دراسة الخصائص الكهربائية والميكانيكية لتوليفات من شمع البارافين وانواع مختلفة من البوليمرات[+]

PREPARATION AND STUDY OF THE ELECTRICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARFFINE WAX WITH ADDITION OF DIFFERENT TYPES OF POLYMERS

علي محسن عبد الحسين[*] امل صالح مرزة[**] مالية محمد فرحان[***]

المستخلص

شمل هذا البحث تحضير ودراسة الخواص الكهربائية والميكانيكية لنماذج من شمع البارافين النقي،ونماذج اخرى مضافا اليها نسب مختلفة من كل من البولي بروبلين والبولي اثيلين العالي الكثافة . الخواص الكهربائية شملت قياس كل من ثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي والخيالي وظل زاوية الفقد والتوصيلية المتناوبة في درجة حرارة الغرفة ، فيما شملت الخواص الميكانيكية قياس معامل يونك للمرونة بعد رسم منحنيات الاجهاد _الانفعال وخواص اخرى مثل قياس درجات الانصهار لنماذج مختلفة .

بالنسبة للخواص الكهربائية اظهرت النتائج زيادات كبيرة في قيمة ثابت العزل بجزئيه الحقيقي والخيالي وظل زاوية الفقد والتوصيلية المتناوبة للنماذج المشوبة مقارنة بالنموذج النقي . ولعموم المواد والتراكيز قيد الدراسة . فبالنسبة لقيم ثابت العزل الحقيقي كانت في افضل قيمها للنموذج المشوب بـ ٥% P.P ، ٥% HDPE ، فيما وجد بالمقابل زيادة في قيم عامل الفقد مع زيادة نسبة اضافة الـ P.P .

اما بالنسبة للخواص الميكانيكية فقد أظهرت النتائج ان منحنيات الاجهاد – الانفعال كانت تتجه نحو سلوك اكثرمرونة مع زيادة نسبة البولي اثلين عالي الكثافة يرافقها زيادة في قيم معامل يونك ونقاط الانصهار ولمعظم التراكيز قيد الدراسة .

Abstract

This study aims to prepare and study the electrical and mechanical properties of samples of pure paraffin wax, and others with the addtion of different ratio's of polypropylene and high density poly ethylen . The studied electrical properties include dielectric constant with the real and imaginary parts, and also the alternating conductivity

[+] تاريخ استلام البحث :٢٠٠٤/١٢/٢٩، تاريخ قبول النشر : ٢٠٠٦/٦/١٥

[*] مساعد باحث/ وزارة العلوم والتكنولوجيا /بغداد/العراق.

[**] باحث علمي/ وزارة العلوم والتكنولوجيا /بغداد/العراق.

[***] مدرس/ هيئة التعليم التقني –الكلية التقنية/بغداد /بغداد/العراق.

in the range of frequencies (1-1000)KHz at room temperature. The mechanical properties studied include , stress- strain curve and the young modules of elasticity .

The results show a very increased value of dielectric constant and the alternative conductivity , for the samples prepared with the additives compared with the pure sample. The real dielectric constant better value is for the sample with 5 % P.P.& 5 % HDPE ,the loss factor increased with the addition of P.P.

The mechanical properties results show that stress-strain curve directed to increasing elastic behaviour with the increased HDPE ratio's also the Young modules of elasticity and melting points increase.

المقــدمة

تسعى التكنولوجيا الحديثة دائماً الى تحسين مواصفات المواد وجعلها اكثر ملائمة للاستخدام في المجالات المختلفة ، وذلك عن طريق مزجها بمواد اخرى ذات صفات مرغوبة بما يؤدي الى تعديل صفاتها وازالة بعض عيوبها . ان الخواص الجديدة تعتمد على طبيعة البوليمر الاصلي ونسب المزج وطبيعة العمليات الصناعية التي يمر بها المنتج النهـائي . مـن المعروف ان الكثير من المواد البوليميرية تحوي في حالتها المنفردة على عيوب عديـدة كالهـشاشة او انخفـاض نقطـة الانصهار او سهولة الكسر او الخدش ... الخ لذا برزت فكرة ازالة او تقليص تلك العيوب عن طريق مزجها مـع مـواد اخرى ذات مواصفات مرغوبة وبنسب معينة لانتاج مواد ذات صفات جديدة افضل من صفات أي من تلك المواد منفـردة .ان تقنية مزج البوليمرات توفر لنا امكانية انتاج عدد غير محدود من المواد ذات الصفات المرغوبـة صـناعيا . ويـشير الجدول رقم (١) الى المسميات المعمول بها صناعياً للمواد الجديدة المحضرة من مزج البوليمر للمادة المضافة .[١،٢]

الجدول (١): المسميات المعمول بها للمواد المحضرة من مزج البوليمر بالمواد المضافة.

