

Study of Methyl Orange Effect on the Optical and Electrical Properties of Polystyrene (PS)

Dr. Nahida J.H.

Applied Science Department, University Technology/Baghdad

Karrar M. Ali

Applied Science Department, University Technology/Baghdad

Email: Karrarmohammed79@yahoo.com

Received on: 6/11/2013 & Accepted on: 6/3/2014

ABSTRACT

The present work was concerned with study of the methyl orange(MO) dye concentration effect on the optical properties ,and electrical properties of polystyrene(PS).

The samples were casted as films from the homopolymer(PS) stated above and the Dye/PS(MO/PS)composites at (3.44,6.7,and 12.5%) concentration. These prepared polymer systems were evaluated spectrophotometrically. It was found increasing in absorption spectra with increasing of the dye concentration in Dye/PS composites above, which was attributed to the increasing in localized states. The results proved that the best absorption was of (12.5%MO/PS), and of the lowest energy gap was (3.15eV),The optical constant (α, k, n, ϵ_r , and ϵ_i)for the homopolymer (PS) , (Dye/PS) composites, and hybrid composites at different concentration were investigated at($\lambda_c, 300\text{nm}$). It was seen that there was nonlinear relationship between the optical constants and the concentration ratio, which was attributed to their incompatibility. These results were confirmed with optical micrographs. The (FTIR) spectra showed shifting, appearance ,and disappearance of new band, which was attributed to change in tacticity, geometry in the structure ,and overlapping of polymer composites band involved. The results proved that there was nonlinear relationship between the carrier concentration, mobility, fast increase in the (12.5%MO/PS, and became of order(10^{-6}). The increase in the conductivity with dye concentration was attributed to increase of the localized states in the energy gap.

Keywords: MO/PS, Optical Properties, Electrical Properties

دراسة تأثير صبغة المثل البرتقالي على الخواص البصرية والكهربائية على البولي ستايرين

الخلاصة:

ان الهدف من البحث هو دراسة تأثير تركيز صبغة المثل البرتقالي(MO) على الخواص البصرية والكهربائية للبولي ستايرين(PS).

حضرت العينات كأفلام من البوليمر النقي(PS) والمترابكات البوليمرية(صبغة / بولي ستايرين)(MO/PS) وبالتركيز(3.44,6.7, 12.5%). درست الافلام البوليمرية المحضرة طيفيا. وجد تزايد في طيف الامتصاصية بأزدياد تركيز الصبغة. وقد اعزى ذلك الى تزايد في الحالات الموضعية داخل فجوة الطاقة. اظهرت النتائج ان اعلى امتصاصية كانت للمترابك(12.5%MO/PS) وانه ذي اقل فجوة طاقة(3.15eV). تم حساب الثوابت

البصرية (α, k, n, ϵ_r , and ϵ_i) للبوليمر النقي (PS)، والمترابكات (صبغة إبولي ستايرين) بمختلف التراكيز عند الأطوال الموجية ($\lambda_c, 300\text{nm}$). وجد ان هناك علاقة لاختية ما بين الثوابت البصرية والتراكيز، وقد اعزي ذلك لعدم وجود توافق في الصبغة ما بين البولي ستايرين والصبغة. وقد عززت النتائج بفحص المجهر الضوئي. بينت أطياف (FTIR) وجود زحف ظهور واختفاء حزم في مناطق أخرى، وقد اعزي ذلك الى التغير في التشكيل والتركيب الهندسي، وتداخل في حزم المترابكات البوليمرية مدار البحث. لوحظ زيادة سريعة في توصيلية البولي ستايرين بازدياد تركيز الصبغة واصبحت من رتبة $10^{-6} (\Omega \cdot \text{cm})$ بالنسبة للمترابك (12.5% MO/PS)، أي ضمن توصيلية اشباه الموصلات. ان زيادة في التوصيلية نتيجة زيادة في تركيز الصبغة الذي يعمل بدوره على زيادة في عدد الحالات الموضعية داخل فجوة الطاقة وبالتالي تناقص في فجوة الطاقة.

المقدمة:

الصبغة العضوية مركب هيدروكربوني غير مشبع، وتتألف الصبغات العضوية من جزيئات كبيرة تمتلك تركيباً معقداً ولها طيف امتصاص و فلورة واسعين في منطقتي الطيف المرئي وفوق البنفسجي من الطيف الكهرومغناطيسي. يكون وزنها الجزيئي كبيراً لاحتوائها على سلسلة اقترانية (Conjugated) مكونة من ذرات كاربون المرتبطة باواصر مفردة (Single) ومزدوجة (Double) متناوبة التي يطلق عليها نظام الكروموفور (Chromophore) [1,2]. يمتاز الكروموفور بالامتصاص للضوء في المنطقة فوق البنفسجية والمرئية مما يجعل الصبغة ملونة لكون انتقال الامتصاص ($S_0 \rightarrow S_1$) حدث في المنطقة المرئية [3]. إن الكروموفورات هي المجموعة المسؤولة عن منح (Imparting) صفة التلون للجزئية، لذلك تبدو جزيئة الصبغة لبعض الصبغات التي تمتص الطول الموجي الذي يقع ضمن المدى (400-800nm) للضوء المرئي، حيث يكون بلون معين [4]. تصنف الصبغات وفقاً للتطبيق والتي ضمنها الصبغات الأزوية (Azoic Dyes). ان الاسم الدولي (International Non Proprietary Name (INN) للمثل البرتقالي هو (Methyl Thioninium Chloride). تعمل منظومة الاواصر المزدوجة على زحف طيف الامتصاص نحو المنطقة المرئية وتدعى هذه المنظومات بالكروموفورات (Chromophores) [5]. من دراسة الخواص البصرية، يمكننا معرفة طبيعة الأواصر ونوعية التركيب الداخلي للبوليمر. ويمكن تحديد عدة خواص بصرية للبوليمر من معرفة أطياف الامتصاص والنفاذية في مذبات مختلفة من الطول الموجي. إذ يمكن الاستدلال على نوعية الأواصر وحزم الطاقة عند دراسة مدى الطيف فوق البنفسجي (UV) [7,8]. وتعرف الامتصاصية (A) بدلالة النفاذية (T) وفق العلاقة الآتية:

$$A = \text{Log} \frac{I_0}{I} = -\text{Log} T = \text{Log} \frac{1}{T} \quad \dots(1)$$

I_0 = شدة الضوء النافذ

I = شدة الضوء الساقط

A = الامتصاصية

كما يمكن حساب معامل الامتصاص بموجب العلاقة الآتية:

$$\alpha = 2.303A/d \quad \dots (2)$$

حيث:

A = امتصاصية المادة

d = سمك النموذج (cm)

$$T = \exp -2.303A \quad \dots(3)$$

وان الانعكاسية يمكن الحصول عليها من أطياف الامتصاصية والنفاذية وفقاً لقانون حفظ الطاقة:

$$R + T + A = 1 \quad \dots (4)$$

حيث تمثل كل من R, T والانعكاسية على التوالي. يشير الامتصاص الأساس الى الانتقال من نطاق الى آخر أو انتقالات الإثارة، لإثارة أي إلكترون من نطاق التكافؤ الى نطاق التوصيل. ان الامتصاص الأساس، يمكن استخدامه لتحديد فجوة الطاقة، بسبب الانتقالات التي قد تخضع الى قوانين الاختيار (Selection Rules). وان الطول الموجي للقطع (λ_c) يمثل مدى الامتصاص الأساسي ويرتبط بفجوة الطاقة بالعلاقة [7,8]:

$$\lambda_c = 1240 / E_g \quad \dots(5)$$

حيث ان E_g تمثل فجوة الطاقة البصرية (Optical Energy Gap).

$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g)^{1/r} \quad \dots(6)$$

$E_g = (eV)$ فجوة الطاقة البصرية
 $h\nu = (eV)$ طاقة الفوتون الممتص
 $B =$ ثابت

$r =$ معامل اسي.

وحيث ان (r) قيمة تجريبية يمكن ان يأخذ اى من هذه القيم (3, 2, 3/2, 1/2) اعتمادا على المادة ونوع الانتقال البصري. [6].

تعتبر الثوابت البصرية مهمة جدا لانها تصف السلوك البصري للمواد. ان معامل الامتصاص للمادة يكون دالة قوية جدا لطاقة الفوتون وفجوة الطاقة.

