# تحضير الخلائط البوليمرية ( بولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول) (PAni / PVA )
# بطريقة كيميائية ودراسة بعض الخواص الكهربائية لها

**روزا عبد الرزاق صالح**
**قسم الكيمياء / كلية العلوم / جامعة البصرة.**

**الخلاصة**

تم في هذا البحث تحضير بوليمر البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول بطريقة كيميائية، حيث تم تشخيص البوليمر المحضر بطرق التشخيص الطيفية، مطيافية تحت الحمراء و مطيافية فوق البنفسجي، درست التوصيلية الكهربائية المتناوبة لبوليمر (البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول ) كدالة لدرجة الحرارة، وتأثير تشويب البوليمر بمادة P-toluene sulfonic acid على التوصيلية الكهربائية المتناوبة (κ). أفضل نسبة تشويب كانت 0.1 غرام من المادة المشوبة مع 0.1 غرام من نموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول إذ بلغت أعلى قيمة للـ ( κ ) للبوليمر المشوب وتساوي (0.384) أوم$^{-1}$ سم $^{-1}$ في درجة حرارة (353) كلفن مقارنة مع البوليمر غير المشوب إذ بلغت أعلى قيمة للـ (κ) ( $1.51*10^{-7}$) أوم$^{-1}$. سم$^{-1}$ في نفس الدرجة الحرارية .

## Preparation of Poly aniline- poly vinyl alcohol ( PAni / PVA) by chemical method and Study of its some Electrical Conductivity

**Roza A. Salih**

**Abstract:**

poly aniline- poly vinyl alcohol were prepared by chemical method. The polymers are identified by FT- IR. and UV spectroscopy.

The alternative electrical conductivity of poly aniline- poly vinyl alcohol was studied as a function of temperature, and the conductivity property of polymer is modified by doping the polymer with different ratios of p- toluene sulfonic acid .

The best ratio of doped is 0.1 g of p- toluene sulfonic acid with 0.1 g of poly aniline- poly vinyl alcohol with maximum value of the κ for the doped polymer (0.384) $\sigma^{-1}$ cm $^{-1}$ in 353 K compared with the adopted polymer with maximum value of the κ ( $1.51*10^{-7}$ ) $\sigma^{-1}$ cm $^{-1}$ in the same temperature.

**المقدمة :-**

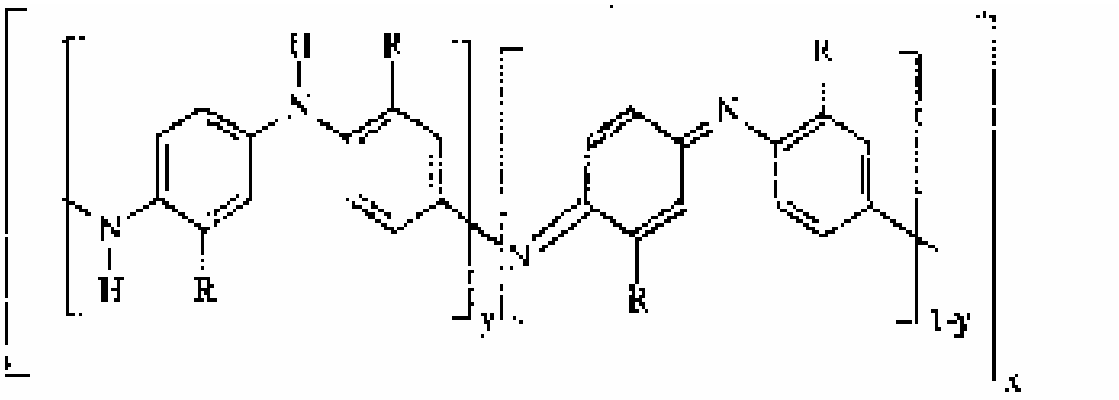
تزداد التوصيلية الكهربائية لبعض البوليمرات شبه الموصلة بزيادة نسبة التشويب، ومن بين صنف البوليمرات الموصلة، البولي أنيلين وهو من البوليمرات المهمة، ومن خصائص البولي أنيلين هو كونه ذائب لذلك يوجد في شكل موصل وهو ثابت من الناحية الحرارية والبيئية [ 3-1 ] .

ويظهر خواص كهربائية عالية (في عملية البرتنة) مع الحوامض البروتونية، ويوجد البولي أنيلين بشكل عازل (قاعدي)

Insulating emeraldine base form

أو بشكل ملح (موصل) [ 4] Conducting emeraldine salt form أن

حالات التأكسد والاختزال للبولي أنيلين ومشتقاته، تمثل بواسطة المعامل y للوحدة المختزلة و (1-y) للوحدة المؤكسدة كما في الترتيب الأتي [5] :-



حيث أن X هي درجة البلمرة و R هي مجموعة معوضة (أي مشتق) البولي أنيلين وتمثل مجاميع الأثيل، ومجموعة الميثوكسي والايثوكسي، أن الشكل المختزل للبولي أنيلين (LEB) يسمى Leuco emeraldine يعطى عندما تكون (y =1) ، والشكل المؤكسد عندما (y = 0) = 1 يسمى Pernigr aniline (PB) وعندما تكون (1-Y) = 0.5 يسمى emeraldine base (EB)

وأن الهيئة الأكثر أستقراراً هي EB والتي يمكن أكسدتها بواسطة الهيدروجين في عملية البرتنة، وتظهر خواص كهربائية جيدة .

أن أشكال PANI PB ، LEB،EB ، يمكن أن تتحول الواحدة إلى الأخرى عن طريق عمليات الأكسدة – الاختزال Redox – process [6 - 8] . تتميز البوليمرات المشتركة المحضرة من البولي أنيلين عن طريق تعويض مجاميع في البولي أنيلين (البولي أنيلين المعوض الحلقي) مثل بولي تولويدين [9 - 10] ، بولي انيسيدين وبولي فينيتيدين Poly phenetidines ومن مميزات هذه الكوبوليمرات أنها أكثر ذائبية مقارنة مع البولي أنيلين غير المعوض، ويظهرذائبية عالية في ( NMP (N- methyl -2- pyrrolidinone وتذوب أيضا في مذيبات قليلة القطبية مثل الكلوروفورم والتولوين [11].

يعرف التوصيل النوعي بأنه المواصلة الفعلية لمحلول الكتروليتي مكعب الشكل أبعاده الوحدة (أي طوله متر واحد ومساحة مقطعه العرضي متر مربع واحد).

أي أن $\kappa = 1/R \cdot L/A = G \cdot L/A$ .....(1)

ويعرف G بأنه مواصلة المادة وتعرف بأنها مقلوب المقاومة.

$G = 1/R$ ، R = المقاومة.

