# 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 spectrophotometically. 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, εr, and εi)for the homopolymer (PS) , (Dye/PS) composites, and hybrid composites at different concentration were investigated at($\lambda_c$,300nm). 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 تاثير صبغة المثيل البرتقالي على الخواص البصرية والكهربائية على البولي ستايرين

**الخلاصة:**

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

حضرت العينات كأفلام من البوليمر النقي(PS) والمتراكبات البوليمرية(صبغة / بولي ستايرين)(MO/PS ) وبالتراكيز(3.44,6.7, 12.5%). درست الافلام البوليمرية المحضرة طيفيا. وجد تزايد في طيف الامتصاصية بأزدياد تركيزالصبغة,وقد اعزي ذلك الى تزايد في الحالات الموضعية داخل فجوة الطاقة.اظهرت النتائج ان اعلى امتصاصية كانت للمتراكب(12.5%MO/PS) وانه ذي اقل فجوة طاقة3.15eV).تم حساب الثوابت

البصرية($\alpha$,k,n, $\varepsilon_r$, and $\varepsilon_i$) للبوليمر النقي (PS),والمتراكبات(صبغة\بولي ستايرين) بمختلف التراكيز عند الاطوال الموجية(.$\lambda_c$,300nm).وجد ان هناك علاقة لاخطية مابين الثوابت البصرية والتركيز,وقد اعزي ذلك لعدم وجود توافق في الصبغة مابين البولي ستايرين والصبغة .وقد عززت النتائج بفحص المجهر الضوئي.

بينت اطياف(FTIR)وجود زحف ظهورو اختفاء حزم في مناطق اخرى,وقد اعزي ذلك الى التغير في التشكيل والتركيب الهندسي,وتداخل في حزم المتراكبات البوليمرية مدار البحث.لوحظ زيادة سريعة في توصيلية البولي ستايرين بازدياد تركيز الصبغة واصبحت من رتبة$^{-1}$ $10^{-6}$($\Omega$.cm) بالنسبة للمتراكب( 12.5%MO/PS),اى ضمن توصلية 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 هيدروكاربوني غير مشبع , وتتألف الصبغات العضوية من جزيئات كبيرة تمتلك تركيبا معقدا ولها طيف امتصاص و فلورة واسعين في منطقتي الطيف المرئي وفوق البنفسجي من الطيف الكهرومغناطيسي . يكون وزنها الجزيئي كبيرا 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 التلونية للجزيئة , لذلك تبدو جزيئه الصبغة لبعض الصبغات التي تمتص الطول الموجي الذي يقع ضمن المدى(400-800nm) للضوء المرئي,حيث يكون بلون معين [4] . تصنف الصبغات وفقا للتطبيق والتي ضمنها الصبغات الازوية (Azoic Dyes). ان الاسم الدولي( International Non Proprietary Name(INN) للمثيل 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 مديات 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 :

$$A = Log \frac{I_0}{I} = -LogT = Log \frac{1}{T} \quad \ldots.(1)$$

$I_=$ شدة الضوء النافذ

$I_{0=}$ شدة الضوء الساقط

A= الامتصاصية

كما يمكن حساب معامل الامتصاص بموجب العلاقة الآتية :

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

حيث :

A=أمتصاصية المادة

d=(cm) سمك النموذج

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

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

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

حيث تمثل كل منR,Tالنفاذية والانعكاسية على التوالي. يشير الامتصاص الأساس الى الانتقال من نطاق الى أخر أو انتقالات الإثارة , لإثارة أي الكترون 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 ($\lambda$c) يمثل مدى الامتصاص الأساسي ويرتبط بفجوة الطاقة بالعلاقة[7,8] :

$$\lambda_c = 1240/ E_g \quad \ldots.(5)$$

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

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

$E_g$=( eV ) فجوة الطاقة البصرية
hυ=( 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) , يعطىبالعلاقة [7,8] :

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

K=0

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

$n=(1+R^{½})/ (1-R^{½})$ .....(9)

ان معامل الخمود(k),يمكن حسابه باستخدام العلاقة:

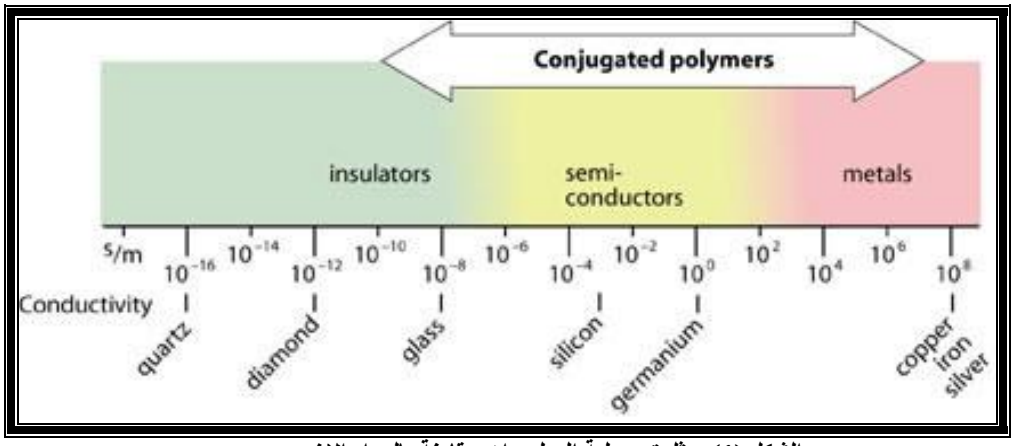
$k=\alpha\lambda/4\pi$ ....(10)