المادة المضافة للبوليمر	اسم المادة الجديدة
غازية	رغوة بوليمرية
مادة ملدنة (سائلة)	بوليمر ملدن
مونمر او اكثر(عامل تشابك)	شبكات بوليميرية متداخلة IPNs
بوليمر اخر صلب	خليط بوليمرات Poly blend
مواد دقيقة حشوات صلبة	لدائن محشوة

المركبات Composite

وهي تركيب مؤلف من مادة اساسية تحوي مادة بوليمرية ذات معامل مرونة عال ويمكن ان توجد المؤلفات بطريقة طبيعية او تحضر صناعيا ويمكن عدّ الخشب كتوليفة طبيعية تمثل السيليلوز كمادة اساسية تحوي مادة اللكنين المتـشابكة ، كما تمثل الخرسانة مثالا هندسيا للمؤلفة الحاوية على الاسمنت كمادة اساسية تحوي شبكة حديدية ، وينبغي ان تمتاز الشبكة البوليمرية بقابليتها العالية على تقوية المادة الاساسية . وعند تسليط قوى خارجية على المؤلف فان الاجهاد الموضعي الناتج عن قوى التمزيق سينتشر عن طريق الالياف الموجودة داخل المؤلف ويتوزع على مساحة كبيرة وبالتـالي يقـل تـاثيره . [٣،٤]

ان الدراسة الحالية تستفيد من النتائج التي تم التوصل اليها في الدراسات السابقة والتي تم فيها تحضير توليفات من شمع البارافين و الشمع فائق البلورية مع نسب محددة من البولي اثيلين عالي وواطيء الكثافة ودراسة اخرى للخواص الفيزيائية وتاثير التشعيع بكاما على تللك الخصائص. [٤ ،٥]

ان هذه الدراسة تقوم على اساس تصنيع توليفات من شمع البارافين كمادة اساسية والبوليمرات مثل P.P , (HDPE) كمواد شبكية والهدف من هذه الدراسة تحسين مواصفات الشمع الفيزيائية وبالشكل الذي يجعله اكثر ملاءمة للاستخدام في الاجهزة والدوائر الكهربائية المختلفة . فمن المعروف ان مادة الشمع تفشل في حالتها النقية في ان تكون مادة ذات اهمية صناعية واقتصادية بسبب هشاشتها وانخفاض درجة انصهارها لذا برزت الحاجة الى تحسين مواصفاتها عن طريق مزجها بانواع مختلفة من البوليمرات واحداث حالة تمازج مع الشمع والبوليمر تعمل على زيادة صلابة الشمع ورفع درجة انصهاره مما يجعله اكثر ملاءمة للاستخدام وخاصة في اجوائنا التي تتميز بارتفاع حرارتها صيفا . [٤ ،٥]

المواد وطرائق العمل

١ – شمع البارافين الشموع عموما مواد ثرموبلاستيكية أي يمكن اعادة تشكيلها بالحرارة وشمع البارافين شمع هيدروكاربوني يستخرج كاحد مكونات النفط بعد التصفية . يتالف في سلاسل هيدروكاربونية تتألف من (٢٦–٣٠) ذرة كاربون لكل منها . ينصهر في مدى حراري يتراوح ما بين (٤٨– ٦٨) درجة مئوية ويمثل الجدول رقم (٢) بعض الخصائص الفيزيائية لشمع البارافين المستخدم.

الجدول رقم(٢): بعض الخصائص الفيزيائية لشمع البارافين المستخدم [٦]

الخاصية	القيمة
Viscosity at 98.9^0C	٧,٤–٤,٢
Melting Rang	$٦٨–٤٦^0C$
Average melecular Weight	٤٢٠ – ٣٥٠
Referactive Index 98.9^0C	١,٤٣ – ١,٣٤
Density g/cm^3	٠,٩٢٥–٠,٨٩٦
Dielectric Constant	٢,٥–٢

٢ – البولي بروبلين يصنف هو الاخر كاحد البوليمرات المطاوعة للحرارة صيغته الكيميائية $(CH2-CH-CH3)n$ يشابه في مواصفاته البولي اثيلين العالي الكثافة ما عدا كونه ذا نقطة انصهار اعلى . يحضر من بلمرة البروبلين بوجود عوامل زيكلر – ناتا . يكون بثلاث انواع حسب موقع مجموعة الاثيلCH3 في السلسلة الرئيسية

٣- بولي اثيلين عالي الكثافة يصنف هو الآخر كاحد البوليمرات المطاوعة للحرارة . صيغته الكيميائية n(CH2-CH2). يسمى تجاريا (بوليثين) . يحضر بواسطة بلمرة الاضافة وبطريقة الجذور الحرة او البلمرة التناسقية . يستخدم بكثرة في صناعة الاكياس البلاستيكية والزراعة المغطاة .