$\kappa$ = موصلية المحلول أو ( الموصلية النوعية)، وهي مقلوب المقاومية.

$$\kappa = 1/\rho$$

$\rho$ (المقاومة النوعية)،

حيث إن النسبة L /A تعرف باسم ثابت الخلية. أما L فهي المسافة بين القطبين وA مساحة المادة

في هذا البحث تم حساب L وهي السمك بواسطة الفيرنير و A تمثل مساحة الدائرة لأن النماذج كبست على شكل أقراص (أي دائرة) ، فحسبت مساحة الدائرة وهي مساحة القطب وحسب ثابت الخلية من قسمة السمك على مساحة الدائرة وباستخدام المعادلة (1) تم حساب التوصيل النوعي.

في هذا البحث تم تحضير ودراسة الصفات الكهربائية للسبائك البوليمرية PANI – $Cr^{+3}$ /PVA باستخدام البولي أنيلين المشوب بمادة البارا تولوين سلفونيك أسد P-toluene sulfonic acid بشكله القاعدي emeraldine base.

**طريقة العمل :-**

**أولاً: تحضير البولي أنيلين و نموذج (البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول)**

تم تحضير البولي أنيلين وذلك بأخذ (1.2) مول من الانيلين في (800) مل من حامض الهيدروكلوريك تركيزه (1) مولاري وبرد المحلول إلى درجة حرارة ( 5 -) م° لمدة ساعتين، حضر محلول آخر متكون من (0.72) مول من الامونيوم بيروكسي داي سلفات وأضيف إليه (400) مل من حامض الهيدروكلوريك تركيزه (1) مولاري ، ومزج المحلولين بواسطة الأضافة التدريجية لمدة ساعتين لإنتاج البولي أنيلين. بعد ذلك تم إضافة كمية قليلة من مادة هيدروكسيد الصوديوم تركيزها (1) مولاري إلى المزيج لترسيب دقائق البولي أنيلين. غسل البولي أنيلين بالماء المقطر عدة مرات وتم ضبط الدالة الحامضية للمحلول $P^H$ [12] ، رشح المحلول وغسل أولاً بالماء المقطر ثم بالايثانول بعد ذلك جفف الناتج لمدة يوم بواسطة جهاز التجفيد تحت الضغط المخلخل عند درجة الانجماد ( Freeze – Drying Machine) من نوع Freeze Mobile E1 .

تم أستخدام البولي أنيلين المحضر في تحضير نموذج البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول وكالتالي :

أذيب البولي أنيلين في حامض الهيدروكلوريك مع N- methyl -2- pyrrolidinone بوجود 20%$CrCl_3$ وبالنتيجة حصل على البولي انيلين المشوب بالكروم (PANI – $Cr^{+3}$ ) وللتخلص من الأوزان الجزيئية الواطئة غسل الناتج بـ Propyl alcohol ثم أضيف Poly vinyl alcohol إلى المحلول بنسبة 50% W/W PANI – $Cr^{+3}$ /PVA في هذا البحث تم مفاعلة البولي أنيلين مع بولي فاينيل الكحول للحصول على نموذج البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول:- [13]

أجريت عملية كبس نماذج البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول إذ كانت أبعاد العينة يتراوح سمكها بين ( 0. 002 - 0.009 ) سم وبنصف قطر (0.65) سم مع نسب مختلفة من المادة المشوبة بارا – تولوين سلفونيك أسد وتم قياس التوصيلية الكهربائية (G) عند درجات حرارية مختلفة ومن قيم (G) تم حساب التوصيل النوعي ( $\kappa$ ) عند مختلف درجات الحرارة لكل العينات [14] .

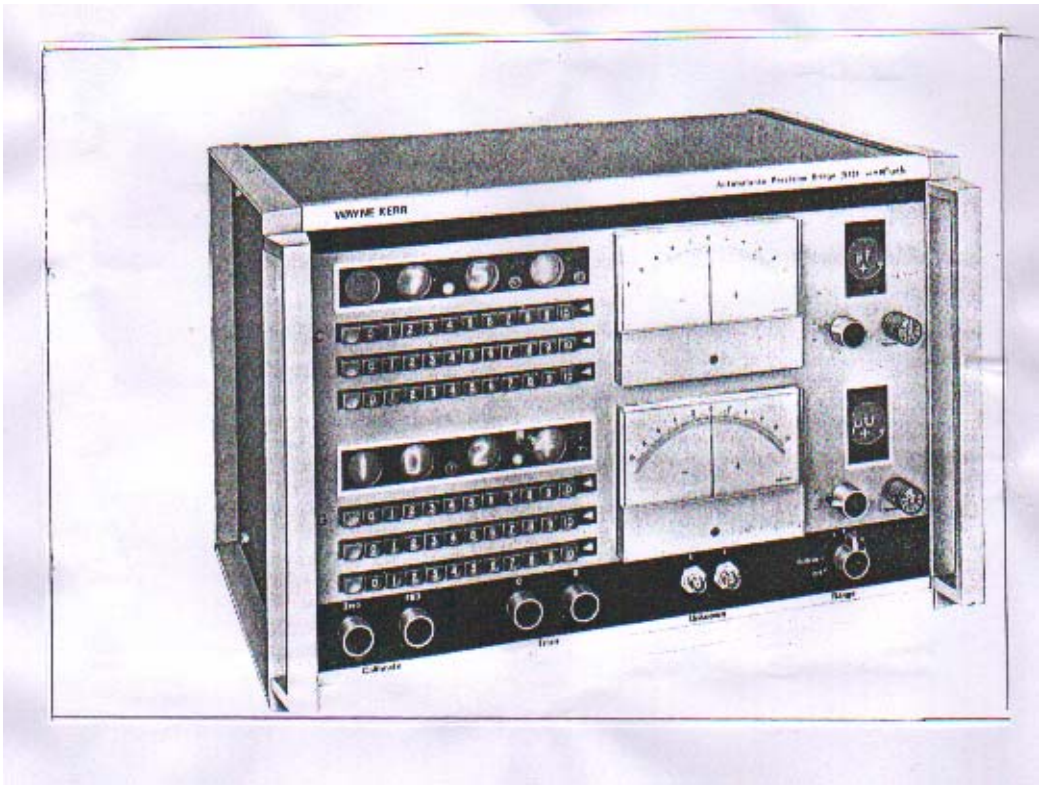
**ثانياً :- تشخيص البولي أنيلين والبولي فاينيل الكحول والبولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول:-**

شخص البولي أنيلين والبولي فاينيل الكحول ونموذج ( البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول ) بتقنيتن وهما مطيافية تحت الحمراء Infrared Spectroscopy (FT IR ) بجهاز نوع FT-IR موديل 8400S,cE من أنتاج شركة SHIMADZU اليابانية وسجل الطيف على شكل قرص بروميد البوتاسيوم ومطيافية فوق البنفسجي(UV-Vis- Spectrophotometer) بجهاز نوع Spectro Scan 80D وسجل الطيف للمحلول في مذيب داي مثيل سلفوكساید وخلية كوارتز.