ان ثابت العزل (ε) يقسم الى جزئين , جزء حقيقي ($\varepsilon_r$) وجزء خيالي ($\varepsilon_i$) [9]:

$\varepsilon=(n+ik)^2$ ....(11)

$\varepsilon_r=(n^2-k^2)$ .....(12)

$\varepsilon_i=2nk$ .....(13)




**الشكل (1) يمثل توصيلية البوليمرات مقارنة بالمواد الاخرى .**

يمثل الشكل(1) توصيلية البوليمرات مقارنة بالمواد الاخرى.

**الجزء العملي Experimental Part**:

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

ا- المتراكبات(بوليمر\صبغة): Composites(Dye/PS)

وتم تحضيرها باستخدام صبغة المثيل البرتقالي ' (M.O) بتراكيز 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 الداي كلوروميثان.

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

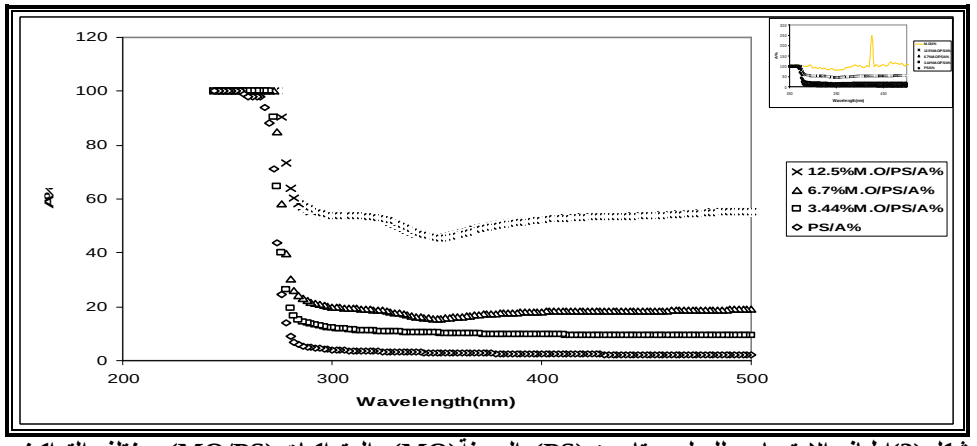
أجريت القياسات الطيفية(الامتصاصيةوالنفاذية)على النماذج مدار البحث باستخدام المطياف نوع Spectrophotometer UV/160/Shimadzu) .

استخدمت أطياف الامتصاص في حساب فجوة الطاقة والثوابت البصرية للنماذج المحضرة . حسبت فجوة الطاقة من رسم العلاقة ما بين $(\alpha h\nu)^{1/r}$ و طاقة الفوتون (hv) 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 لثابت العزل باستخدام العلاقات .

**النتائج والمناقشة (Results & Discussion)**

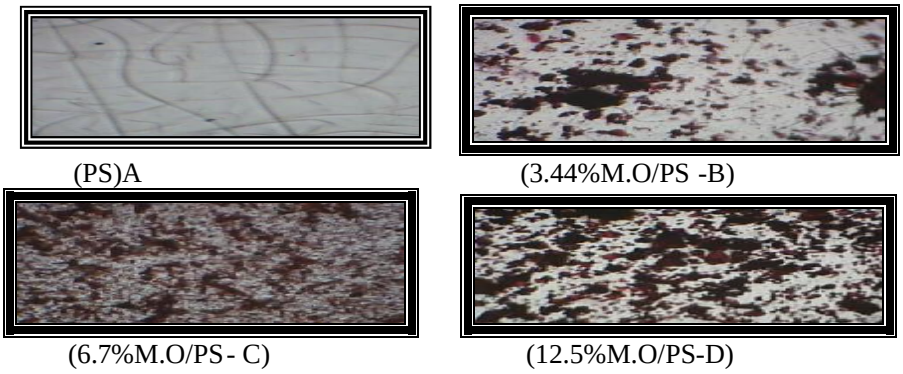
1- القياسات الطيفية عند المنطقة المرئية والفوق البنفسجية UV/VIS-Spectroscopy

يبين الشكل (2) , اطياف الامتصاص ضمن المدى (200nm-500nm) للبولي ستايرين (PS) والمتراكبات (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 المتراكبات فنلاحظ زيادة في طيف الامتصاص بازدياد تركيز الصبغات , كما ان هناك زحف نحو الاطوال الموجية الأطول وهبوط تدريجي في طيف الامتصاص وبشكل خاص بالنسبة للمتراكب (12.5MO/PS) , ولقد اعزي ذلك في حالة المتراكبات , إلى حدوث حالات موضعية داخل فجوة الطاقة مما ادى 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].