ان معامل الامتصاص (α) يعطى بالعلاقة (2). و ان معامل الانكسار (n) يعطى بالعلاقة [7,8]:

$$R = ((n-1)^2 + k^2) / ((n+1)^2 + k^2) \dots (7)$$

$K=0$

$$R = (n-1)^2 / (n+1)^2 \dots (8)$$

$$n = (1+R^{1/2}) / (1-R^{1/2}) \dots (9)$$

ان معامل الخمود (k) يمكن حسابه باستخدام العلاقة:

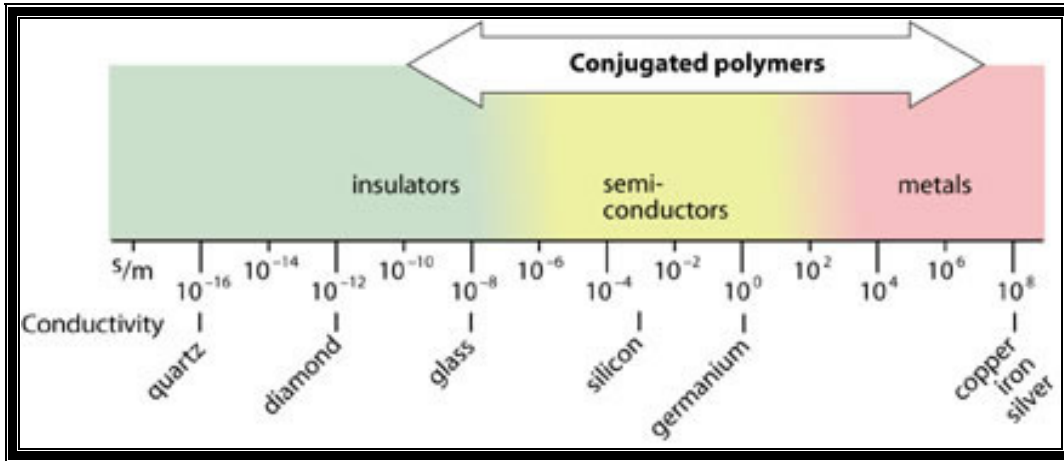
$$k = \alpha \lambda / 4\pi \dots (10)$$

ان ثابت العزل (ϵ) يقسم الى جزئين , جزء حقيقي (ϵ_r) و جزء خيالي (ϵ_i): [9]

$$\epsilon = (n+ik)^2 \dots (11)$$

$$\epsilon_r = (n^2 - k^2) \dots (12)$$

$$\epsilon_i = 2nk \dots (13)$$



الشكل (1) يمثل توصيلية البوليمرات مقارنة بالمواد الأخرى .

يمثل الشكل(1) توصيلية البوليمرات مقارنة بالمواد الأخرى.

الجزء العملي Experimental Part:

استخدمت أيضا طريقة الإذابة في تحضير النماذج من المواد المترابطة وكانت على نوعين

أ- المترابطة (بوليمر/صبغة): (Dye/PS)Composites

وتم تحضيرها باستخدام صبغة الميثيل البرتقالي ' (M.O) بتركيز مختلفة (3.44%, 6.7%, 12.5%) صبغة لدراسة تأثير تركيز الصبغة على الخواص البصرية والكهربائية للبولي ستايرين .

حضرت النماذج بخلط النسب الوزنية من الصبغة المختارة مع PS وإذابتهما في الداى كلوروميثان.

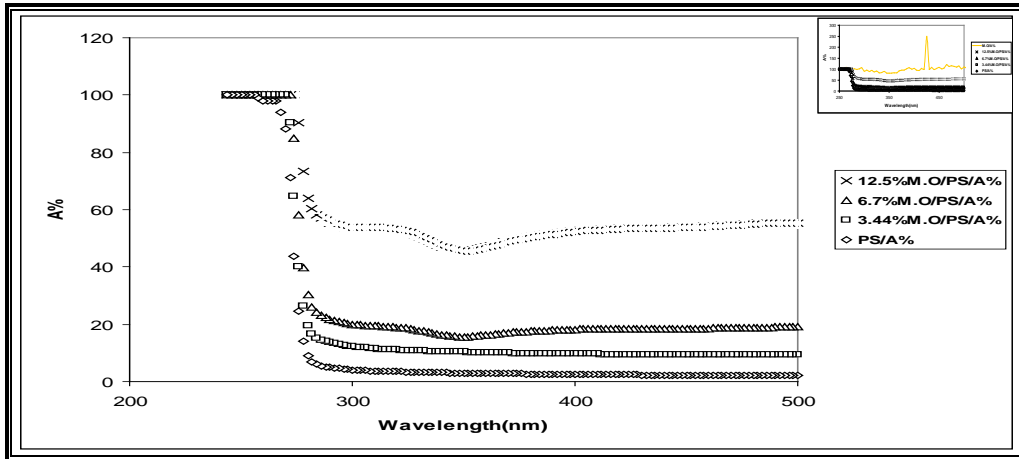
استخدمت الفيرنية الرقمية في قياس سمك النماذج المحضرة من البولي ستايرين PS والمترابطة MO/PS بتركيز مختلفة وكانت بحدود (0.1mm).

أجريت القياسات الطيفية (الامتصاصية والنفاذية) على النماذج مدار البحث باستخدام المطياف نوع Spectrophotometer UV/160/Shimadzu .

استخدمت أطيف الامتصاص في حساب فجوة الطاقة والثوابت البصرية للنماذج المحضرة . حسبت فجوة الطاقة من رسم العلاقة ما بين $(\alpha h\nu)^{1/2}$ و طاقة الفوتون ($h\nu$) وباستخدام القيم التجريبية ($r = 1/2, 3/2, 2, 3$) ولقد وجد إن أفضل خطية تم الحصول عليها عندما ($r = 1/2$) مما يشير إلى إن الانتقال من النوع المباشر (فجوة الطاقة مباشرة) للعينة مدار البحث .
تم حساب الثوابت البصرية (معامل الامتصاص α , معامل الانكسار n , معامل الخمود k والجزء الحقيقي والجزء الخيالي لتأثير العزل باستخدام العلاقات .

النتائج والمناقشة (Results & Discussion)

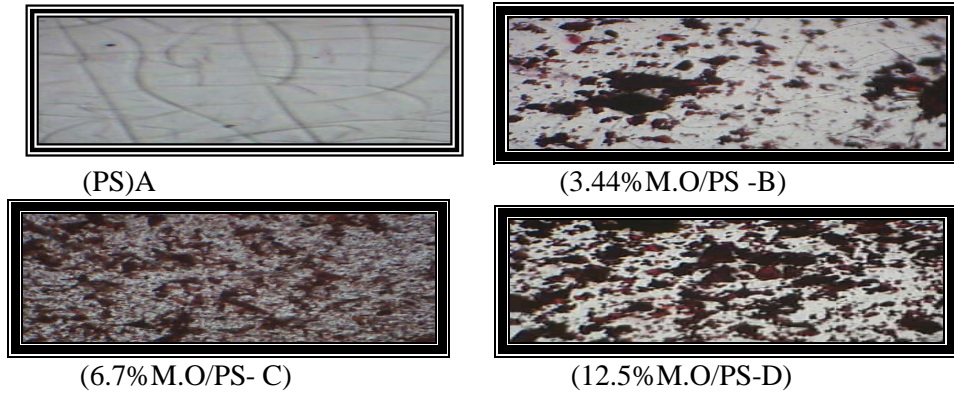
1- القياسات الطيفية عند المنطقة المرئية وال فوق البنفسجية UV/VIS-Spectroscopy يبين الشكل (2) , اطيف الامتصاص ضمن المدى (200nm-500nm) للبولي ستايرين (PS) والمترابكات (MO/PS) وبمختلف التراكيز . بالنسبة للبولي ستايرين نلاحظ احتمالية امتصاص عالية دون الطول الموجي (275nm) ثم تقل بشكل سريع عند الأطوال الموجية الاعلى من (280nm) الى حوالي (8%) . اما فيما يخص المترابكات فنلاحظ زيادة في طيف الامتصاص بازدياد تركيز الصبغات , كما ان هناك زحف نحو الاطوال الموجية الأطول وهبوط تدريجي في طيف الامتصاص وبشكل خاص بالنسبة للمترابك (12.5MO/PS) , ولقد اعزى ذلك في حالة المترابكات , إلى حدوث حالات موضعية داخل فجوة الطاقة مما أدى الى زيادة في الامتصاصية ويتفق ذلك مع ما توصل اليه S.A , Ayman , S.K , Mohammed , و Tariq, S.A [11,10,5]. اضافة الى ذلك ان طيف الامتصاص لا يعكس نفس طيف امتصاص المفردات المكونة له (PS) و (Dyes) [10].