قيست أطياف فوق البنفسجي للبوليمرات المحضرة بهيأة محاليل في مذيب داي مثيل سلفوكساید ( DMSO) .

**ثالثا :- دراسة الخواص الكهربائية لنموذج البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول**

تم دراسة ( التوصيلية الكهربائية ) المتناوبة σac لنموذج البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول وذلك بواسطة جهاز قياس التوصيلية Conductivity Bridge من نوع Wyne Kerr Auto Balance Precision Type B331 MKII وكانت دقة القراءات بحدود (0.01 ± )% للمدى 100 -10000 أوم. حيث استخدم التيار المتناوب AC المتكون من مصدر للتيار Oscillator وكواشف Detectors خاصة بالمتسعة Capacitor والأخرى خاصة بالتوصيلية الكهربائية فضلا عن متسعة متغيرة Variable Capacitor لموازنة السعة التي تحدثها الخلية وتم معايرة الجهاز قبل الاستخدام بواسطة صندوق المقاومة Resistance Box. الشكل ( 1) يوضح شكل الجهاز الخاص بقياس التوصيلية المتناوبة.




**الشكل (1) الجهاز الخاص بقياس التوصيلية المتناوبة**

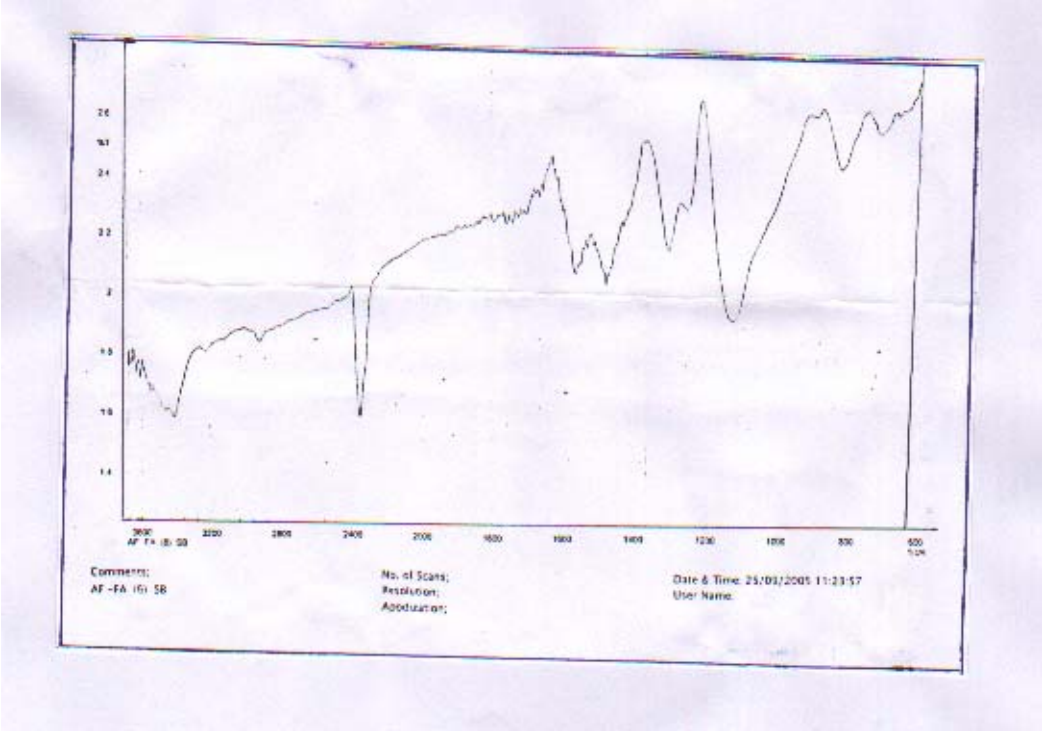
**النتائج والمناقشة:-**

**أولاً :- تشخيص البوليمرات المحضرة:**

**أ- أطياف تحت الحمراء (IR) Infrared Spectroscopy**

شخصت المجاميع الفعالة للمواد المحضرة باستخدام مطيافية تحت الحمراء، ويمثل الشكل ( 2 ) و(3) و(4) طيف تحت الحمراء للنماذج .

إذ يلاحظ من الشكل ( 2 ) الذي يمثل طيف تحت الحمراء لنموذج البولي أنيلين ظهور حزمة امتصاص عند العدد الموجي (3380) سم $^{-1}$ الذي يمثل التذبذب الاتساعي لمجموعة ( N-H) وظهور حزمة أخرى عند العدد الموجي (1480) سم$^{-1}$ و (1560) سم$^{-1}$ والذي يمثل التذبذب الاتساعي لمجموعة (C=C) الاروماتية، أما الحزمة عند العدد الموجي (1300) سم$^{-1}$ فتعزى لمجموعة (C-N). والحزمة عند العدد الموجي (800) سم$^{-1}$ تدل على وجود مجموعة ( C-H) الاروماتية (التذبذب الانمائي خارج المستوي).