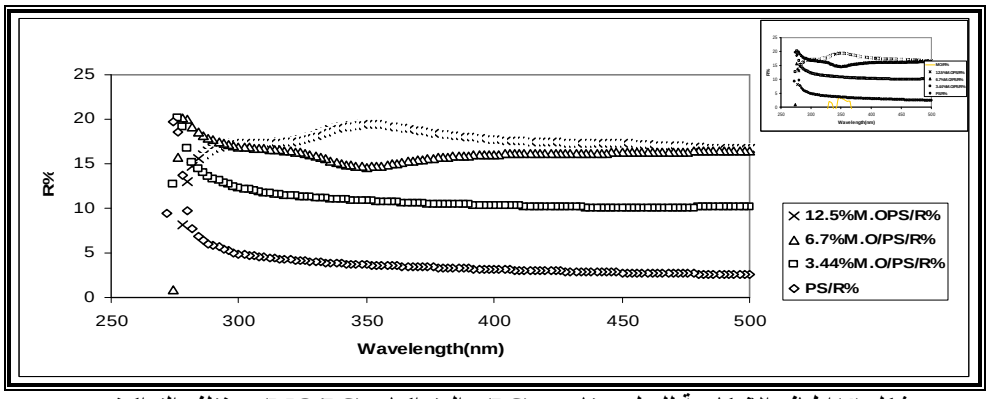



**شكل (2)اطياف الامتصاص للبولي ستايرين (PS) ,الصبغة(MO),والمتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز**

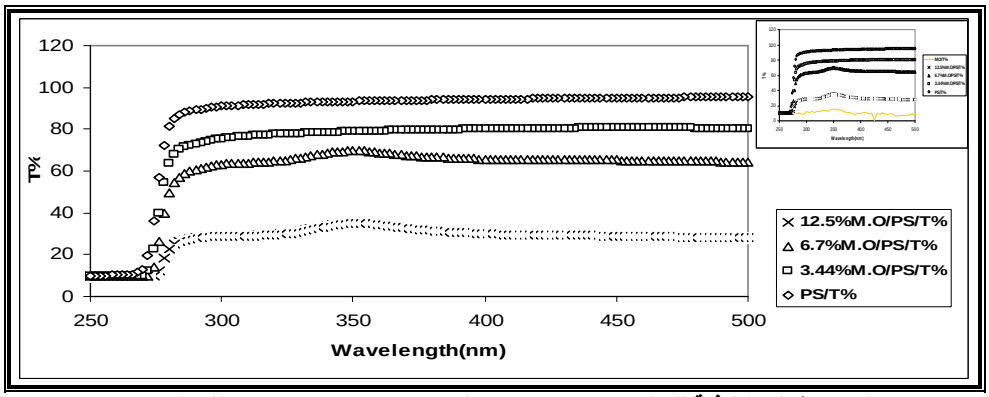
يبين الشكل(3)صور المجهر الضوئي للنماذج مدار البحث والتي تظهر التغير في توافق الصبغة مع الاساس(PS)،من حيث التغير في تجمع الصبغة الاساس(Clustering).
والذي يمثل تجمع (Clustering)للمثيل البرتقالي داخل الأساس البوليمري (للبولي ستايرين)وتزداد التوافقية بازدياد التركيز.
يبين الشكل (4) , اطياف الانعكاس للنماذج مدار البحث والشكل (5) اطياف النفاذية للنماذج مدار البحث لوحظ ان اطياف الامتصاص والانعكاس تسلكان عكس سلوك اطياف النفاذية حيث تقل النفاذية بازدياد تركيز الصبغة ويتفق هذا مع Marwa,R.F و Iman,M.N [13,12].