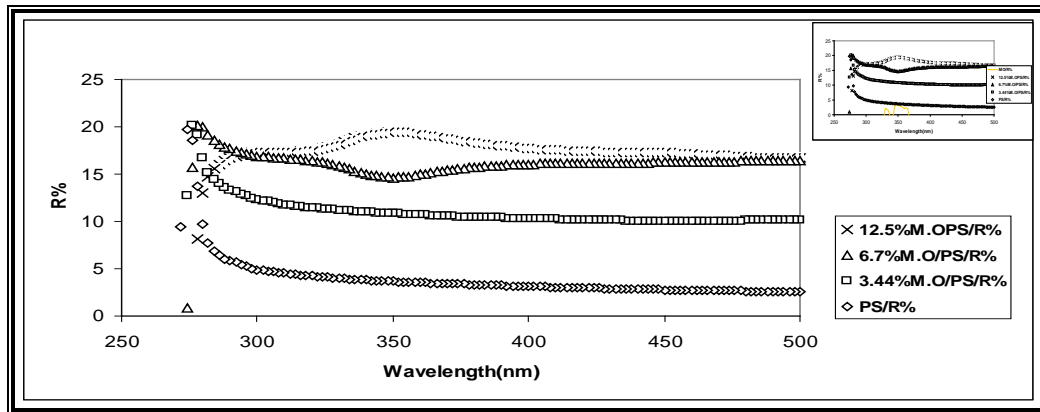
شكل (2) اطيف الامتصاص للبولي ستايرين (PS), الصبغة (MO), والمترابكات (MO/PS) بمختلف التراكيز

يبين الشكل (3) صور المجهر الضوئي للنماذج مدار البحث والتي تظهر التغير في توافق الصبغة مع الاساس (PS) من حيث التغير في تجمع الصبغة الاساس (Clustering). والذي يمثل تجمع (Clustering) للمثل البرتقالي داخل الاساس البوليمري (اللبولي ستايرين) وتزداد التوافقية بازدياد التركيز.

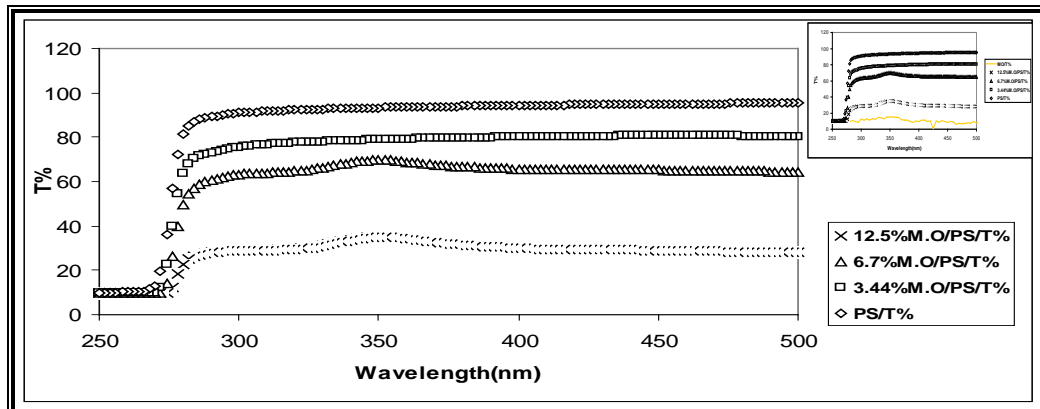
يبين الشكل (4) , اطيف الانعكاس للنماذج مدار البحث والشكل (5) اطيف النفاذية للنماذج مدار البحث لوحظ ان اطيف الامتصاص والانعكاس تسلكان عكس سلوك اطيف النفاذية حيث تقل النفاذية بازدياد تركيز الصبغة ويتفق هذا مع Marwa, R.F و Iman, M.N [13, 12].



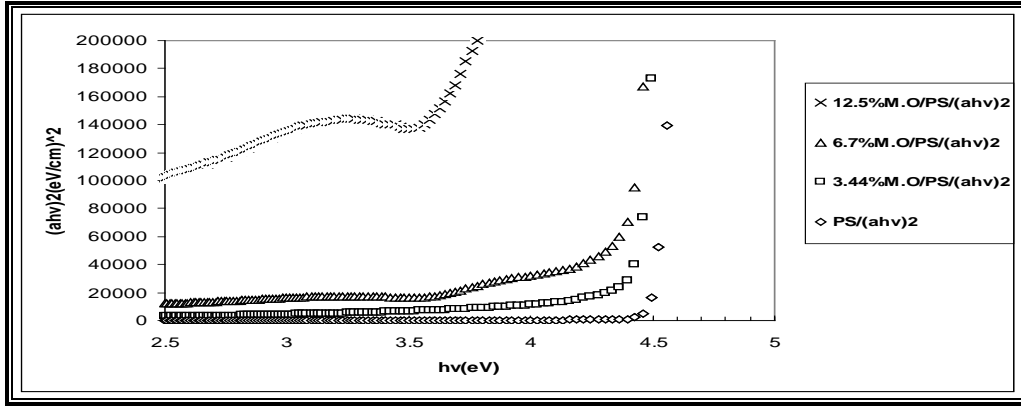
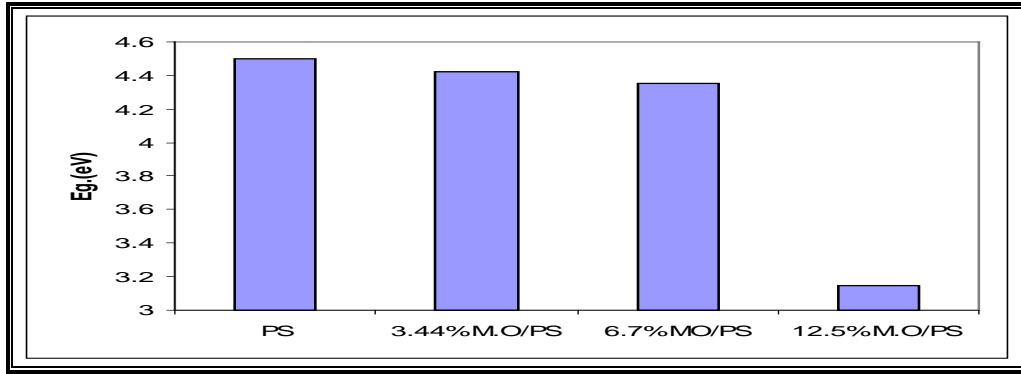
شكل (3) يوضح صور المجهر الضوئي للنماذج مدار البحث وقوة تكبير X10



شكل (4) اطيف الانعكاسية للبولي ستايرين (PS) والمترابكات (MO/PS) بمختلف التراكيز



شكل (5) اطيف النفاذية للبولي ستايرين (PS) والمترابكات (MO/PS) بمختلف التراكيز

الشكل (6) العلاقة بين $(ahv)^2$ و (hv) للبولي ستايرين (PS) والمترابكات (MO/PS) بمختلف التراكيز

الشكل (7) علاقة فجوة الطاقة والتراكيز للمترابكات (MO/PS)

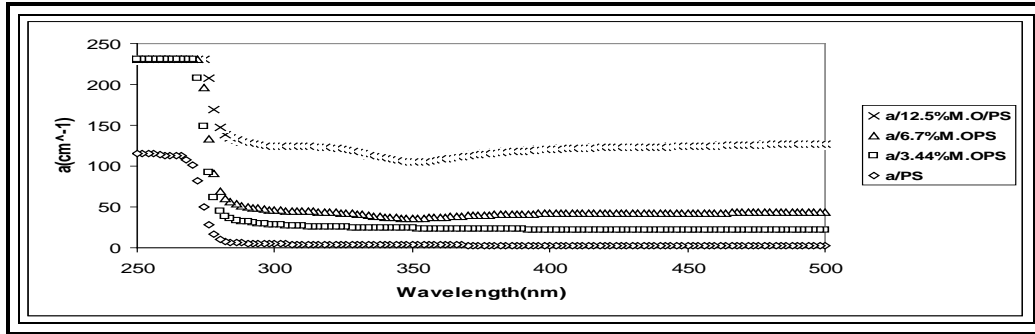
فجوة الطاقة Energy gap :-

تم حساب فجوة الطاقة (E_g) برسم $(ahv)^{1/r}$ مقابل (hv) باخذ قيم مساوية الى (2, 3, 3/2, 1/2) و لقد تم الحصول على جزء خطي اكثر مناسبة عند $(r = 1/2)$, الذي يشير الى انتقال من النوع المباشر كما مبين في الشكل (6). اما فيما يخص البولي ستايرين النقي فان فجوة الطاقة (4.5eV) , كما لوحظ تناقص ملحوظ في فجوة الطاقة بازدياد تركيز الصبغات مدار البحث وبشكل خاص فيما يتعلق بالمترابك (12.5% MO/PS) ان زيادة التركيز تعمل على زيادة المستويات الموضعية داخل فجوة الطاقة مما يؤدي الى تناقصها ويتفق ذلك مع ما توصلت اليه البحوث السابقة [10-15] الشكل (7) يبين علاقة فجوة الطاقة بالتركيز.