جدول (٣):بعض الخصائص الفيزياوية للبوليمرات المستخدمة [٨،٩،١٠]

الخصائص الفيزياوية	البولي بروبلين	البولي لثيلين عالي الكثافة
Glass transition temperature(TG)	-10	-125^0C
Meltin point	١٧٦	$110-120^0C$
Refractive index	١,٤٩	١,٩٣-١,٤٣
Avarege Molecular weight	$3X10^5-3X10^7$	$7x10^7$ g / mol
Density	٠,٩١	0.91-0.94 g/cm^3
Dielectric constant	٢,٢	٢,٣
Tangent loss factor	0.004	0.005

دراسة الخصائص الكهربائية

هنا استخدم جهاز ال LCR - Meter صنع شركة Hewlet Pakar نوع(HP- 4 282 A) ويوفر الجهاز امكانية قياس السعة والمقاومة للنموذج.

واخيرا فقد اجريت القياسات في مدى من التردد تراوح ما بين KHz (1000 - 1) وفي درجة حرارة الغرفة.

دراسة الخصائص الميكانيكية

أصبحت دراسة الخصائص الميكانيكية من الدراسات المهمة جداً والجديرة بالفحص والقياس والمناقشة لما لها من اهمية بالغة في تحديد المدى الذي يمكن ان تعمل به التوليفة ومدى نجاحها او فشلها . ولدراسة تلك الخواص فقد تضمن بحثنا اجراء احد الاختبارات الميكانيكية المهمة وهو اختبار الانحناء – لعارضة والذي يتم من خلال قياس معامل يونك للمرونة . ويتالف الجهاز المستخدم من عارضة معدنية متغيرة الأطوال مثبتة على طاولة بمسندين حادتي الحافة . وقد علقت كفتي الميزان في منتصف العارضة . ونظرا لبروز مشكلة تمثلت في كون النموذج المعد للقياس ذي أبعاد غير ملائمة للجهاز . فقد أجرينا تحويلا تمثل في تصنيع عارضة من مادة البرسبكس بأبعاد 12cm طولا و 3 cm عرضا ثبت عليها مسندين حادي الحافة البعد بينهما 2.3 cm ليلائم أبعاد النموذج المستخدم وثبتت العارضة الجديدة على مسندي الجهاز نفسه وتم عمل ثقب في منتصف المسافة بين مسندي العارضة الجديدة. مد خيط من خلاله حيث علق الثقل من جهته السفلي فيما ربطت الجهة الأخرى بالنموذج [6] .

تحضير النماذج

في البدء تم قياس اوزان مختلفة من الشمع والبوليمرات . فبالنسبة لتوليفات شمع البارافين النقي بروبلين فقد تم صهر كمية محسوبة من الشمع في وعاء زجاجي ثم صب في قوالب دائرية. اما بالنسبة لتوليفات شمع البارافين مع كل من البولي بروبلين والبولي اثيلين . فقد اضيف البولي بروبلين اولاً الى منصهر الشمع اضيف بعدها البولي اثيلين عالي الكثافة الى المزيج الاول بعد تجانسه ومزجت المواد وسخنت حتى حصول التجانس صبت بعدها في قوالب دائرية بقطر cm 3.5 مثبتة على قطعة سيراميك مغطاة بورق ابيض عادي لغرض السهولة في فصل النموذج فيما بعد. ثبت القالب باستخدام معجون الزجاج ، بعدها فصلت النماذج وصقلت باستخدام شفرة حادة وورق صقل عادي إذ تم في النهاية الحصول على نماذج هي عبارة عن اقراص دائرية بقطر 3.5cm وسمك 0.4 cm ويبين الجدول رقم (٤) نسب مزج الشمع مع البوليمرات المستخدمة.

ولغرض تهيئة النماذج للقياسات الكهربائية فقد تم تحويلها الى متسعات عن طريق ترسيب الالمنيوم على اللوحين المتوازيين للنماذج باستخدام منظومة التبخير الفراغية Lyhbold-Herous 540 Coating Unit وملحق بها منظومة تبخير فراغية تصل الى (٤-١٠) جو.

وهنا استخدم جهاز الـ LCR-Meter صنع شركة (Hew let paker) نوع (Hp-428a) ويوفر الجهاز امكانية قياس السعة والمقاومة للنموذج . واخيراً فقد اجريت القياسات في مدى من التردد تتراوح مابين (١-١٠٠٠) كيلوهيرتز وفي درجة حرارة الغرفة . [٥،٧]

الجدول (٤): نسب مزج الشمع مع البوليمرات المستخدمة.