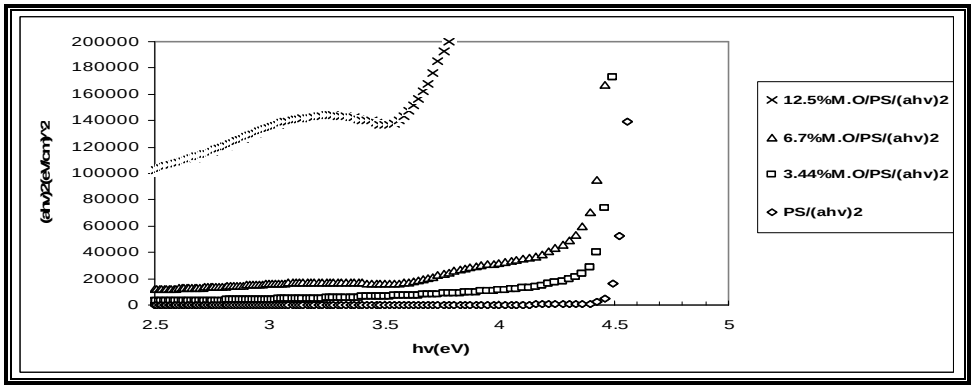

**شكل (3) يوضح صور المجهر الضوئي للنماذج مدار البحث وقوة تكبير X10**



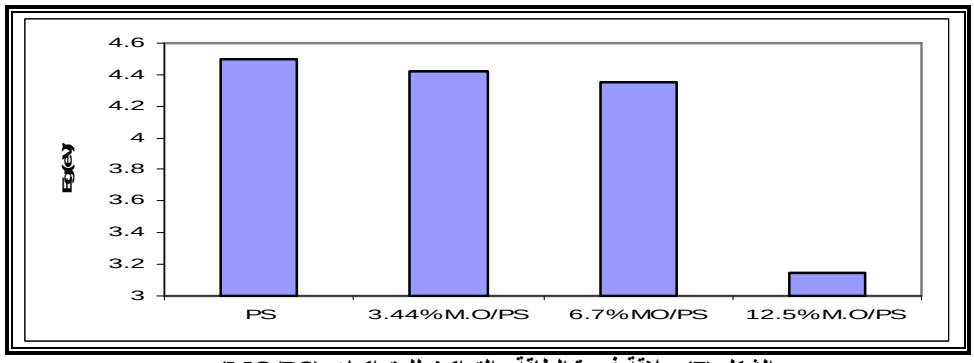

**شكل (4)اطياف الانعكاسية للبولي ستايرين (PS) والمتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز**




**شكل (5)اطياف النفاذية للبولي ستايرين (PS) والمتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز**




**الشكل (6) العلاقة بين $(\alpha h\upsilon)^2$ و$(h\upsilon)$ للبولي ستايرين (PS) والمتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز**




**الشكل (7) علاقة فجوة الطاقة والتراكيز للمتراكبات (MO/PS)**

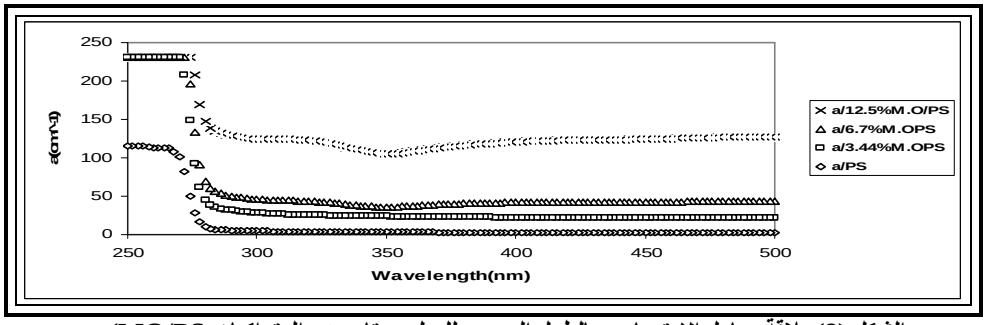
**فجوة الطاقة Energy gap :-**

تم حساب فجوة الطاقة ($E_g$)برسم $(\alpha h\upsilon)^{1/r}$ مقابل$(h\upsilon)$ باخذ قيم مساوية الى (2, 3 , 3/2 , 1/2 = r ) ولقد تم الحصول على جزء خطي اكثر مناسبا عند (r = ½) , 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 بالمتراكب (MO/PS%12.5) 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) والمتراكبات , (MO/PS) بمختلف التراكيز .هناك زحف في طيف معامل الامتصاص الخطي نحو اطوال الموجية الاطول نتيجة تناقص فجوة الطاقة [13,11] . ان سلوك معاملالامتصاص يشبه سلوك الامتصاصية , كما لوحظ ازدياد في معامل الامتصاص بازدياد تركيز الصبغة وقد اعزي ذلك الى ازدياد المستويات الموضعية وبالتالي تناقص في فجوة الطاقة [14,13] .

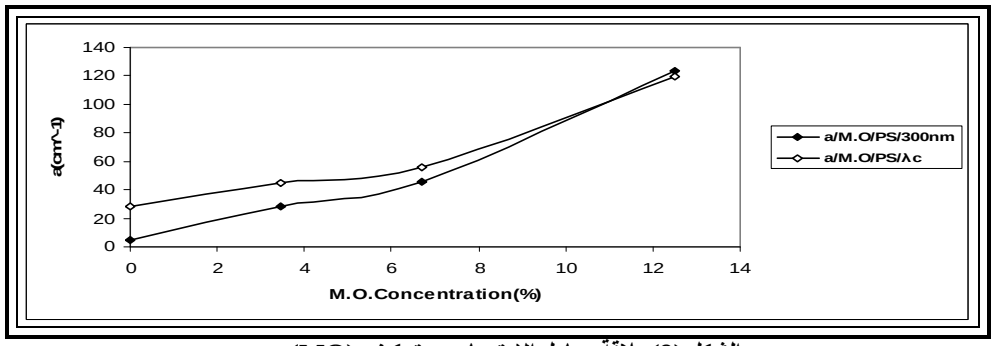
يبين الشكل(9,8) العلاقة بين معامل الامتصاص عند ($\lambda_c$), و عند الطول الموجي (300nm) لوحظ زيادة في معامل امتصاص بازدياد تركيز الصبغة للاسباب المذكورة اعلاه [14,13,11] , كما ان سلوك العلاقة غير خطي ( Non Linear Relationship ) ناتجة من عدم توافق ما بين الصبغات والبولي ستايرين الثنائية والهجينة ويتفق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