معامل الامتصاص Absorption Coefficient :-

يبين الشكل (8) تغير معامل الامتصاص مع الطول الموجي للبولي ستايرين (PS) والمترابكات (MO/PS) بمختلف التراكيز. هناك زحف في طيف معامل الامتصاص الخطي نحو اطوال الموجية الاطول نتيجة تناقص فجوة الطاقة [11,13] . ان سلوك معامل الامتصاص يشبه سلوك الامتصاصية , كما لوحظ ازدياد في معامل الامتصاص بازدياد تركيز الصبغة وقد اعزى ذلك الى ازدياد المستويات الموضعية وبالتالي تناقص في فجوة الطاقة [13,14] .

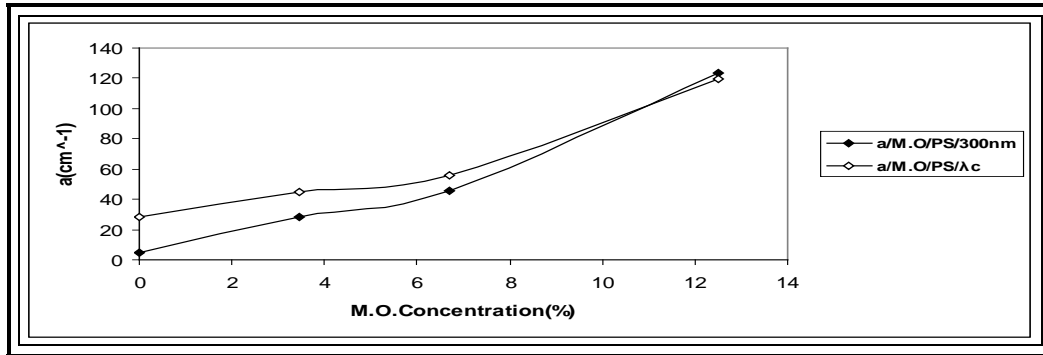
يبين الشكل (8,9) العلاقة بين معامل الامتصاص عند (λ_c) , و عند الطول الموجي (300nm) لوحظ زيادة في معامل امتصاص بازدياد تركيز الصبغة للأسباب المذكورة اعلاه [11,13,14] , كما ان سلوك العلاقة غير خطي (Non Linear Relationship) ناتجة من عدم توافق ما بين الصبغات والبولي ستايرين الثنائية والهجينة ويتفق هذا مع ما توصل اليه [15] Naidu, B.V, etal.



الشكل (8) علاقة معامل الامتصاص بالطول الموجي للبولي ستايرين والمترابكات (MO/PS)

معامل الخمود Extinction Coefficient :

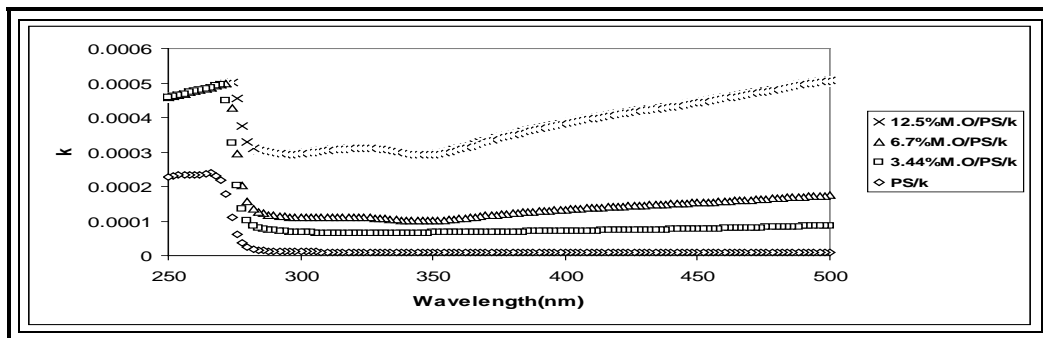
يبين الشكل (10)، تغير معامل الخمود مع الطول الموجي للبولي ستايرين والمترابكات (MO/PS) بمختلف التراكيز. نلاحظ ان سلوكه شبيه بسلوك الامتصاصية ومعامل الامتصاص [7,15,16]. و الشكل (11) يبين تغير معامل الخمود مع تركيز الصبغة ولاحظ انه يزداد بازدياد تركيز الصبغة لجميع الصبغات [13]، وان العلاقة بين معامل الخمود وتركيز الصبغة علاقة لا خطية لاسباب سابقة الذكر [16-22]



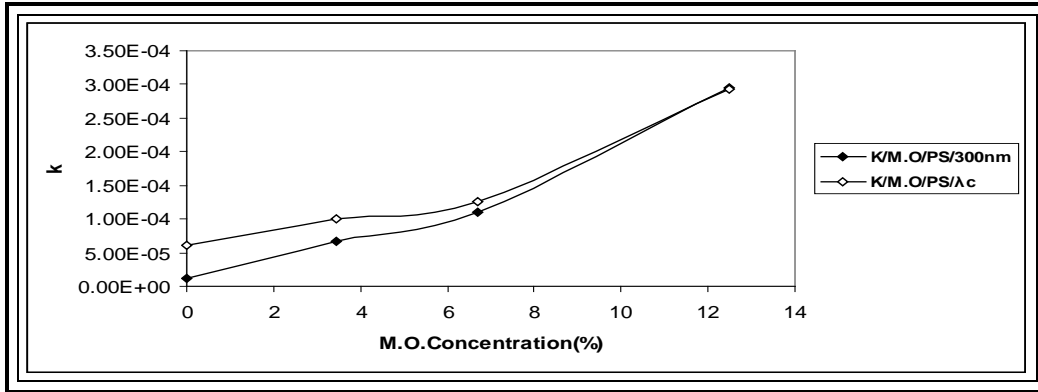
الشكل (9) علاقة معامل الامتصاص وتركيز (MO)

معامل الانكسار Refractive Index :-

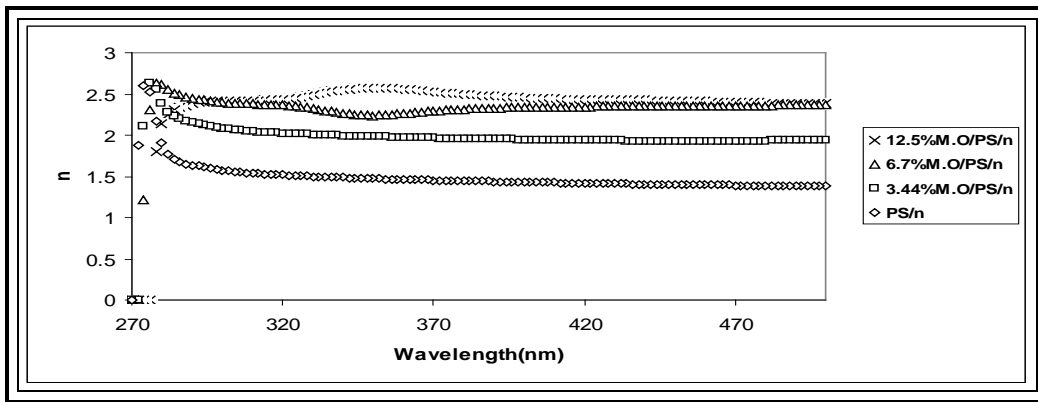
يبين الشكل (12) علاقة معامل الانكسار مع الطول الموجي، حيث نلاحظ ان تغيره يتبع اطياف الانعكاسية للشكل (13) على التوالي، حيث يزداد معامل الانكسار بازدياد الانعكاسية والعكس صحيح [13,14]. ان التغير في (n) مع الطول الموجي، يعود الى بعض التفاعلات ما بين الفوتونات والالكترونات. اذ يتغير معامل الانكسار بتغير الطول الموجي لحزمة الضوء الساقط الناتجة من هذه التفاعلات [22,23]. والشكل (13) تبين علاقة معامل الانكسار مع تركيز الصبغة، وانها علاقة لا خطية وهذا يتفق مع [13,14,16]. وان النماذج ذوات معامل الامتصاص الاعلى هي (12.5% MO/PS) وهذا يبين انها اقل شفافية ويتفق ذلك مع ما توصل اليه Tariq, F.A [5].