نسبة الشمع %	نسبة ال P. P %	نسبة ال HDPE %
90	5	5
80	10	10
85	5	10
85	10	5
70	20	10

النتائج والقياسات

١- الخصائص الكهربائية

يبين الشكل رقم (١) علاقة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع التردد لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة بنسب مختلفة من كل من ال HDPE, P.P ولمدى من الترددات تتراوح ما بين KHz (1000 – 1) وفي درجة حرارة الغرفة . ومن خلال الشكل المذكور نجد ان قيم ثابت العزل الكهربائي الحقيقي قد ازدادت بشكل واضح للنماذج المشوبة مقارنة بالنموذج النقي ولعموم المواد والتراكيز قيد الدراسة . كما نلاحظ ايضا ان قيم ثابت العزل الكهربائي الحقيقي كانت عالية في منطقة الترددات الواطئة لغاية (10 KHz) لكنها انحرفت بشدة نحو قيم ادنى مع زيادة التردد (لغاية 150) KHz واستقرت بعد ذلك حتى الترددات العالية .ان هذا السلوك يمكن ان يعزى الى زوال تاثير كل من الاستقطابين الايوني والتوجيهى واقتصار الاستقطاب الكلي على الاستقطاب الالكتروني الذي لا يتغير مع التردد .

يبين الجدول رقم (٥) علاقة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع التركيز لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة بنسب مختلفة من كل من ال HDPE, P.P وعند التردد 500 KHz ، حيث نجد ومن خلال الجدول المذكور ان اعلى القيم كانت للنموذج المشوب بـ 5% P.P 5 % HDPE , إذ وصلت فيه قيمة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي الى 10. 36917 يليه النموذج المشوب ب 10 % HDPE 10 % P. P الذي وصلت فيه القيمة الى 10.1804 واذا ما اخذنا بالاعتبار ان قيمة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي للشمع النقي هي بحدود 4.52938 فيمكن تلمس حجم التحسن الحاصل في الخواص الكهربائية من جراء عملية الاضافة [8] .

الجدول رقم (٥): علاقة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع التركيز لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة

قيمة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي	التوليفة
4.52938	Pure
10.36917	5 % P. P, 5 % HDPE
10.1804	10 % HDPE 10 % P.P
9.4255	5 % P. P, 10 % HDPE
8.1263	10% P. P, 5 % HDPE
7.4843	20 % HDPE 10 % P.P

ويبين الشكل رقم (٢) علاقة التغير في ثابت العزل الكهربائي الخيالي مع التردد لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة بنسب مختلفة من كل من ال HDPE, P.P وهنا نجد ان عملية الاضافة قد ادت الى زيادة في القيم مقارنة بالنموذج النقي ، وهذا يعزى الى الزيادة الكبيرة في اعداد ثنائيات الاقطاب الناتجة من عملية الاضافة ادت بدورها الى زيادة كمية الطاقة المفقودة من جراء دوران ثنائيات الاقطاب او احتكاكها مع البعض الاخر . ان هذه الزيادة قد ادت بدورها الى ارتفاع مماثل في قيم tanδ للنماذج المشوبة مقارنة بالنموذج النقي .وكما يبين ذلك الشكل (٣) [9,10].

يبين الجدول رقم (٦) علاقة ثابت العزل الكهربائي الخيالي وظل زاوية الفقد مع التركيز لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة بنسب مختلفة من كل من ال HDPE, P.P وعند التردد 500 KHz ، حيث نجد ومن خلال الجدول المذكور ان تلك القيم كانت تزداد مع الزيادة الحاصلة في ثابت العزل الكهربائي الحقيقي وذلك للسبب المذكور آنفا . وبالنسبة الى قيم tanδ نجد ومن خلال الجدول نفسه ان القيم كانت تزداد مع زيادة نسبة ال P. P في التوليفة ، واعلى القيم كانت للنموذج المشوب ب 20 % P.P , 10 % HDPE إذ وصلت فيه قيمة tanδ الى 0. 0192 يليه النموذج المشوب ب 10 % HDPE 10 % P. P الذي وصلت فيه القيمة الى 156 . 0 .

ان قيم ثابت العزل الكهربائي الخيالي تعتمد بشكل اساسي على طبيعة البوليمر وعلى طبيعة تركيب السلسلة ومدى ما يمنحه ذلك التركيب من حرية في التحرك والتوجه باتجاه المجال الكهربائي المسلط ، وبما ان تركيب سلسلة ال P.P لايمنح القطع البوليمرية مرونة كافية في التحرك بالنظر لوجود مجموعة المثيل الجانبية (CH3) فذلك يمكن ان يفسر لنا سبب ارتفاع قيمة tanδ مع زيادة نسبة ال P.P في التوليفة ، إذ تسبب الاعاقة زيادة كمية الطاقة المستهلكة من جراء دوران الثنائيات او احتكاكها مع بعضها [10,11] .

