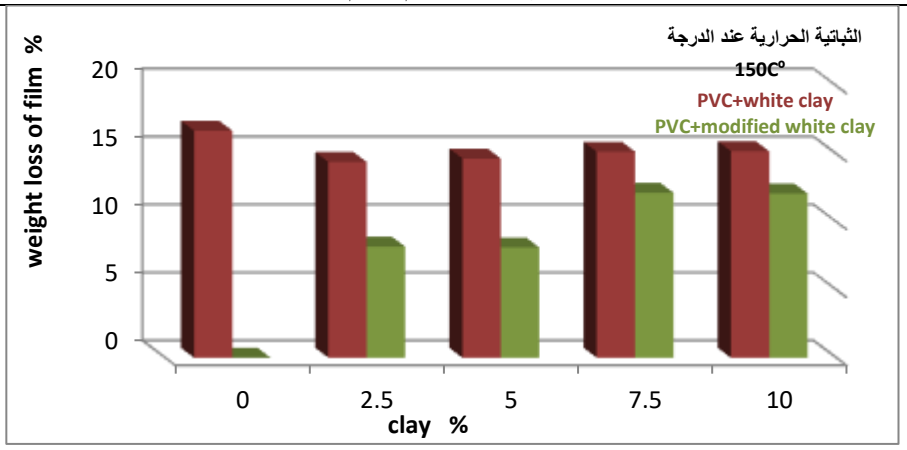
Weight Loss (%) = (Original weight – Dry weight) / (Original weight)



الشكل(7) نتائج الفاقد بالوزن للأفلام البوليميرية عند الدرجة 60C°



الشكل(8) نتائج الفاقد بالوزن للأفلام البوليميرية عند الدرجة 100C°



الشكل(9) نتائج الفاقد بالوزن لأفلام البوليميرية عند الدرجة 150C°

يبين الشكل (7) انخفاض في نسبة الفاقد بالوزن للفيلم البوليميري عند إضافة حبيبات الغضار بنوعيه ضمن بنية البوليمير أكثر من البوليمر النقي والخالي من الغضار، كما لوحظ انخفاض في نسبة الفاقد بالوزن للفيلم البوليميري بمقدار 75% عند اضافة حبيبات الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5%، وانخفاض في نسبة الفاقد بالوزن للفيلم البوليميري بمقدار 57% عند اضافة حبيبات الغضار الأبيض الطبيعي بنسبة 5%, مقارنة مع البوليمير الأصلي، كما يبين الشكل (8) انخفاض في نسبة الفاقد بالوزن للفيلم البوليميري بمقدار 71% بإضافة الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5% وبمقدار 55% عند اضافة الغضار الأبيض الطبيعي بنسبة 5% مقارنة مع البوليمير الأصلي، ويظهر الشكل (9) انخفاض في نسبة الفاقد بالوزن للفيلم البوليميري بنسبة 51% عند اضافة الغضار الأبيض المعدل بمقدار 5% وانخفاض في نسبة الفاقد بالوزن بمقدار 12% عند اضافة الغضار الأبيض المعدل بنسبة 5% مقارنة مع البوليمير الأصلي, يعزى ذلك إلى تموضع حبيبات الغضار في الفراغات البينية لسلاسل البوليمير والتي تتحمل جزء كبير من الحرارة المسلطة على المادة المركبة، وبالتالي تعمل حبيبات الغضار على زيادة مقاومة البوليمير لدرجات الحرارة وتعزيز مقاومته للحرارة المرتفعة.

خامساً-النتائج:

1-أظهرت النتائج انخفاضاً جيداً في كمية محتوى الرطوبة للفيلم البوليميري باضافة الغضار الأبيض الطبيعي والمعدل مقارنة مع البوليمير الأساسي، وأعطى الفيلم البوليميري الحاوي النسبة 5% للغضار الأبيض المعدل أقل نسبة في كمية الرطوبة مقارنة مع البوليمير الاساسي وبقية النسب المضافة من الغضار الأبيض بنوعيه الطبيعي والمعدل.

2-أظهرت النتائج انخفاضاً جيداً في هجرة المكونات من الفيلم البوليميري أثناء التماس الطويل مع المحاليل المائية باضافة الغضار مقارنة مع البوليمير الأساسي، وأبدى الفيلم البوليميري الحاوي النسبة 5% من الغضار الابيض المعدل أقل نسبة في هجرة للمكونات.

3-بينت النتائج تحسن جيد في انخفاض نسبة امتصاصية الفيلم البوليميري للماء باضافة الغضار باي نسبة مقارنة بالبوليمير الأساسي، وأبدى الفيلم البوليميري الحاوي النسبة 5% من الغضار الابيض المعدل أقل نسبة في امتصاصية الماء والرطوبة، أثناء التماس الطويل مع المحاليل المائية.

4-لقد أبدت الأفلام جميعها ذات نسب الغضار المختلفة وبنوعيه ثباتية حرارية جيدة، وانخفضت نسبة الفاقد بالوزن من الفيلم البوليميري الحاوي نسب مختلفة من الغضار بنوعيه بارتفاع درجة الحرارة، وأبدى الفيلم البوليميري الحاوي النسبة 5% من الغضار الأبيض المعدل أفضل ثباتية حرارية.