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

**معامل الخمود Extinction Coefficient** :

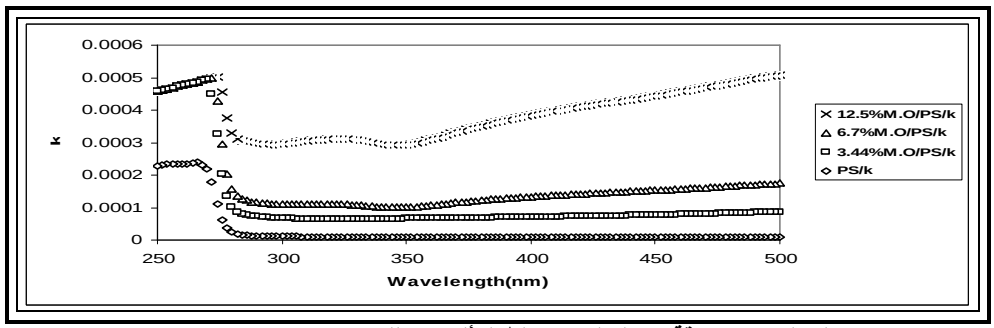
يبين الشكل(10), تغير معامل الخمود مع الطول الموجي للبولي ستايرين والمتراكبات (MO/PS)بمختلف التراكيز. نلاحظ ان سلوكه شبيه بسلوك الامتصاصية ومعامل الامتصاص [16,15,7] . و الشكل (11) يبين تغير معامل الخمود مع تركيز الصبغة ولوحظ انه يزداد بازدياد تركيز الصبغة لجميع الصبغات [13] , وان العلاقة بين معامل الخمود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



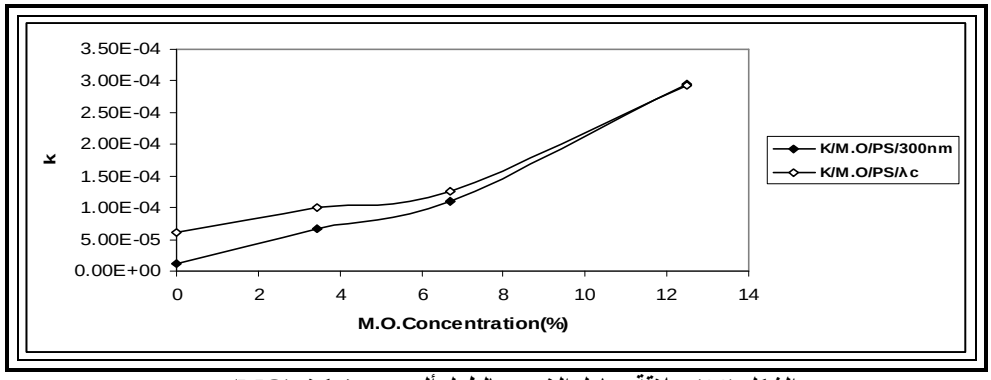

**الشكل (9)علاقة معامل الامتصاص وتركيز -(MO)**

**معامل الانكسار Refractive Index** :-

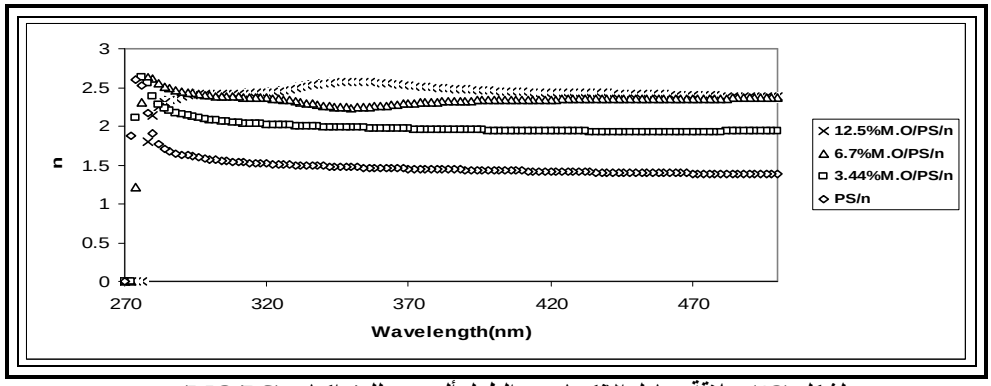
يبين الشكل (12) علاقة معامل الانكسار مع الطول الموجي , حيث نلاحظ ان تغيره يتبع اطياف الانعكاسية للشكل (13) على التوالي , حيث يزداد معامل الانكسار بازدياد الانعكاسية والعكس صحيح [14,13] . ان التغير في (n) مع الطول الموجي , يعود الى بعض التفاعلات ما بين الفوتونات والالكترونات . اذ يتغير معامل الانكسار بتغير الطول الموجي لحزمة الضوء الساقط الناتجة من هذه التفاعلات [23,22] . والشكل (13) تبين علاقة معامل الانكسار مع تركيز الصبغة , وانها العلاقة لا خطية وهذا يتفق مع [16,14,13] . 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] .