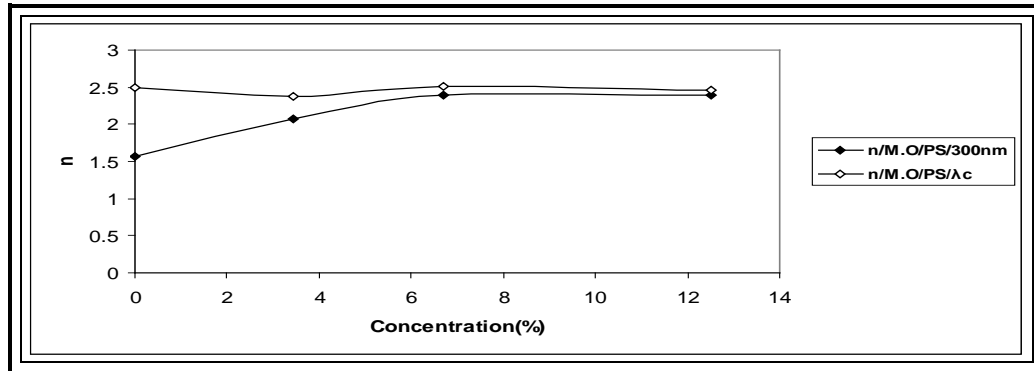
الشكل (10) علاقة معامل الخمود بالطول الموجي للمترابكات (MO/PS)



الشكل (11) علاقة معامل الخمود بالطول الموجي وتركيز (MO)



لشكل (12) علاقة معامل الانكسار مع الطول الموجي للمتراكبات (MO/PS)

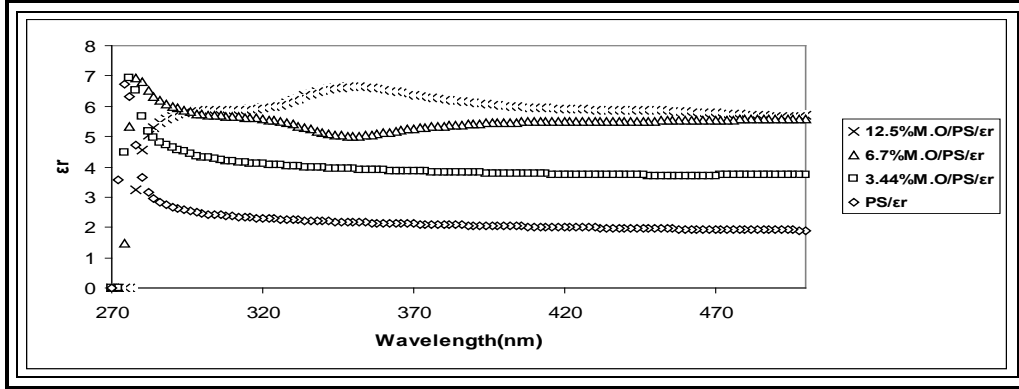


الشكل (13) علاقة معامل الانكسار وتركيز (MO)

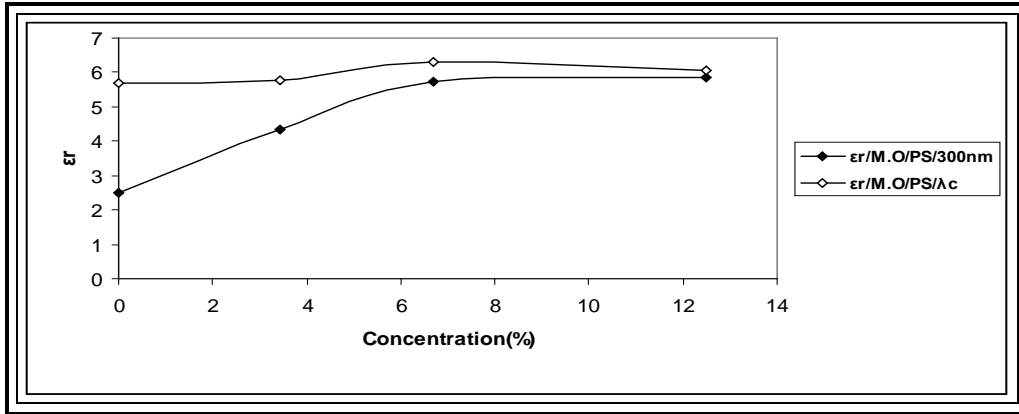
ثابت العزل الكهربائي Dielectric Constant :-

ان الشكل من (14) , يبين الجزء الحقيقي لثابت العزل (ϵ_r) والجزء الخيالي (ϵ_i) للبولى ستايرين والمتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز على التوالي. وجد ان الجزء الحقيقي (ϵ_r) سلك سلوك معامل الانكسار (n) بينما الجزء الخيالي لثابت العزل (ϵ_i) سلك سلوك معامل الخمود (k) ويتفق هذا مع ما توصل اليه [14,13] ان سلوك (ϵ_r) يرجع الى تغير قيم (k^2) الصغيرة جدا مقارنة بقيم (n^2) مما ادى الى اعتمادها على قيم (n) فقط , في حين يتبع سلوك (ϵ_i) سلوك معامل الخمود (k) والذي يؤدي الى تغير في معامل الامتصاص ($k = \alpha\lambda/4\pi$) [13,5] .

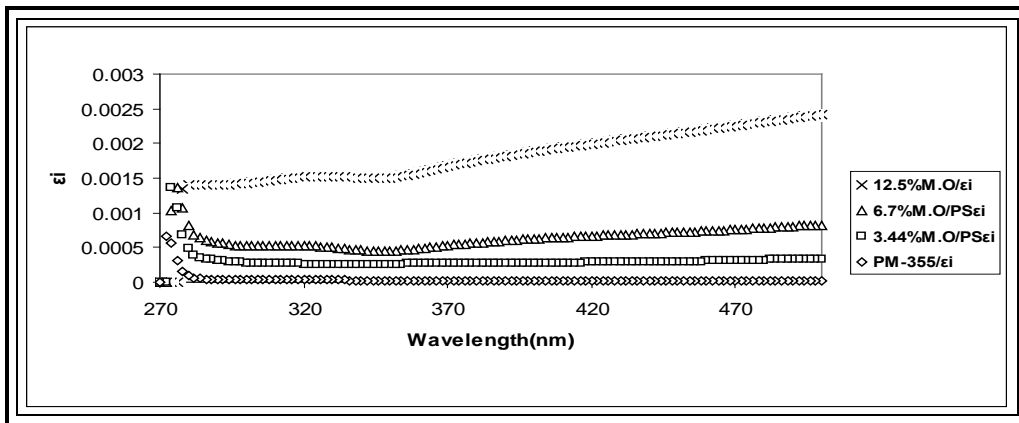
ان الاشكال من (14,15) والاشكال (16,17) يبين العلاقة (ϵ_r) و (ϵ_i) مع تركيز الصبغات في النماذج المحضرة على التوالي , لوحظ تغيرا لاخطي مابين (ϵ_r) و (ϵ_i) والتركيز يتبع ذلك ما ورد في [15,19]. ان الجدول(2) يبين الثوابت البصرية للنماذج مدار البحث.



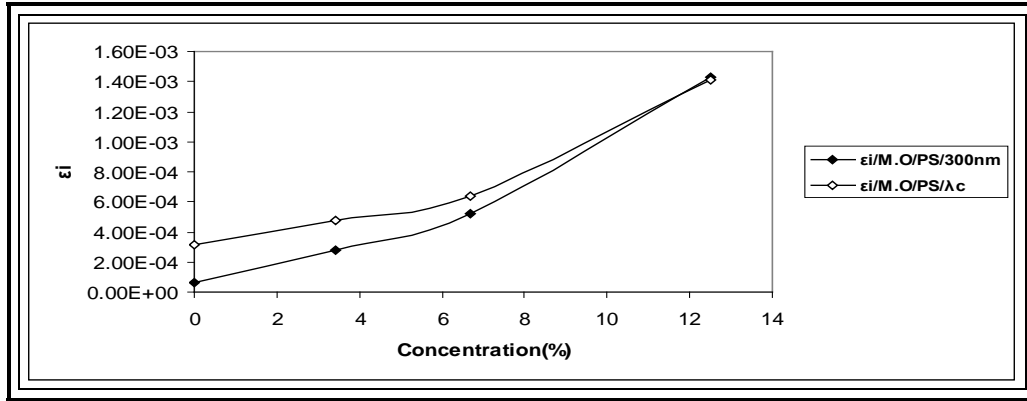
الشكل (14) علاقة ثابت العزل الحقيقي مع الطول الموجي للمتراكبات (MO/PS)



الشكل (15) علاقة ثابت العزل الحقيقي وتركيز (MO)



الشكل (16) علاقة ثابت العزل الخيالي مع الطول الموجي للمتراكبات (MO/PS)