اما بالنسبة لعلاقة التوصيلية المتناوبة فيبين الشكل (٤) علاقة خطية تقريبا مع التردد كما نلاحظ فرقا واسعا للنماذج المشوبة عن النموذج النقي ولعموم المواد والتراكيز قيد الدراسة ، وان هذه الزيادة كانت مترافقة مع الزيادة الحاصلة

في ثابت العزل الحقيقي . وان اعلى القيم كانت للنموذج المشـــــوب ب, 10 % P. P, 10 % HDPE إذ وصـلت فيـه قيمة αac الـــى $4.4354*10^{-6}$ يليه النموذج المشوب 5 % HDPE، 5 % P.P الذي وصلت فيـــه القيـمة الـــــى $4.4268*10^{-6}$.

الجدول رقم (٦): علاقة ثابت العزل الكهربائي الخيالي وظل زاوية الفقد مع التركيز لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة

التوليفة	$\alpha ac *10^{-6}$	tanδ	ثابت العزل الكهربائي الخيالي
Pure	0.3297	0.00247	0.0112
5 % P. P, 5 % HDPE	4.4268	0.0154	0.1596
10 % HDPE 10 % P.P	4.4354	0.0156	0.1596
5 % P. P, 10 % HDPE	3.9534	0.0153	0.144
10% P. P, 5 % HDPE	3.0597	0.0119	0.0973
20 % HDPE 10 % P.P	3.999	0.0192	0.1444

٢ – الخصائص الميكانيكية

يبين الشكل رقم (٤) منحنيات الاجهاد – انفعال لنماذج الشمع النقي والنماذج المشوبة بنسب مختلفة من كل مـــن البولي بروبلين والبولي اثيلين عالي الكثافة ، لقد ارتأينا رسم هذه المنحنيات لأنها يمكن ان تعطي معلومات في غاية الاهمية عن مواصفات التوليفة كالقوة والمتانة والمرونة واقصى جهد ممكن ان تتحمله التوليفة . ومن خلال المقارنة بين منحنيـــات النماذج وسلوكها يمكن تحديد مدى نجاح او فشل التوليفة ومعرفة تاثير التشويب على الخصائص الميكانيكية لتلك التوليفات .بشكل عام نجد ومن خلال الشكل اعلاه ان منحنيات النماذج المشوبة – بشكل عام– كانت افضل من مثيلتها للنموذج النقي فالاخير كان يمثل منحنيا لمادة (هشة – ضعيفة) إذ نلاحظ قلة الاستطالة مع الاجهاد المسلط وانخفاض قيم معامـــل يونـــك مقارنة بالنماذج المشوبة، فيما نلاحظ بالمقابل ان منحنيات النماذج المشوبة كانت تتجه نحو سلوك اكثر مرونـــة إذ نجـــد ازدياد قيم الاستطالة مع الاجهاد ترافقه زيادة في قيم معامل يونك ولمعظم المواد والتراكيز قيد الدراسة . وقد كانت تقترب من سلوك (لين – متين) ، كما نلاحظ زيادة قيم الاستطالة مع زيادة نسبة الاضافة وزيادة نسبة الـــ HDPE في التوليفـــة. وعليه يمكن القول ان عملية الاضافة قد عملت على تدعيم بنية الشمع الاساسية وجعله اكثر قابلية على تحمـــل الاجهـــادات العالية [12].

ومن خلال قيم المنحنيات اعلاه امكن التوصل الى حساب معاملات يونك للمرونة وقد تم حسابه وفقا للعلاقة :

$$E=mgL^3/48IS \quad \text{.....(1)}$$

حيث m كتلة النموذج kgm ، S الازاحة (m) و L طول العارضة بين نقطتي الارتكاز

I عزم القصور الذاتي للعارضة ذات السمك d والعرض b ويحسب وفقا للعلاقة :

$$I = bd^3 / 12 \quad \text{. .....(2)}$$

حيث يمثل الجدول رقم (٧) قيم معاملات يونك لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة إذ نجد ان تلك القـيم – أي معاملات يونك– قد ازدادت بشكل عام للنماذج المشوبة مقارنة بالنموذج النقي ولمعظم التراكيز والمواد قيد الدراسة وهـــذا دليل على حصول تحسن واضح في الخواص الميكانيكية من جراء عملية الاضافة ، وعليه يمكن القول ان عملية الاضافة قد عملت على تدعيم بنية الشمع الاساسية وجعله اكثر قابلية على تحمل الاجهادات العالية ، كذلك نلاحظ ومن خلال الجـــدول نفسه ان قيم معامل يونك قد اظهرت سلوكا مشابها إذ نلاحظ زيادة قيم الاستطالة مع زيادة نسبة الاضـــافة وزيـــادة نـــسبة

الــ HDPE في التوليفة. (النماذج 2 ، 3 ، ٤) وصولا للنموذج رقم ٥الذي ترتفع فيه قيمة معامل يونك الى أعلى قيمها ، فيما نلاحظ بالمقابل ان تلك القيم تعاني هبوطا بالنسبة للنموذج ٦ الذي وصلت فيه قيمة معامل يونك الى ما هو اقل مــن قيمتها للنموذج النقي.