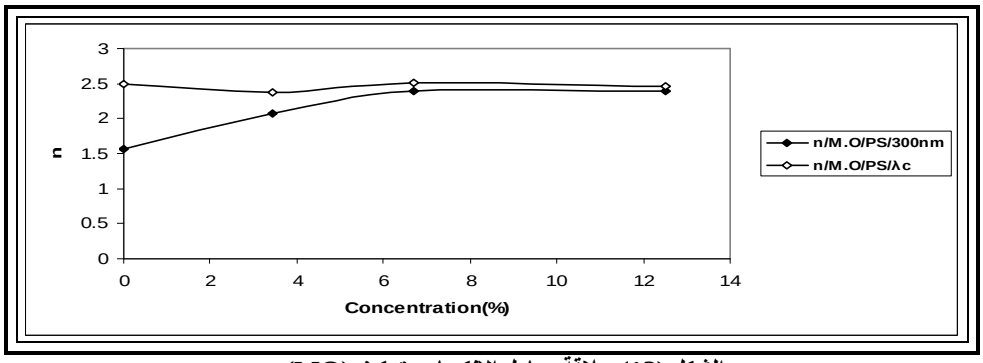

**الشكل (10) علاقة معامل الخمود بالطول ألموجي للمتراكبات (MO/PS)**




**الشكل (11) علاقة معامل الخمود بالطول ألموجي وتركيز (MO)**




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



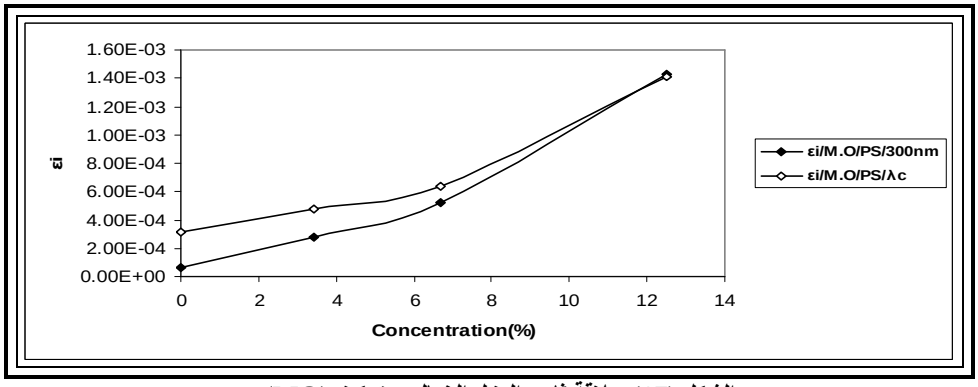

**الشكل (13) علاقة معامل الانكسار وتركيز (MO)**

**ثابت العزل الكهربائي Dielectric Constant** :-

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

دراسة تاثير صبغة المثيل البرتقالي على الخواص البصرية والكهربائية على البولي ستايرين

2014¤6.ðØŽi (B) ob¥Ži32Ø¥ŽiÙ¥ŽiÙ¥ŽiÙ




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

**جدول (2) يبين الثوابت البصرية للنماذج مدار البحث**

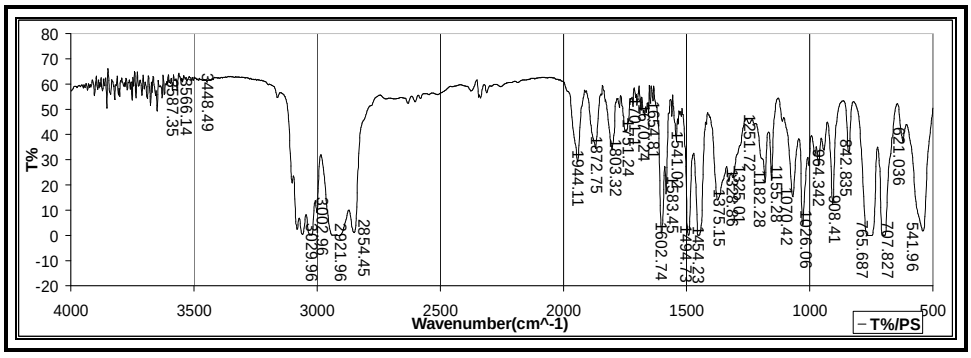
| MO/PS at $\lambda_c$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Polymer system** | **%** | **$E_g$(eV)** | **$\lambda_c$(nm)** | **n** | **α ($cm^{-1}$)** | **$Kx10^{-5}$** | **$\varepsilon_r$** | **$\varepsilon_i x10^{-4}$** |
| **PS** | 0 | 4.5 | 275.6 | 2.5 | 23.16 | 6.18 | 5.67 | 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 λ=300nm** | | | | | | | | |
| **Polymer system** | **%** | | | **n** | **α ($cm^{-1}$)** | **$Kx10^{-5}$** | **$\varepsilon_r$** | **$\varepsilon_i x10^{-4}$** |
| **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 ((A/E) 18) يبين اطياف (FTIR) للبولي ستايرين (PS), والمثيل البرتقالي (MO) ومتراكباتهما (MO/PS) بمختلف التراكيز .ان طيف (FTIR) للبولي ستايرين (PS) [-(-$CH_2$)-] [-$CH(C_6H_5)$] ( الشكل ((A) 18 )) 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 Group ) . وتظهر المجاميع الاروماتية (Aromatic) تمددا 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 Wa ghmare al [26] بازدياد 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] . بازدياد 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