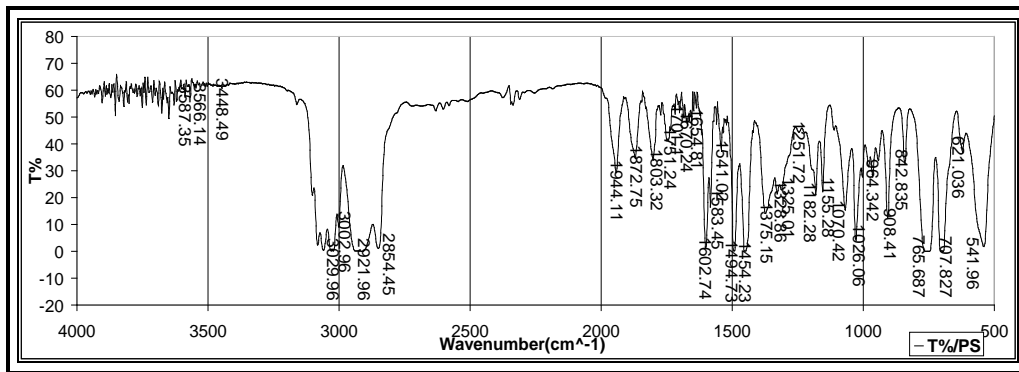
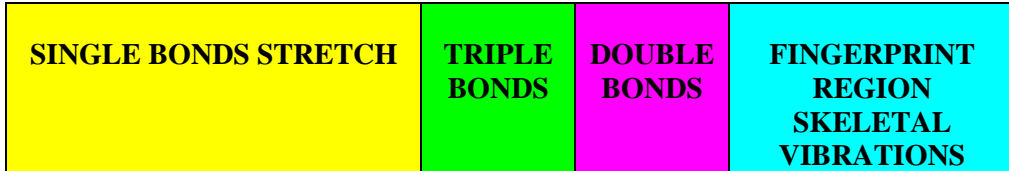
الشكل (17) علاقة ثابت العزل الخيالي وتركيز (MO)

جدول (2) يبين الثوابت البصرية للنماذج مدار البحث

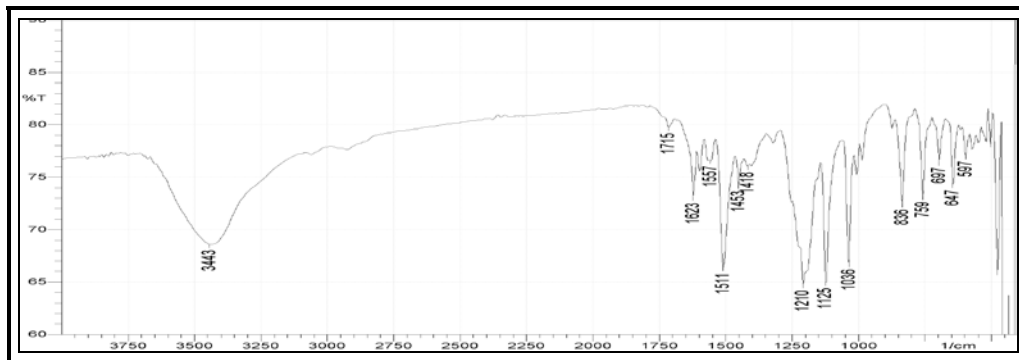
MO/PS at λ_c								
Polymer system	%	$E_g(eV)$	$\lambda_c(nm)$	n	$\alpha (cm^{-1})$	$K \times 10^{-5}$	ϵ_r	$\epsilon_i \times 10^4$
PS	0	4.5	275.6	2.5	23.16	6.18	5.67	3.11
MO/PS	3.44	4.42	280.5	2.38	45	10	5.76	4.8
MO/PS	6.7	4.35	285	2.51	56	12.7	6.32	6.4
MO/PS	12.5	3.15	393.7	2.46	119.65	29.3	6.06	14.1
MO/PS at $\lambda=300nm$								
Polymer system	%			n	$\alpha (cm^{-1})$	$K \times 10^{-5}$	ϵ_r	$\epsilon_i \times 10^4$
PS	0			1.57	4.73	1.12	2.5	.645
MO/PS	3.44			2.08	28.07	6.7	4.32	2.79
MO/PS	6.7			2.4	45.9	11.	5.73	5.25
MO/PS	12.5			2.4	123.77	29.6	5.86	14.3

الشكل (18 (A/E)) يبين اطياف (FTIR) للبولي ستايرين (PS) والمثيل البرتقالي (MO) ومتراكباتهما (MO/PS) بمختلف التراكيز. ان طيف (FTIR) للبولي ستايرين (PS) $[-(CH_2)-]$ (الشكل (18 (A))) يبرز وجود مجموعة من الحزم في منطقة الامتصاص $(3010cm^{-1})$. تعود هذه الحزم الى مجاميع (C-H) الموجودة في السلسلة الرئيسية المشبعة (Saturated Main Chain CH) وتظهر المجاميع الاروماتية (Aromatic) تمدا متميزا للاصرة (C=C) عند المنطقة حوالي $(1600cm^{-1})$ الذي يصاحبه تمدد الاصرة (C-H) غير المشبع في المنطقة الاعلى من $(3000cm^{-1})$ الذي يشير الى ان البوليمر يحتوي على مجاميع اروماتية [16]. نلاحظ ظهور حزمة جديدة عند المنطقة $(943.12cm^{-1})$ ناجمة عن التواء اصرة (C-H) (C-H Out of Phase Bending)، وتمدد اصرة (C-O) (C-O) Stretching))، كما ان هناك اختفاء حزمة في المنطقة $(2800-3060cm^{-1})$ بسبب تمدد الاصرة (C-H) الاروماتية (C-H) Aromatic Stretching)) وتمدد مجاميع الهيدروكسيل (OH-Hydroxyl) (Group Stretching) (12,11). اظهرت النتائج وجود زحف في بعض الحزم الذي يعود الى التغير في التشكيل (Tacticity) والشكل الهندسي للتركيب (Geometry of Structure)، ويتفق هذا مع نتائج R.V,et al [26] بازياد التركيز الى (6.7% M.O)، ظهرت حزمة جديدة ضمن المنطقة $(880-1000cm^{-1})$ ناجمة عن تمدد اصرة (C-O) (C-O) Stretching))، وحزمة اخرى ضمن المنطقة $(1550-1610cm^{-1})$ ، ناجمة عن اهتزاز اصرة (C=C) او (C=C) Wagging)) [11]. بازياد التركيز الى (12.5% MO)، وجد حصول زحف ملحوظ في الحزم وبشكل خاص عند المنطقة $(645-970cm^{-1})$ ، مع ظهور حزم جديدة تعود الى (MO) عند المناطق $(642.39cm^{-1}, 646.10cm^{-1})$ ، علما ان معظم الحزم تعود

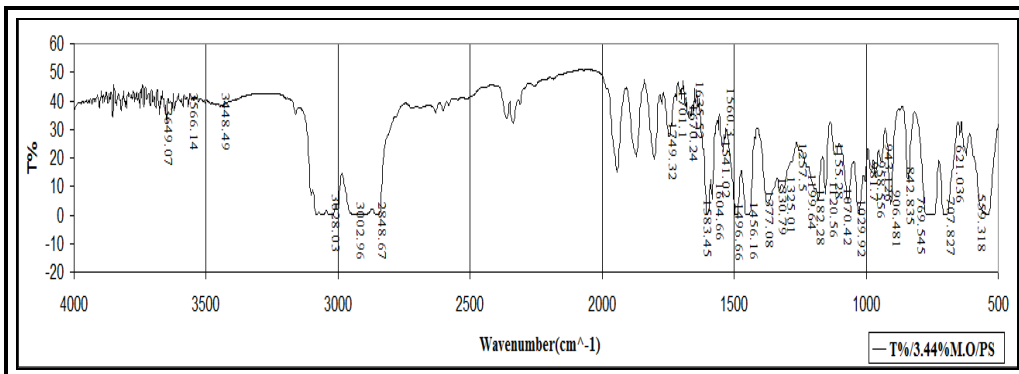
الى (PS) بسبب نسبته العالية . كما ظهرت حزمة جديدة عند المنطقة ($1550-1610\text{cm}^{-1}$) وقد اعزي ذلك الى التواء اصرة (C-H) ،تمدد اصرة (C=C)، وتمدد اصرة (C=O) على التوالي [23,19] .
يبين الشكل (19) علاقة النفاذية بالعدد الموجي للمترابكات اعلاه , اظهرت النتائج تناقص منتظم (Systematic Decreasing) في النفاذية بازدياد التركيز ويتفق هذا مع نتائج [23,22] .