5-لقد تحسنت خصائص الرطوبة والهجرة وامتصاصية الماء والثباتية الحرارية للفيلم البوليميري للبولي فنيل كلورايد بإضافة حبيبات من الغضار السوري الأبيض الحاوي نسبة مرتفعة من كربونات الكالسيوم وبنوعيه الطبيعي (طبيعة سطح الغضار هيدروفيلية) والمعدل(طبيعة سطح الغضار هيدروفوبية)، ولكن كانت نسبة التحسن أفضل مع الغضار الأبيض المعدل بسبب الانسجام والتوافق الأكبر بين طبيعة البوليمير وطبيعة الغضار الهيدروفوبية، وبالتالي تحسنت خصائص العزل والكتامة للفيلم البوليميري PVC أكثر من البوليمير الأصلي، والنتيجة: تحسنت الخصائص التغليفية للفيلم البوليميري PVC، لقد

كان الفيلم البوليميري الحاوي النسبة 5% من الغضار الأبيض المعدل هو أفضل فيلم بالمقارنة مع باقي الأفلام البوليميرية.

سادساً- المراجع:

1-Albdiry.M.T, Yousif.B.F, Ku.H, Lau.K.T,2013, A critical review on the manufacturing processes in relation to the properties of nanoclay/polymer composites, J. Compos. Mater.

2- Akat.H, Tasdelen.M.A , Prez.F.D, Yagci.Y, 2008, Synthesis and characterization of polymer / clay nanocomposites by intercalated chain transfer agent, European polymer journal

3-Wan.C, Qiao.X, Zhang.Y, Zhang.Y, 2003, Effect of different clay treatment on morphology and mechanical properties of PVC-clay nanocomposites, ELSEVIER, Polymer Testing

4-Shaoyun.F, Sun.Z, Huang.P, Yuanqing.L, Ning.H,2019, Some basic aspects of polymer nanocomposites: A critical review, Nano Materials Science

5-Denis.L, Gilles.P, Christin.V,2011, Biomedical and Pharmaceutical Polymer, Pharmaceutical press.

6-Nyflott.A, Mericer.C, Minelli.M, Moons.E, Jarstrom.L, Lestelius.M, Baschetti.M.G,2017, The influence of moisture content on the polymer structure of polyvinyl alcohol in dispersion barrier coatings and its effect on the mass transport of oxygen, J. Coat. Technol. Res.

7-Hala Barakat, Johanna Saunier, Caroline Aymes Chodur, Pascal Aubert, Jackie Vigneron, Arnaud Etcheberry, Najet Yagoubi, 2013, Modification of a cyclo-olefin surface by radio-sterilization: Is there any effect on the interaction with drug solutions?. International Journal of Pharmaceutics.

8-P.R. Rajakumar, R. Nanthini, 2011, THERMAL AND MORPHOLOGICAL BEHAVIOURS OF POLYBUTYLENE TEREPHTHALATE/POLYETHYLENE TEREPHTHALATE BLEND NANOCOMPOSITES".RASAYAN.J.chem.

9-Csaba Kenyó & Dóra Andrea Kajtár & Károly Renner & Christoph Kröhnke & Béla Pukánszky, 2013, Functional packaging materials: factors affecting the capacity and rate of water adsorption in desiccant composites. J Polym Res.

10-Sedaghat.S, Ghammamy.S, 2014,Synthesis of polyvinyl chloride /MMT nanocomposites and evaluation of their morphological and thermal properties, proceedings of the 5 international conference on nanotechnology: fundamentals and applications, prague, Czech Republic.

11-Katlen.P.S, Janaína.L.H, Denise.A.S, Ana.P.P,2019, Effect of The Incorporation of Micro and Nanoparticles of Calcium Carbonate in Poly(Vinyl Chloride) Matrix for Industrial Application, Materials Research.

12-Patil.C.B, Kapadi.U.R, Hundiwale.D.G, Mahulikar.PP.2009, Preparation and characterization of poly(vinyl chloride) calcium carbonate nanocomposites via melt intercalation, Journal of Materials Science.

13-Wu.D, Wang.X, Song.Y, Jin R,2004, Nanocomposites of poly (vinyl chloride) and nanometric calcium carbonate particles: effects of chlorinated polyethylene on mechanical properties, morphology, and rheology. Journal of Applied Polymer Science.

14-Sun.S, Li.C, Zhang.L, Du.H.L, Burnell-Gray.J.S,2006, Interfacial structures and mechanical properties of PVC composites reinforced by CaCO3 with different particle sizes and surface treatments, Polymer International.

15-Kemal.I, Whittle.A, Burford.R, Vodenitcharova.T, Hoffman M, toughening of unmodified polyvinylchloride through the addition of nanoparticulate calcium carbonate and titanate coupling agent, Journal of Applied Polymer Science.

16-Guermazi.N, Haddar.N, Elleuch.K, Ayedi.H.F,2016, Effect of filler addition and weathering conditions on the performance of PVC/CaCO3 composites, Polymer Composites.

17-Bouchoul.B, Benaniba.M.T, Massardier.V,2017,Thermal and mechanical properties of bio-based plasticizers mixtures on poly vinyl chloride, polimeros.

18-Galus S., Uchanski P., Lenart A. Colour,2013, Mechanical Properties and Water Vapour Permeability of Pectin Films, Acta Agrophysica.

19-Renan M. B. Dezena, Renan C. Coelho Silva, Gabriel Ferreira Luiz,2019, Chemical Approaches for the Identification of PVC and PVDC in Pharmaceutical Packaging Materials, . J. Anal. Chem.

20-Hossein Omidian, Kinam Park, and Patrick J. Sinko, 2009, Sixth Edition: published as Chapter 20 (Pharmaceutical Polymers). MARTIN'S PHYSICAL HARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES.

21-Dongyan Wang, Daniel Parlow, Qiang Yao, Charles A.Willie, 2001, PVC-CLAY nanocomposites: preparation, thermal and mechanical properties, journal of vinyl & additive technology.

22-Tajeddin.Behjat, Ramedani.Najmeh, 2016, Preparation and Characterization(Mechanical and Water Absorption Properties) of CMC/PVA/Clay Nanocomposite Films, Iran. J. Chem. Chem. Eng.