الجدول رقم (٧): قيم معاملات يونك لنماذج شمع البارافين النقية والمشوبة.

التوليفة	معامل يونك Gpa
Pure	٠,٠٣٦٩
5 % P. P , 5 % HDPE	0.03127
10%P.P,10%HDPE	0.05073
10 % P. P , 5 % HDPE	0.05741
20 % P. P , 10 % HDPE	0.2061
5 % P. P, 10 % HDPE	0.0166

٣-الخصائص الحرارية

يبين الجدول (٨) قيم درجات الانصهار للتوليفات المختلفة حيث نجد فرقا ملحوظا للنماذج المشوبة عــن النمــوذج النقي ولعموم المواد والتراكيز قيد الدراسة . كما نجد ايضا ان اعلى القيم كانت من نصيب النموذج المشوب ب P . P20% 10%HDPE - يليـــــــه النموذج المشوب 10%HDPE 10%P.P.

الجدول (٨): قيم درجات الانصهار للتوليفات المختلفة

التوليفة	درجة الانصهار
PURE	$46\text{-}68^0$ C
5% P.P /5% HDPE	90^0 C
10% P.P /10%HDPE	112^0 C
5% P.P/10%HDPE	110^0 C
20%P.P/10%HDPE	125^0 C
10%P.P/5%HDPE	90^0 C

الاستنتاجات

١- ادت عملية تشويب الشمع بنسب مختلفة من P. P , HDPE الى زيادات واضحة في كل من ثابت العزل الحقيقــي وثابت العزل الكهربائي الخيالي وظل زاوية الفقد والتوصيلية المتناوبة .

٢- بالنسبة لقيم ثابت العزل الكهربائي الحقيقي فقد شهدت ارتفاعا ملحوظا عند الترددات الواطئة لكنها انحرفت بشدة عند ترددات متوسطة (لغاية 150 KHz) واستقرت تقريبا عند قيم عالية من التردد(ما بعد 500 KHz) وكانت في اعلى قيمها للنموذج المشوب P.P 5% 5%HDPE

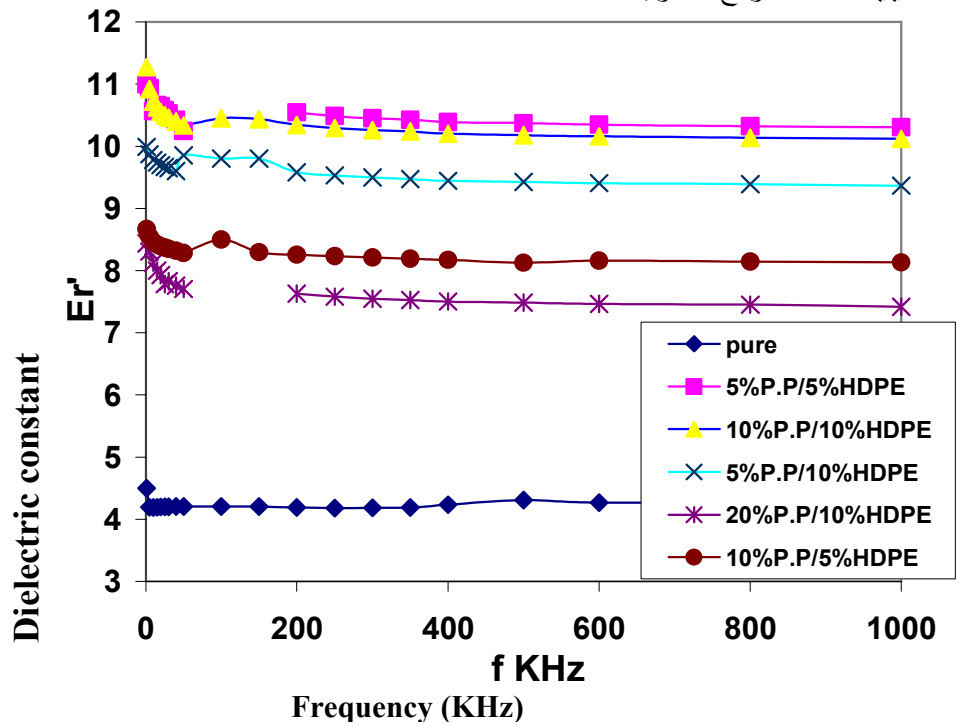
٣-بالنسبة لقيم ثابت العزل الكهربائي الخيالي فقد عانت سلوكا مشابها وكانت في اعلى قيمها للنموذج المشوب ب % 10 P. P, 10 % HDPE .