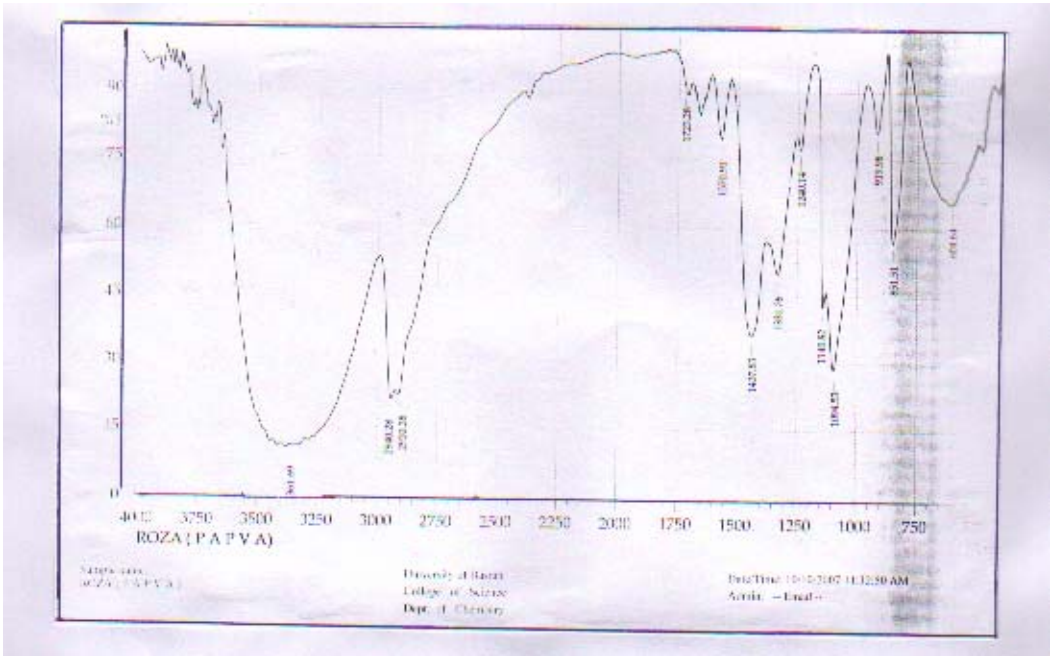



الشكل (2) طيف تحت الحمراء للبولي أنيلين

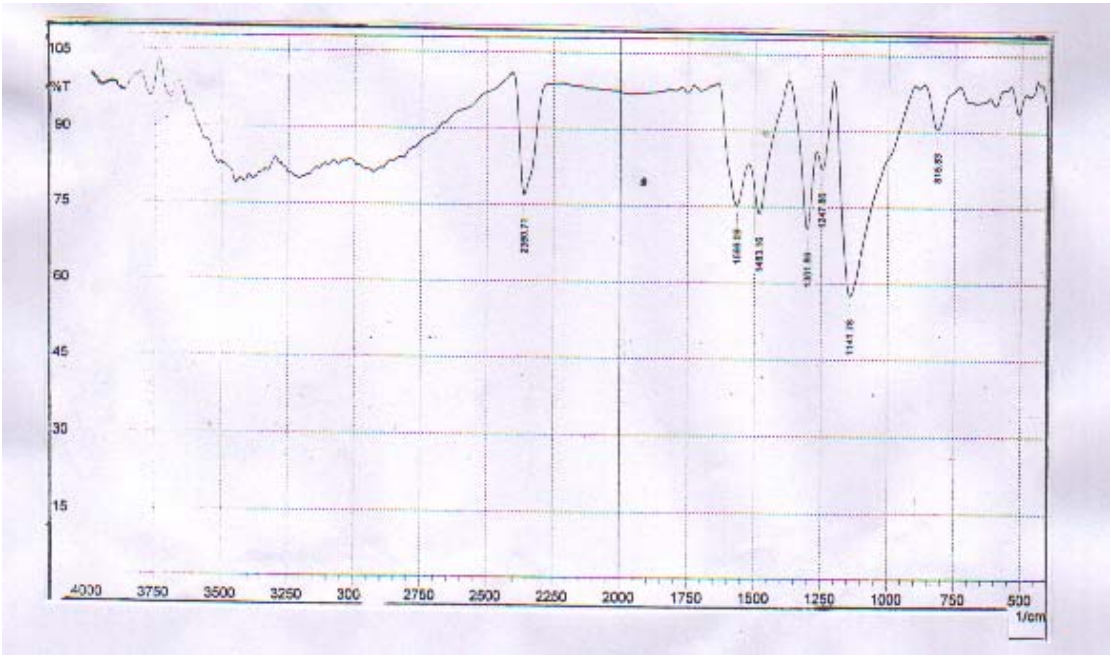
ويلاحظ من الشكل ( 3 ) الذي يمثل طيف تحت الحمراء لنموذج البولي فاينيل الكحول ظهور حزمة امتصاص عند العدد الموجي (3361) سم$^{-1}$ تدل على مجموعة (O-H) في الكحولات، أما الحزمة عند العدد الموجي (2940) سم$^{-1}$ فتعزى إلى مجموعة ($CH_2$) غير المتناظر، أما الحزمة عند العدد الموجي (2910) سم$^{-1}$ فتعزى إلى مجموعة ($CH_2$) المتناظر، أما الحزمة عند العدد الموجي (1437) سم$^{-1}$ فتعزى إلى مجموعة (C-H)، أما الحزمة عند العدد الموجي (1094) سم$^{-1}$ فتعزى إلى مجموعة (C-O-H).

و يلاحظ من الشكل ( 4 ) الذي يمثل طيف تحت الحمراء لنموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول يلاحظ ظهور حزمة امتصاص عند العدد الموجي ( 1566 ) و( 1483) سم$^{-1}$ التي تدل على اهتزاز المط لمجموعة (C=C) ، ويلاحظ ظهور حزمة امتصاص عند العدد الموجي (1301) سم$^{-1}$ التي تدل على

مجموعة ( C-N )، ويلاحظ ظهور حزمة امتصاص عند العدد الموجي (1141) سم$^{-1}$ والتي تدل على مجموعة ( C-C-N)، ويلاحظ ظهور حزمة امتصاص عند العدد الموجي (815 ) سم$^{-1}$ والتي تدل على مجموعة C-H.



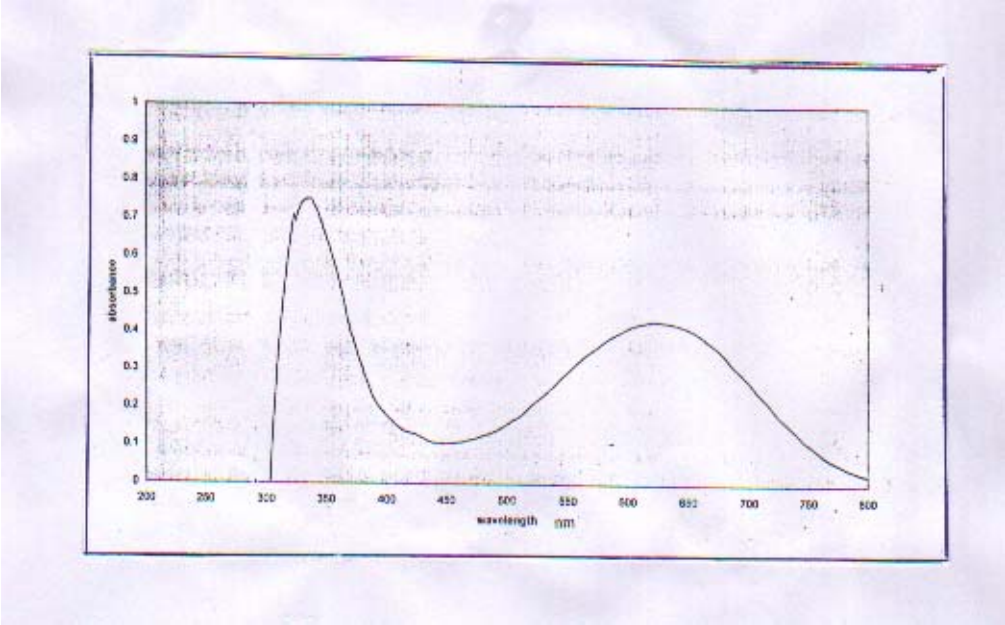

الشكل ( 3 ) طيف تحت الحمراء للبولي فاينيل الكحول




الشكل ( 4) طيف تحت الحمراء لنموذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول

قيس طيف فوق البنفسجي للنماذج بهيأة محاول في مذيب داي مثيل سلفوكسايد ويوضح الشكل (5) و(6) و(7) نماذج من طيف فوق البنفسجي .