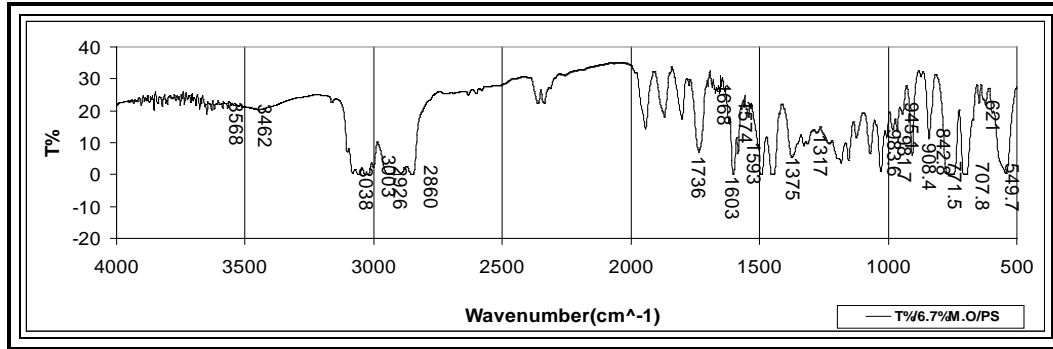
A



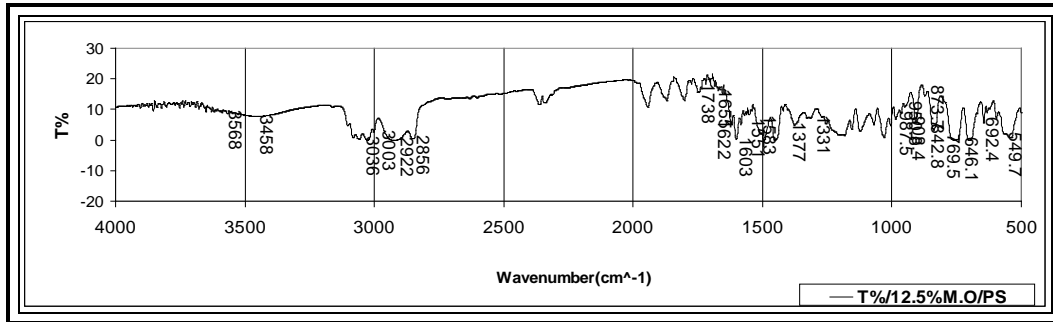
B



C

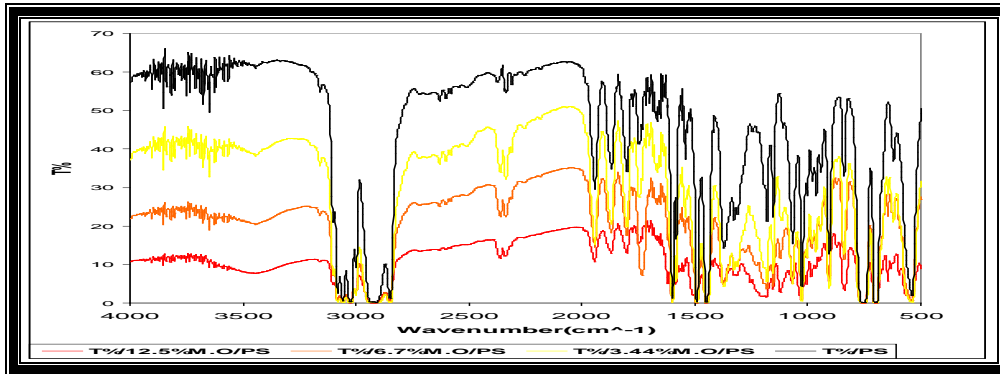
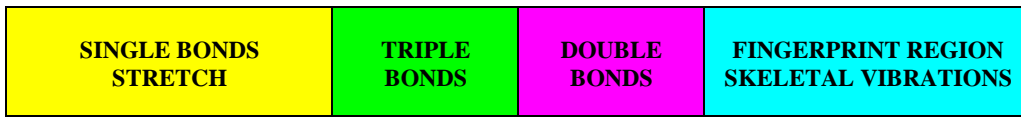


D



E

الشكل (18) اطياف (FTIR) للبولي ستايرين (PS)، المثل البرتقالي، والمتراكب (MO/PS).



الشكل (19) تغير اطياف (FTIR) للمتراكب (MO/PS) بمختلف التراكيز.

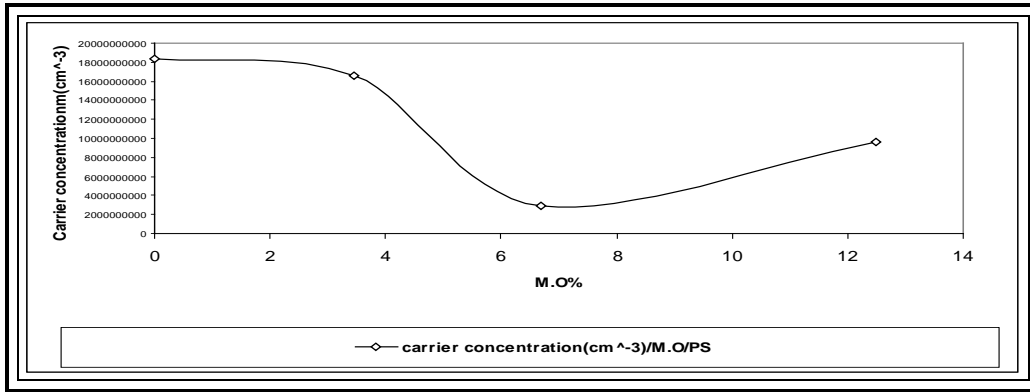
الخواص الكهربائية Electrical Properties :-

درست الخواص الكهربائية للنماذج مدار البحث (PS)، المتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز باستخدام جهاز قياس تأثير هال (Hall Effect Instrument) نوع (HMS-3000)، وان الخواص الكهربائية الرئيسية من تركيز حاملات الشحنة (p_p, n_e) ونوعها، التحركية، المقاومة، التوصيلية الكهربائية..... الخ معطاة في الجدول (3).

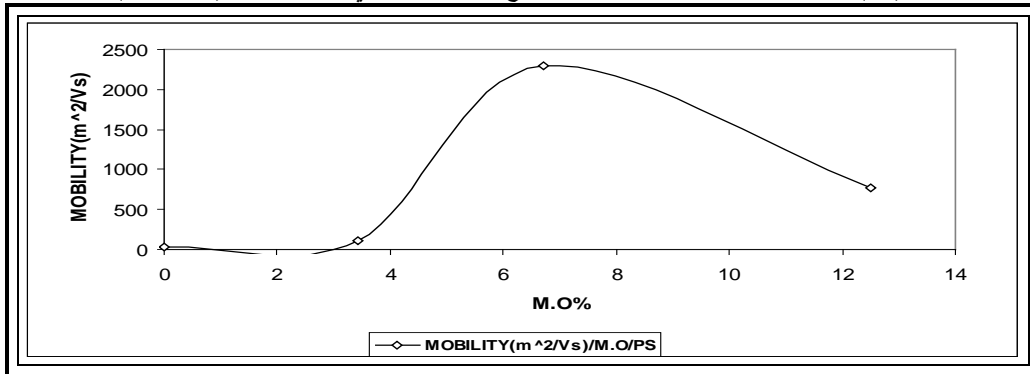
الجدول (3) يبين الخواص الكهربائية الرئيسية من تركيز حاملات الشحنة (p_p, n_e) ونوعها، التحركية، المقاومة، التوصيلية الكهربائية.

Polymer system	%	Carrier concentration $\times 10^{10}$	Mobility (m^2/Vs) $\times 10^2$	Resistivity ($\Omega.cm$) $\times 10^7$	Conductivity ($\Omega.cm$) ⁻¹ $\times 10^{-8}$	Type pf carrier
PS	0	1.83	0.2784	1.22	8.18	P
MO/PS	3.44	1.66	1.13	0.523	17	P
MO/PS	6.7	0.287	23	0.0947	165	P
MO/PS	12.5	0.967	7.64	0.0845	418	P

ان علاقة تركيز حاملات الشحنة وتركيز الصبغة (MO) مبينة في الشكل (20)، وللمتراكبات مدار البحث، اظهرت النتائج ان العلاقة بينهما علاقة غير خطية وقد اعزي ذلك الى عدم توافق ما بين الصبغة والاساس مما يؤدي الى حدوث هذه اللاخطية في العلاقة [26]. وجد ان نوع حاملات الشحنة في (PS) هو (P) ويبقى ذلك حتى في النموذج المشوبة MO بتغير تركيز صبغة الى (12.5%).



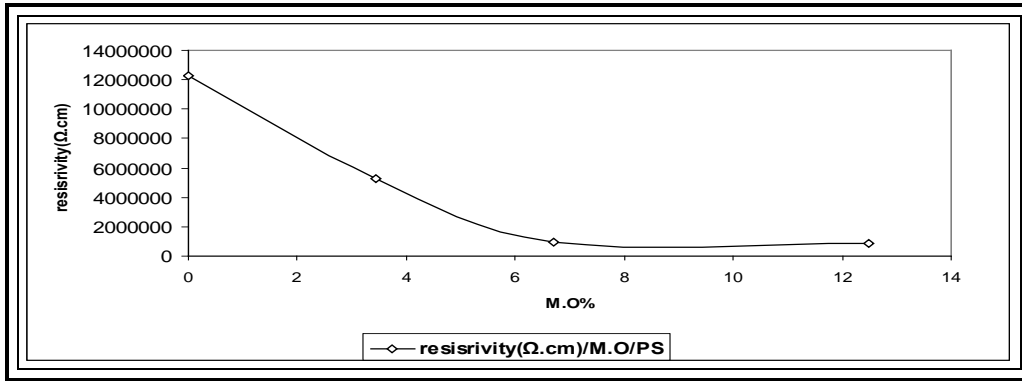
الشكل (20) يبين علاقة تركيز حاملات الشحنة مع تركيز الصبغ في المتراكبات (MO/PS).