٤- قيم ظل زاوية الفقد ارتفعت هي الاخرى من جراء الاضافة ولوحظ ان الزيادة كانت مترافقة مع زيادة نسبة ال P. P في التوليفة . وكانت في اعلى قيمها للنموذج المشوب بــ HDPE 10% P. P, 20 % .

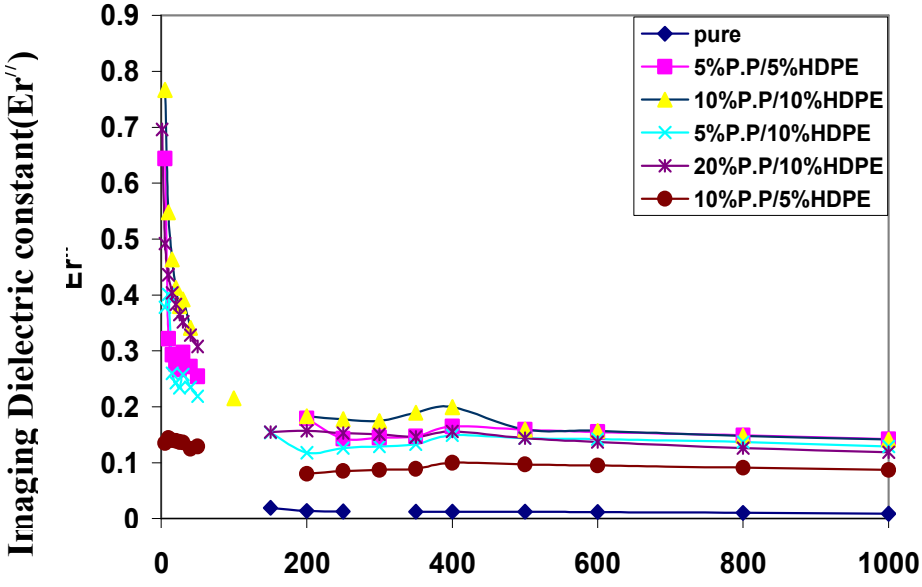
٥- منحنيات الاجهاد – توتر للنماذج المشوبة – بشكل عام- كانت افضل من مثيلتها للنموذج النقي فالاخير كان يمثل منحنيا لمادة (هشة – ضعيفة) إذ نلاحظ قلةالاستطالة مع الاجهاد المسلط وانخفاض قيم معامل يونك مقارنة بالنماذج المشوبة.

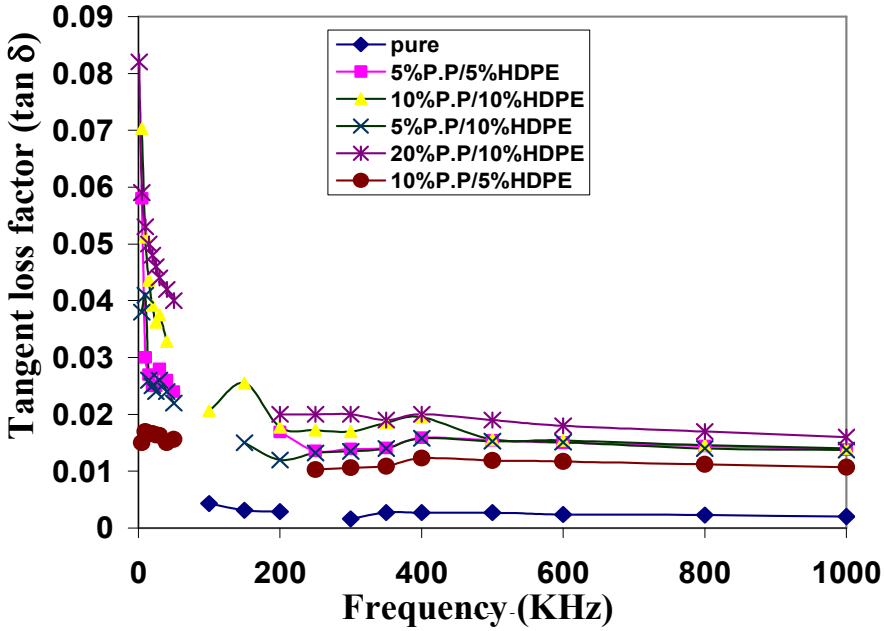
٦- منحنيات النماذج المشوبة كانت تتجه نحو سلوك اكثر مرونة إذ نجد ازدياد الاستطالة مع الاجهاد ترافقه زيادة في قيم معامل يونك ولمعظم المواد والتراكيز قيد الدراسة . فيما نجد انها تقترب من سلوك (لين – متين) ، كما نلاحظ زيادة قيم الاستطالة مع زيادة نسبة الاضافة وزيادة نسبة الـHDPE في التوليفة. وعليه وبشكل عام يمكن القول ان عملية الاضافة قد عملت على تدعيم بنية الشمع الاساسية وجعله اكثر قابلية على تحمل الاجهادات العالية .