ويلاحظ من الشكل ( 5 ) الذي يمثل طيف فوق البنفسجي لنموذج البولي أنيلين في طيف فوق البنفسجي للبولي أنيلين، يظهر الطيف قمتين القمة الأولى عند الطول الموجي( λ max) ( 336.8 ) نانومتر ، أما القمة الثانية فظهرت عند الطول الموجي ( λ max ) (621.05 ) نانومتر، ويعود سبب ظهور قمتين في طيف فوق البنفسجي للبولي أنيلين إلى امتلاك البوليمر طبيعة عالية في تعاقب الأواصر المزدوجة في طيف الامتصاص (UV – VIS).



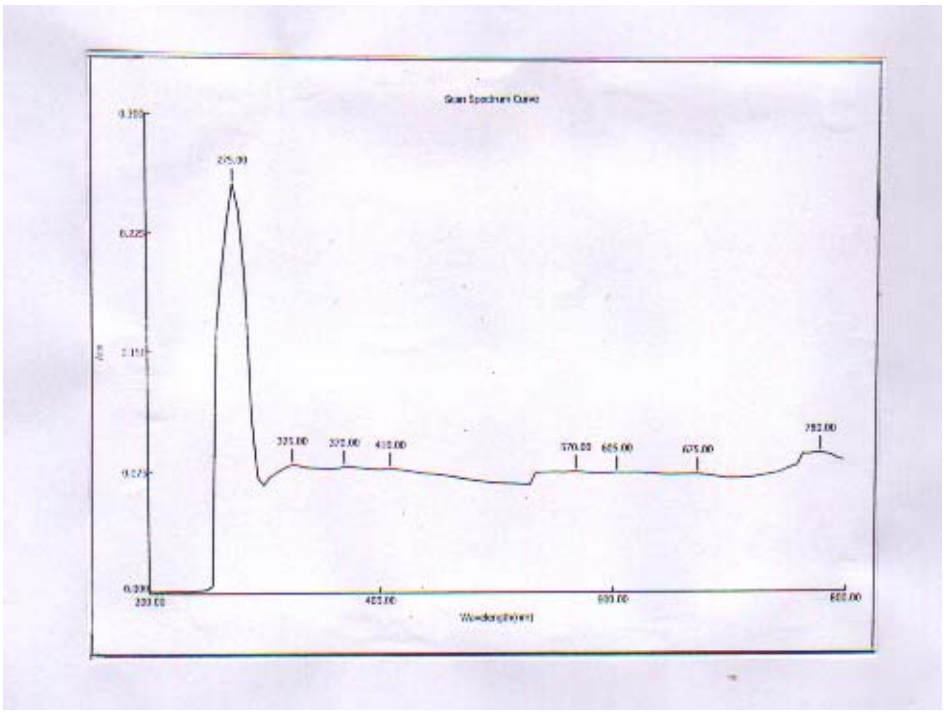

الشكل (5) طيف فوق البنفسجي للبولي أنيلين

ويلاحظ من الشكل ( 6 ) الذي يمثل طيف فوق البنفسجي لنموذج البولي فاينيل الكحول في طيف فوق البنفسجي للبولي فاينيل الكحول ، يظهر الطيف قمة واحدة فقط عند الطول الموجي(λ max ) (275 ) نانومتر ويعود سبب ظهور هذه القمة في طيف فوق البنفسجي للبولي فاينيل الكحول إلى الانتقال الالكتروني من نوع ($\pi^*$ n ) نتيجة لوجود مجموعة (OH) .

ويلاحظ من الشكل ( 7 ) الذي يمثل طيف فوق البنفسجي لنموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول إلى امتلاك الطيف قمتي أمتصاص القمة الأولى عند الطول الموجي (λ max) ( 245.7 ) نانومتر وذات أمتصاصية 1.397، أما القمة الثانية فظهرت عند الطول الموجي ( λ max ) (600 ) نانومتر وذات امتصاصية 0.147، ويعود سبب ظهور قمتين في طيف فوق البنفسجي للبولي أنيلين بولي فاينيل الكحول إلى امتلاك البوليمر طبيعة عالية في تعاقب الأواصر المزدوجة في طيف الامتصاص (UV – VIS)، ولوحظ بأن لون الخليط البوليمري كان بنفسجي. القمة الأولى تعود إلى الانتقال الالكتروني من نوع

( $n \longrightarrow \pi^*$ ) نتيجة لوجود مجموعة ($NH_2$) .

أما القمة الثانية فعائدة إلى الانتقال ( $\pi \longrightarrow \pi^*$ ) نتيجة امتلاك البوليمر طبيعة عالية في تعاقب الأواصر المزدوجة في طيف الامتصاص (UV – VIS) [15] .




الشكل ( 6) طيف فوق البنفسجي للبولي فاينيل الكحول

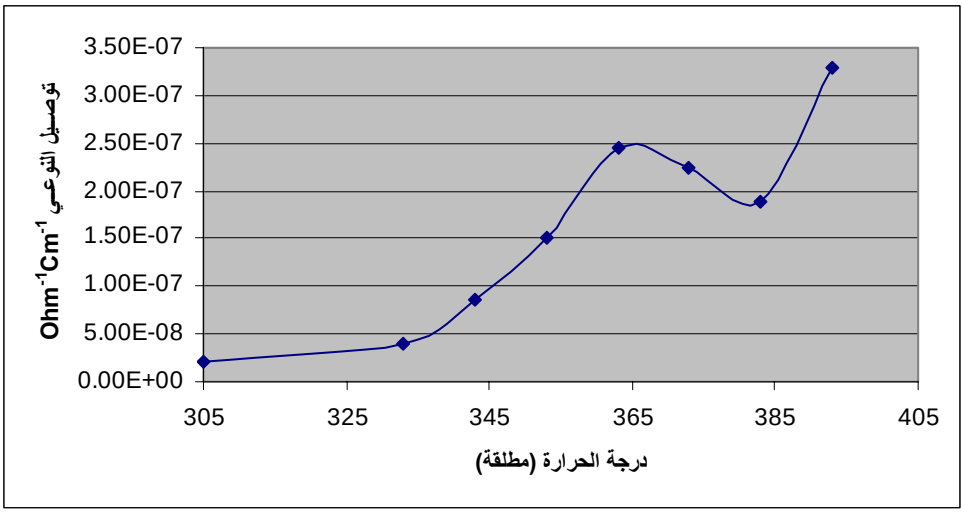

الشكل ( 7) طيف فوق البنفسجي لنموذج البولي انيلين – بولي فاينيل الكحول

**ثانياً :- قياس التوصيلية الكهربائية لنماذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول في الحالة الصلبة**

درست التوصيلية الكهربائية لبوليمر البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول كدالة لدرجة الحرارة، وتأثير تشويب البوليمر بمادة P-toluene sulfonic acid وتحسين توصيليته النوعية، اذ تم حساب التوصيل النوعي.