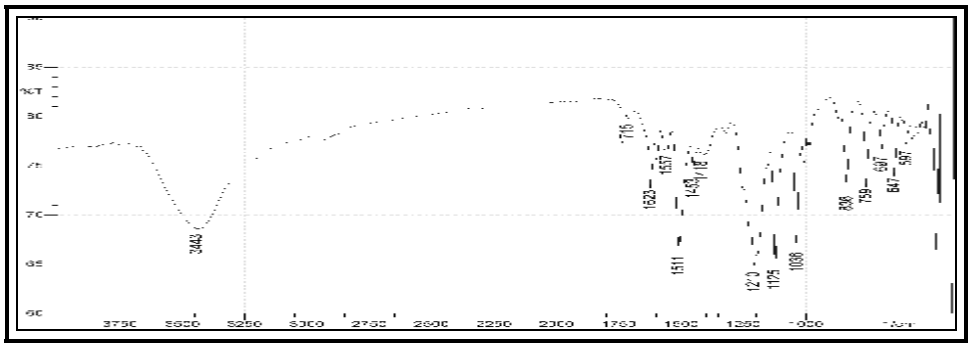
الى (PS) بسبب نسبته العالية . كما ظهرت حزمة جديدة عند المنطقة ($1550-1610cm^{-1}$) وقد اعزي ذلك الى التواء اصرة (C-H) ,تمدد اصرة (C=C), وتمدد اصرة (C=O) على التوالي [23,19] .

يبين الشكل (19) علاقة النفاذية بالعدد الموجي للمتراكبات اعلاه , اظهرت النتائج تناقص منتظم (Systematic Decreasing) في النفاذية بازدياد التركيز ويتفق هذا مع نتائج [23,22] .

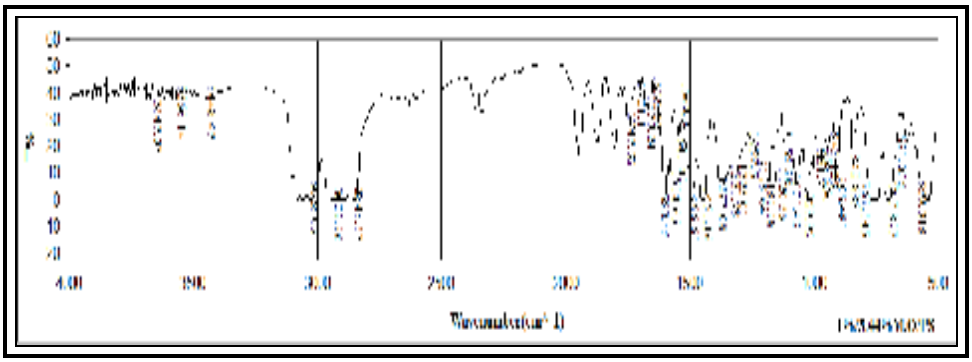
| SINGLE BONDS STRETCH | TRIPLE BONDS | DOUBLE BONDS | FINGERPRINT REGION SKELETAL VIBRATIONS |
|---|---|---|---|




**A**



**B**



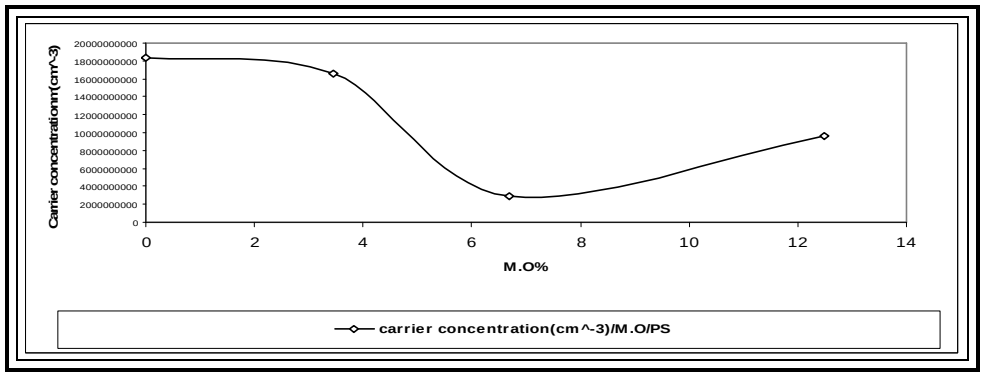
**C**

دراسة تاثير صبغة المثيل البرتقالي على الخواص البصرية والكهربائية على البولي ستايرين
2014¤6.ðØŽi (B) ob¥Žb32Ø¥ŽiÙ¥ŽiÙ¥ŽiÙ

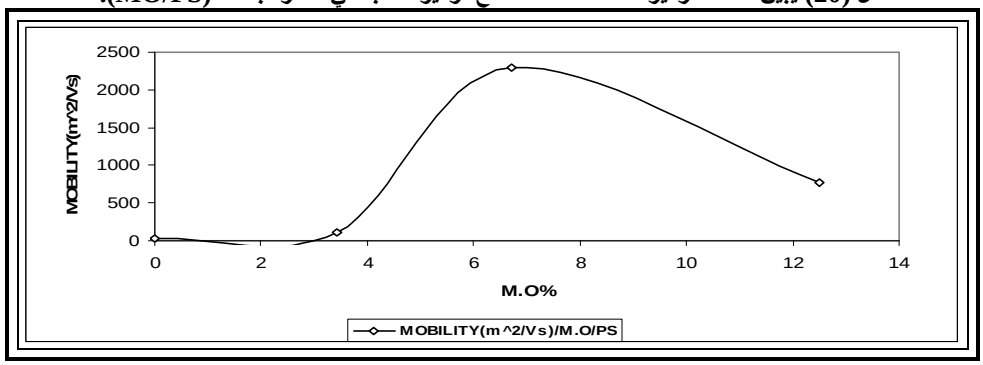
**الجدول (3)يبين الخواص الكهربائية الرئيسية من تركيز حاملات الشحنة ($p_p$,$n_e$) ونوعها , التحركية , المقاومية , التوصيلية الكهربائية.**