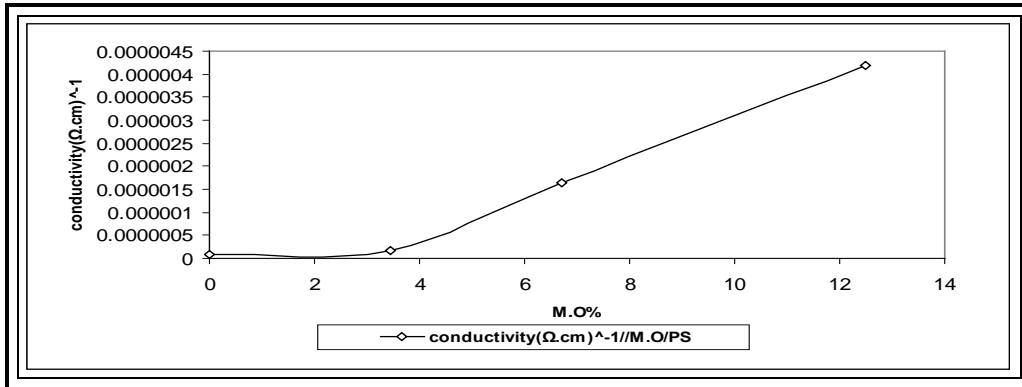
الشكل (21) يبين علاقة تحركية حاملات الشحنة مع تركيز الصبغات في المتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز.

يوضح الشكل (21) و علاقة التحركية مع تركيز الصبغة للنماذج مدار البحث، نلاحظ ايضا علاقة لاخطية للاسباب سابقة الذكر [23]، كما نلاحظ ان ازدياد تركيز الحاملات يعمل على تناقص في تحركية حاملات الشحنة وقد اعزي ذلك لازدياد استطرارة الشوائب (Impurities Scattering) وهذا يتفق مع نتائج J.P , Mekelevy [23]. كما يتفق هذا مع دراسة التي اجراها كل من Evashenlv , A.L., & Samredov, B.E

حول تأثير التشويب على خواص التيار – فولتية , ولوحظ ان زيادة التشويب تعمل على تقليل تحركية حاملات الشحنة , اذ يمكن اعتبار الشوائب كمراكز للاستطارة [24] .
 ينجم عن زيادة تركيز الصبغة عيوب في التركيب (Structure) التي تعمل كحالات موضعية (Localized States) داخل فجوة الطاقة , وبالتالي تؤدي الى تقليل الطاقة الكلية لحاملات الشحنة كأن تعمل على تكوين ايونات معقدة (Complex Ion) . ان دور الصبغة يكمن في زيادة او تقليل الالكترونات للبوليمر . على سبيل المثال , عند ازالة الالكترون من اعلى حزمة التكافؤ (Valance Band) للبوليمر فانه يترك خلفه فجوة (Hole) التي لا تكون موضعية بشكل تام (Not completely Delocalized) كما متوقع في نظرية الحزم الكلاسيكية (Classical Band Theory) . فاذا تخيلنا ان الالكترون سيتم ازالته من ذرة كاربون (Carbon Atom) سيتولد منه جذر حر موجب (Radical Cation) يدعى بالبولارون ويكون موضعيا جزئيا (Partly Localized) , بسبب التغير الموضعي في الشكل الهندسي للتوازن (Equilibrium Geometry) للجذر الحر نسبة الى الجزيئة المتعادلة [26,25].



الشكل (22) يبين علاقة المقاومة مع تركيز الصبغات في المترابكات (MO/PS) .



الشكل (23) يبين علاقة التوصيلية مع تركيز الصبغات في المترابكات (MO/PS) .

الاستنتاجات:

- ان حاملات في البولي ستايرين من نوع فجوات (p) ولم يتغير بتغير نوع الصبغة
- تغير توصيلية في البولي ستايرين من العازل الى شبه الموصل ومن رتبة 10^{-8} الى $10^{-6} (\Omega.cm)^{-1}$
- يمكن استخدام المترابك الاخير في الخلايا الشمسية

المصادر:

- [1].Wolfgang,D., "Laser Spectroscopy, Basic Concepts and Instrumentation, "Springer Verlage, , New York,(1981).
- [2].Fukuda,R.M., "J.Ph.Appl.Physic.Vol.39.(2000).

- [3].Schafer,F.P., "Dye Laser, " Vol.70, Springer Verlage,Berlin,(1992).
- [4].Kemp,W., "Organic Spectroscopy",2nd ed.,Macmillan Education LTD,Hony Kong,P.190,(1989).
- [5].Tariq .J.A., "Refractive Index Dispersion, and Optical Properties of Dye Doped Polystyrene Films, "Malaysian Polymer. Journal,Vol.5, No.2, P.(204-213), (2010) .
- [6].Bingel,W.A., "Theory of Molecular Spectral, "Wiley,New York,(1970).
- [7] . زهراء حسين, " دراسة بعض الخواص الفيزيائية لصبغة Cd₂ SnO₄ الرقيقة المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري, " رسالة ماجستير الجامعة التكنولوجية، قسم العلوم التطبيقية، فرع المواد، (2008).
- [8]. Grundman,M., "The Physics of Semiconductors , an Introduction to The Theory ,Springer,New York,(2005).
- [9].Pankove,J.I., "Optical Process in Semiconductors,Prentic Hall,New Jersey,(1971).
- [10].Ayman,S.A., "Preparation of Photosensitive Polymer,and Polymer Composites, and Study of its Stability:Weathering and Aging Effects, ,,PhD. Thesis "University of Baghdad/College of Science,(1997).
- [11].Mahammed , S.K., "Study of Degradation Effect on Physical Properties of Methyl Orange Doped (PMMA), " M.Sc Thesis , "Applied Science Department \University of Technology". (2009) .
- [12].Marwa ,R.F., " Study of Thermal Aging Effect on The Optical Properties of Polymer Blends, " M.Sc Thesis , "Applied Science Department \University of Technology".(2010).
- [13].Eman,M.N., "Fabrication of PbxS1-x Detectors, "PhD.Thesis, "University of Baghdad/College of Science,(2005).
- [14].Nahida,J.H., " Optical Constants Study of The Thermal Neutrons & γ - Ray Irradiated of PM-355, " Journal of Al-Nahrain University Science ,Vol.15(2),June, P.93-101,(2012).
- [15]..Naidu, B.V, Mallikarjuna,N.N &Aminabhavi,T.M,"Blend Compatibility Studies of Polystyrene/Polymethyl Methacrylate"& Polystyrene/Styrene Acrylonitrile by Densitometry Viscometer , Refractometry ,UV- Absorbance, Fluoresces. Techniques at 30^oC , Vol.94 , J.App.poly.Sci.(2009) P.(2548-2550).
- [16].Nahida,J.H.,and Marwa ,R.F., " Study of the optical constants of the PMMA/PC, " AIP Conf.Proc.1400,P.(585-595), (2011) .
- [17].Campbell , and White , "IR Spectroscopy and Raman scattering ;Bristol University IR Spectroscopy ;(2010).
- [18].Waghmare ,R.V,Belsare ,N.G,Ragunwanshi,F.C,&Shileskar,S.N," Study of Electrical Conductivity of Parantine Aniline Doped (1:1) Poly Vinyl Chloride, &Poly Methyl Methacrylate , Poly Blends ; Vol .30;No.2;Bull Mater Science ;(2007),PP,(167-172) .
- [19].Evashenlv , A.L,&Samredov,B.E," Soviet Physics of Semiconductors ," 13, P.451,(1999).
- [20].Mckelevy,J.P; "Solid State and Semiconductor Physics," J.P.Mekeley,(1966), P.266.
- [21].El-Salmawi, K., Abuzeld ,M., El-Nagger, A.M. &Madouh, M.",Structure Property Behavior of Gamma Irradiated Polystyrene & (PMMA) Miscible Blends,"Vol.72,No.42, J. of Applied Polymer Science,"(1999);(509-520).
- [22].Fahreltin, Y. , Hilmi , E, " Refractive Index Dispersion & Analysis of The Optical Constants of Thin Film,Optical Applicat.,xxxV(u),; P.969,976(2005).
- [23].Walton , A.K .Moss T.S , Determination of refractive index and correction to effective electron mass in .Pb Te and Pb Se , Proceeding of the Physical Society : 81(3) : p.5091(1963).