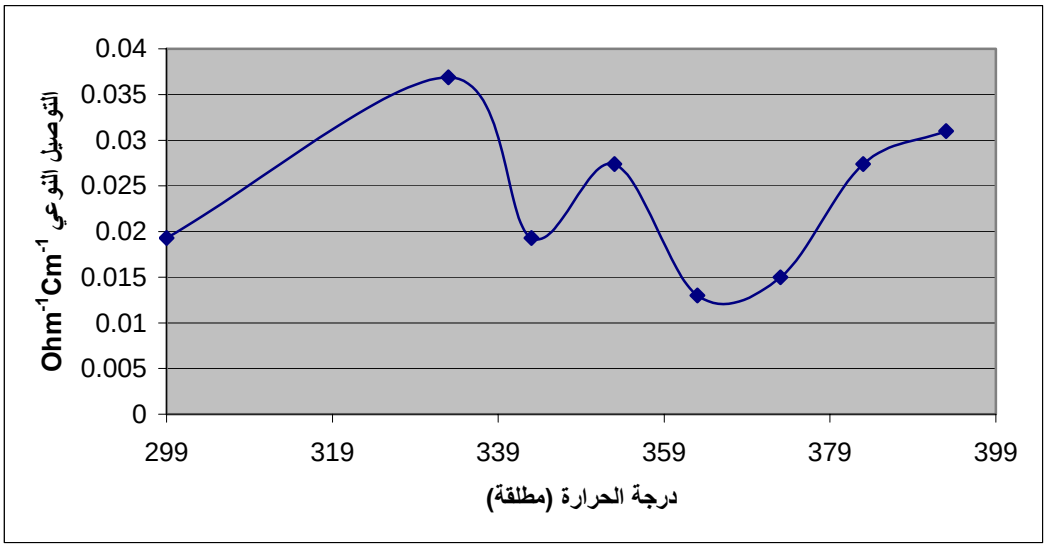
توضح الأشكال من ( 8 ) إلى ( 13 ) العلاقة بين قيم التوصيلية المتناوبة σac لنماذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول) المشوب بمادة (PTSA)

يلاحظ من الشكل ( 8 ) الذي يمثل العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ( κ ) ودرجة الحرارة لنموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول بدون تشويب بمادة البارا تولوين سلفونيك أسد PTSA ازدياد في قيم التوصيل النوعي مع زيادة درجة الحرارة وبلوغ أعلى قيمة للـ ( κ ) وتساوي $3.29*10^{-7}$ أوم$^{-1}$ سم$^{-1}$ في درجة حرارة (393) مطلقة.



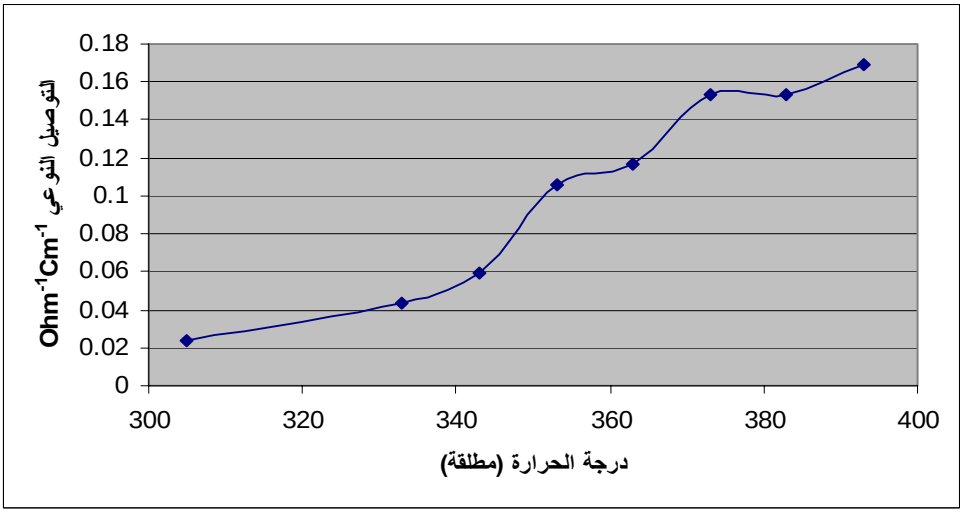

الشكل ( 8 ) العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ( κ )
ودرجة الحرارة لنموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول
بدون تشويب بمادة البارا تولوين سلفونيك أسد PTSA

ويلاحظ من الشكل ( 9 ) الذي يمثل العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ودرجة الحرارة بعد تشويب نموذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول بمادة ( PTSA) بمقدار 0.02 غرام من المادة المشوبة مع 0.18 غرام من نموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول أزدياد في قيم التوصيل النوعي (κ ) مع درجة الحرارة وبلوغ أعلى قيمة للـ ( κ ) وتساوي (0.0369) أوم$^{-1}$ سم$^{-1}$ عند درجة حرارة (333) كلفن، مما يدل على تأثير المادة المشوبة زيادة التوصيلية الكهربائية مقارنة مع البوليمر بدون تشويب .