| Polymer system | % | Carrier concentrationX$10^{10}$ | Mobility ($m^2$/VS)X$10^2$ | Resistivity (Ω.cm)X$10^7$ | Conductivity $(Ω.cm)^{-1}$ X$10^{-8}$ | 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) ,و للمنراكبات مدار البحث‘ اظهرت النتائج ان العلاقة بينهما علاقة غير خطية وقد اعزي ذلك الى عدم وجود 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 النماذج المشوبة MO بتغير تركيز صبغة الى (12.5%).



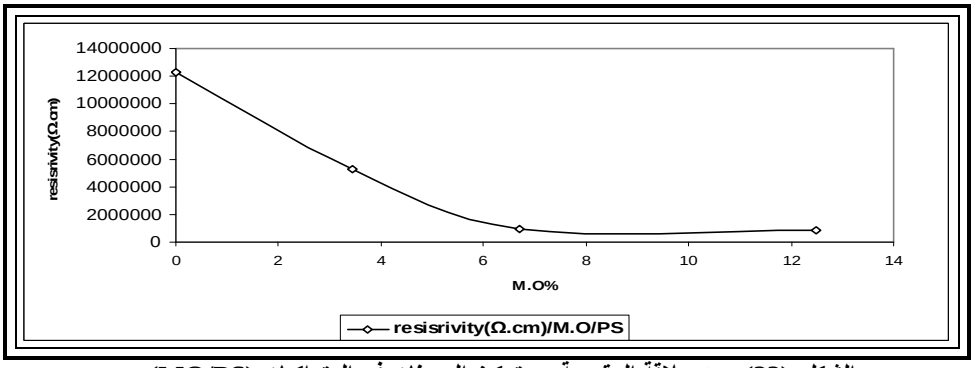

**الشكل (20) يبين علاقة تركيز حاملات الشحنة مع تركيز الصبغافي المتراكبات (MO/PS).**



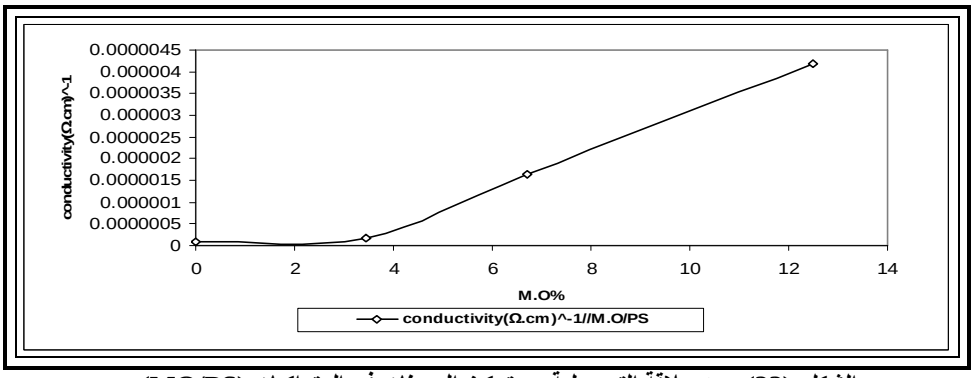

**الشكل (21) يبين علاقة تحركية حاملات الشحنة مع تركيز الصبغات في المتراكبات (MO/PS) بمختلف التراكيز.**

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 استطارة 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 تاثير 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 المقومية مع تركيز الصبغات في المتراكبات (MO/PS) .**




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

**الاستنتاجات:**

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

**المصادر:**

[1].Wolgang,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 الفيزياوية لاغشية$Cd_2$ $SnO_4$الرقيقة المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري," رسالة ماجستيرالجامعة التكنولوجية,\قسم العلوم التطبيقية\فرع المواد,(2008).
[8]. Grundman,M., "The Physics of Semiconductors , an Introduction to The The Theory ,Springer,New York,(2005).
[9].Pankove,J.I, "Optical Process in Semiconductors,Prentic Hall,New Jersy,(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 Acrylonitrite by Densitomety Viscometer , Refractometry ,UV- Absorbance, Fluoresces. Techniques at $30^0$C , 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 Ramman scattering ;Bristol University IR Spectroscopy ;(2010).
[18].Waghmere ,R.V,Belsare ,N.G,Raghunwanshi,F.C,&Shileskar,S.N," Study of Electrical Conductivity of Paranitin Anline 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 Polystyren & (PMMA) Miscible .Blends,"Vol.72,No.42, J. of Applied Polymer Science,"(1999);(509-520).
[22].Fahreltin, Y. , Hilmi , E, " Refractive Index Desperation& Analysis of The Optical Constants of Thin Film,Optical Applicate,xxxV(u),; P.969,976(2005).
[23].Walton , A.K .Moss T.S , Determination of refractive index and correction to effective electron may in .Pb Te and Pb Se , Proceeding of the Physical Society : 81(3) : p.5091(1963).