٧-بالنسبة للخواص الحرارية . ادت عملية الاضافة الى ارتفاع درجة الانصهارللنماذج المشوبة مقارنة بالنموذج النقي ولعموم المواد والتراكيز قيد الدراسة . كما نجد ايضا ان اعلى القيم كانت من نصيب النموذج المشوب ب 20%P . P / 10%HDPE يليه النموذج المشوب 10%HDPE 10%P.P.

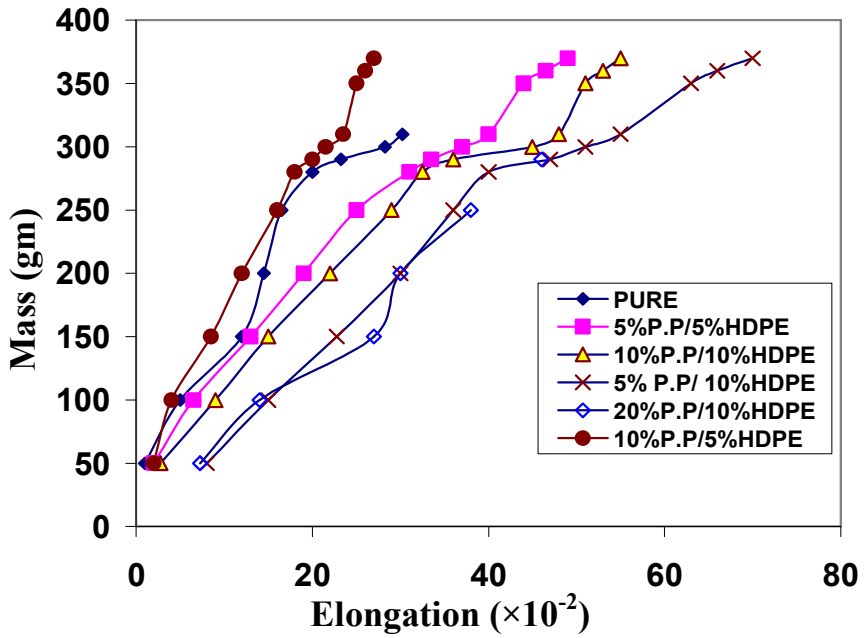


شكل(١)العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي والتردد لتوليفات الشمع النقي والمشوب





شكل (٣) :العلاقة بين ظل زاوية الفقد والتردد لتوليفات الشمع النقي والمشوب



شكل (٤): منحني الاجهاد – الانفعال لنماذج شمع البارافين النقي **والمشوب**

المصـــادر

١- عبد ال ادم ، كوركيس وكاشف الغطاء، حسين "*كيمياء وتكنلوجيا البوليمرات* " ، كلية العلـــوم، جامعـــة البـــصرة ، البصرة / ١٩٨٣ .

٢- محمد عزيز، ذنون وعبد ال ادم، كوركيس "*كيمياء الجزيئات الكبيرة* " ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ١٩٨٠

٣- محمد عزيز، ذنون "*الكيمياء العضوية للدائن وتشخيصها* " كلية العلوم ، جامعة بغداد ١٩٩٠ .

٤- عبد الغفور ، هند "*دراسة الخواص الفيزيائية لتوليفات شمعية بوليمرية وتاثير اشعة كاما على تلك الخواص*" ،رسالة ماجستير، كلية التربية –بن الهيثم ، جامعة بغداد ،العراق ١٩٩٩ .

٥- عبدالحسين ، علي "*دراسة الخواص الفيزيائية لتوليفات شمعية بوليمرية* " رسالة ماجستير، كلية التربية ، الجامعـــة المستنصرية العراق ، ٢٠٠٠ .

٦- ا تاكر ، انا " *الكيمياء الفيزياوية للبوليمرات* " موسكو ، موسكو ١٩٧٢.

٧- الكبيسي ، رافع قدوري و محسن، علي "*دراسة الخواص الفيزياوية لتوليفات شمعية بوليمرية* " مجلة كلية التربية ، الجامعة المستنصرية ، ٩ ، ٣٦٥، ٢٠٠٤.

8 - John .F , Anderson*" Applied Dental Materials"* . Mcbe,6th ,England,June (1984) .

9 - MCGraw-Hill"*Encyclopedia of Science and Technology*" ,14, p.p170 , 1987

10– van , Kerlen W. *" Properties of polymer"*John Wiely and Sons,New York,1976 .

11- L.Minkova *"Thermomechanical and some properties of Irradiated films Prepared froms polymer Blends*" Polymer Degradation and Stability . 1985.

12- *"Organized redox molecular assemblies"*, *J – Phys , chem.* . A104 /49/ P 11 , P.P 11540, 2000 .