الشكل ( 9) العلاقة بين التوصيل النوعي ودرجة الحرارة
لـ 0.02 غرام من البارا تولوين سلفونيك أسد مع 0.18 غرام
من البوليمر البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول

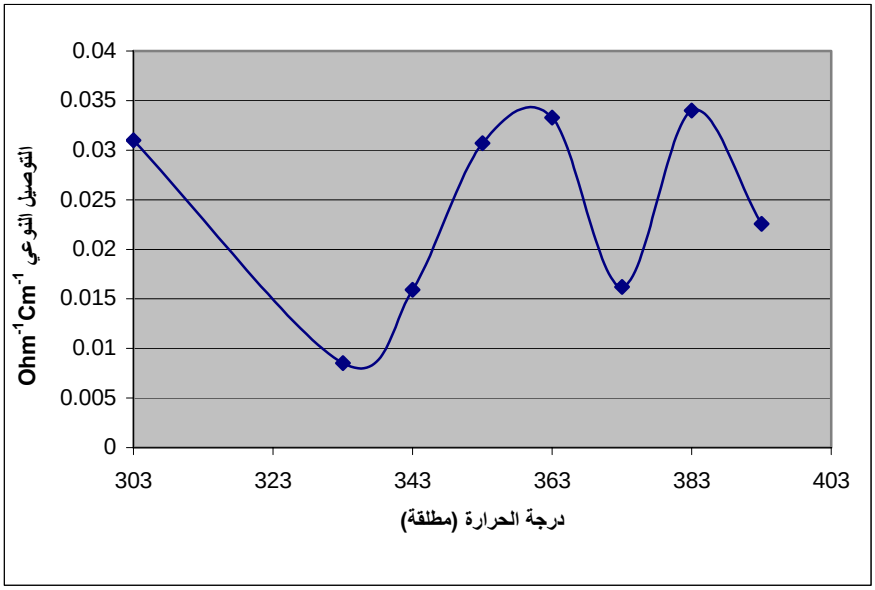
ويلاحظ من الشكل ( 10 ) الذي يمثل العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ودرجة الحرارة بعد تـشويب نموذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول بمادة (PTSA) بـمقدار 0.04 غرام من المـادة المـشوبة مـع 0.16 غرام من نموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول، إذ يلاحظ زيادة في قيم التوصـيل النـوعي( κ ) بصورة منتظمة مع درجة الحرارة وبلوغ أعلى قيمة للـ ( κ ) تساوي 0.1695 أوم$^{-1}$ سم $^{-1}$ فـي درجـة حرارة 393 كلفن، مما يدل على تأثير المادة المشوبة في زيادة التوصيلية الكهربائيـة مقارنـة مـع النـسبة السابقة، ويعود سبب ازدياد قيم التوصيل النوعي مع زيادة درجة الحرارة إلى زيادة حركة الشحنات الحـرة. واعتماد التوصيلية مع درجة الحرارة [14].




الشكل (10 ) العلاقة بين التوصيل النوعي ودرجة الحرارة

لـ 0.04 غرام من البارا تولوين سلفونيك أسد مع 0.16 غرام
من البوليمر البولي أنيلين – بولي فاينيل

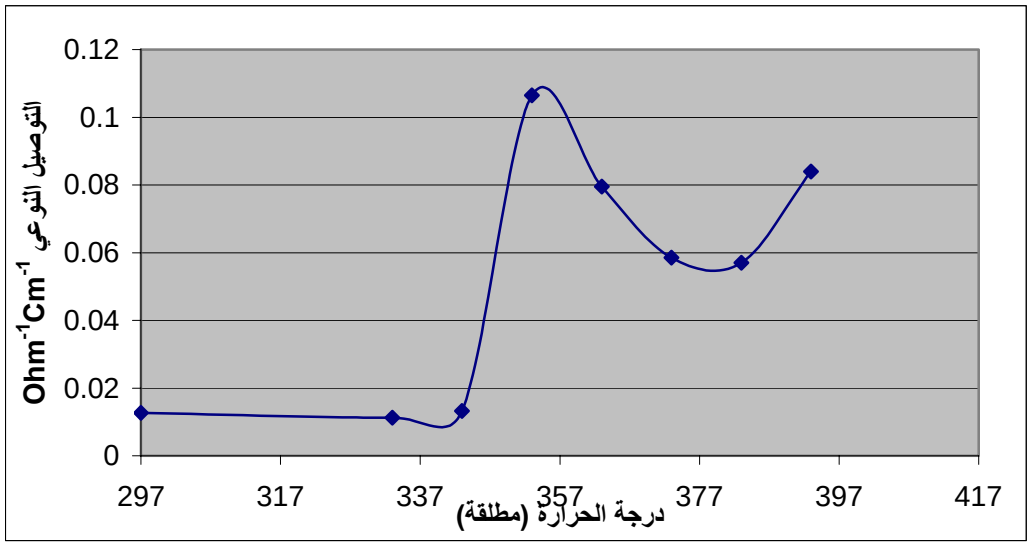
الشكل ( 11 ) يمثل العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ودرجة الحرارة بعد تشويب نموذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول بمادة ( PTSA) بمقدار0.06 غرام من المادة المشوبة مع 0.14 غرام من نموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول، انخفاض في قيم التوصيل النوعي (κ ) مع ازدياد درجة الحرارة ثم ازدياد في قيم التوصيل النوعي (κ ) مع ازدياد درجة الحرارة وبلوغ أعلى قيمة للـ ( κ ) تساوي (0.034) أوم$^{-1}$ سم $^{-1}$ في درجة حرارة (383) كلفن ويعود سبب انخفاض قيم التوصيل النوعي (κ ) في هذه النسبة من التشويب إلى احتمال احتياج النموذج إلى فترة زمنية للمعاملة الحرارية ليبلغ النموذج بالكامل الدرجة الحرارية المطلوبة.




الشكل ( 11) العلاقة بين التوصيل النوعي ودرجة الحرارة
لـ 0.06غرام من البارا تولوين سلفونيك أسد مع 0.14 غرام
من البوليمر البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول

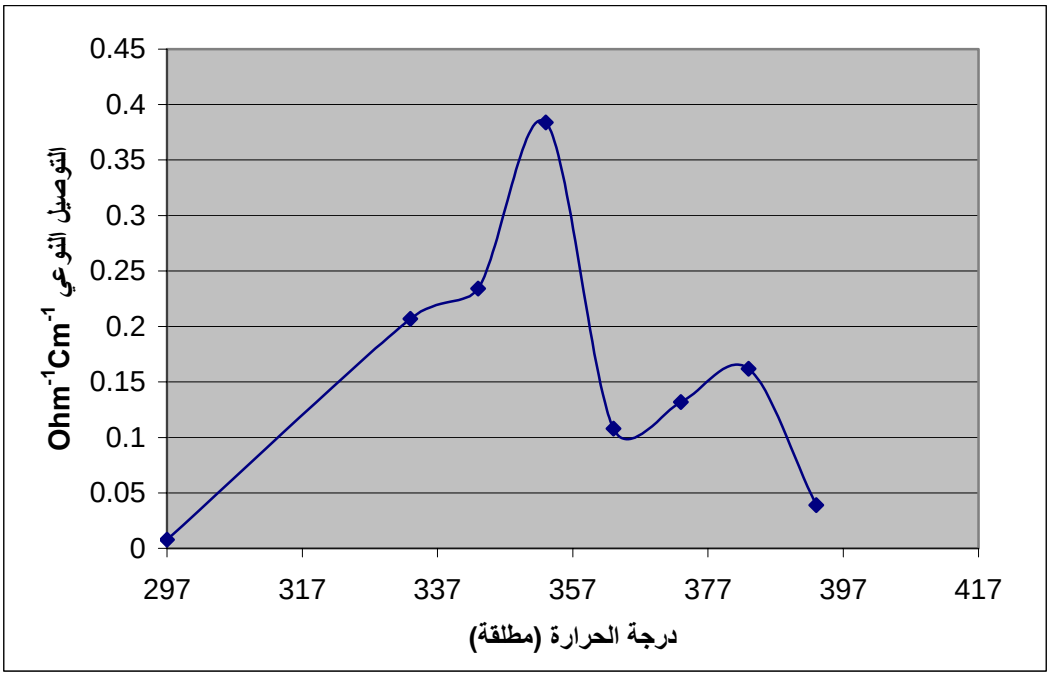
ويلاحظ من الشكل ( 12 ) الذي يمثل العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ودرجة الحرارة بعد تشويب نموذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول بمادة (PTSA) بمقدار 0.08 غرام من المادة المشوبة مع 0.12 غرام من نموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول ، ازدياد في قيم التوصيل النوعي ( κ ) مع درجة الحرارة وبلوغ أعلى قيمة للـ ( κ ) وتساوي (0.106) أوم$^{-1}$ سم $^{-1}$ في درجة حرارة (353) كلفن ثم نلاحظ انخفاض قيم التوصيل النوعي مع ازدياد درجة الحرارة ويعود سبب انخفاض قيم التوصيل النوعي في

هذه النسبة من التشويب إلى احتمال احتياج النموذج إلى فترة زمنية للمعاملة الحرارية ليبلغ النموذج بالكامل الدرجة الحرارية المطلوبة.




الشكل (12 ) العلاقة بين التوصيل النوعي ودرجة الحرارة
لـ 0.08 غرام من البارا تولوين سلفونيك أسد مع 0.12 غرام
من البوليمر البولي أنيلين – بولي فاينيل

ويلاحظ من الشكل ( 13 ) الذي يمثل العلاقة بين قيم التوصيل النوعي ودرجة الحرارة بعد تشويب نموذج البولي أنيلين - بولي فاينيل الكحول بمادة البارا – تولوين سلفونيك أسد (PTSA) بنسبة 0.1 غرام من المادة المشوبة مع 0.1 غرام من نموذج البولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول زيادة في قيم التوصيل النوعي( κ ) مع درجة الحرارة وبلوغ أعلى قيمة للتوصيل النوعي ( κ ) وتساوي 0.384 أوم$^{-1}$ سم$^{-1}$ في درجة حرارة 353 كلفن، ثم نلاحظ أنخفاض في قيم التوصيل النوعي مع ازدياد درجة الحرارة، ويعود سبب ارتفاع قيم التوصيل النوعي مع درجة الحرارة في البداية إلى تأثير المادة المشوبة في أحداث زيادة عالية في التوصيل أي كلما زادت نسبة التشويب كلما تزداد ( κ ) بصورة منتظمة مع درجة الحرارة.




الشكل (13) العلاقة بين التوصيل النوعي ودرجة الحرارة
لـ 0.1 غرام من البارا تولوين سلفونيك أسد مع 0.1 غرام
من البوليمر البولي أنيلين – بولي فاينيل الكحول

نستنتج أن أفضل نسبة للتشويب هي 0.1 غرام من المادة المشوبة مع0.1 غرام من نمـوذج البـولي أنيلين- بولي فاينيل الكحول إذ بلغت أعلى قيمة لـ (κ) للبوليمر المشوب وتساوي 0.384 أوم$^{-1}$ سـم$^{-1}$ في درجة حرارة 353 كلفن مقارنة مع البوليمر غير المشوب إذ بلغت قيمة لـ κ 1.51 *$10^{-7}$ أوم$^{-1}$ . سم$^{-1}$ في نفس الدرجة الحرارية.

**شكر وتقدير :-**

أقدم شكري وتقديري إلى الأستاذ الدكتور علي زايد الربيعي ، كلية العلوم / قسم الكيميـاء، لتـسهيله مهمـة القياس في جهاز التوصيل الكهربائي.

**المصادر :-**

1. Jayakannan, M. ; Anilkumar, P.; Sanju, A.. European polymer journal. (2006).
2. Mcmanus, P.M.; Cushman, R.J. and Yang, S.C. J. phys. Chem. 91,744. (1987).

3. Paul, E.M.; Ricco. A.J. and Wrighton, M.S. J.phy. chem.89,1441. (1985).

4. Gosh, M.; Barman, A. A.K.; Meikap, S.K. De.; and Chatterjee,S. Physics Letters A, 260. (1999) .
5. Albuquerque, J.E.; Mattoso, L.H.C.; Balogh, D.T.; Faria,R.M. Masters; J.G. and Macdiarmid, A.G. Synthetic Metals, 113. (2000).
6. Shoji, E. and Freund, S.M. J. Am. Chem.. soc. 123, no. 14. (2001).
7. Focke, W.W. and Wnek, G.E. J.electro. Anal. Chem.. 256, 343. (1988).
8. Billingham, N.C.; Calvert, P.D.; Kurimura, Y.; Litmanovich, A.A. and Papisov, I.M. Conducting polymers/ molecular recognition, advances in polm. Sci. 90. ( 1989).
9. Wei, Y.; Hsueh, K.; Tang, X. and Sun, Y. Polymer preprints. Vol. 30, no.1. ( 1989).
10. Ram, M.K.; Sundaresan, N.S. and Malhotra, B.D. J. phys. Chem. 97, 11580. (1993).

11. Kim, JIW.; Choi, Hyoung J.; and To, Kiwing. Polymer engineering and science 39. ( 1999).
12. Lee, Y.H.; Kim, C.A.; Jang, W.H.; Choi, H.J. and John , M.S. Polymer. 42. (2001).

13. Soares,D.A.W.; de Souza, P.H.O.; Rubinger, R.M.; de Queiroz,A.A.A.;Higa, O.Z. and de Souza, L.R.Brazilian. J.Physics, vol .34, no.2B. (2004) .

14. تـاكر ،آنـا أ. "الكيميـاء الفيزيائيـة للبـوليمرات" .إصـدارات جامعـة الموصـل. ترجمـة : أكرم عزيز محمد . (1984) .

15. Silverstein ,P.M.; Bassler ,C.C.;. Morill, T.C. “Spectrometric Identification of organic compounds” .Wiley-Inter science , N.Y. , 4th ed. (1981).