

Effect of Iraqi Bentonite granules addition on physical characteristics for polystyrene

تأثير إضافة دقائق البنتونيت العراقي على الخصائص الفيزيائية للبولى ستايرين

وسن كامل حسن

جامعة كربلاء / كلية العلوم / قسم الفيزياء

الخلاصة:

تم في هذا البحث دراسة بعض الخصائص الفيزيائية (الكثافة الحجمية ، التقلص الحجمي ، المسامية المفتوحة ، امتصاصية الماء، الامتصاصية ، النفاذية ، معامل الامتصاص ، معامل انكسار ، معامل خمود والجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل) لتراكيز مختلفة من دقائق البنتونيت العراقي كمادة عضوية لبولى ستايرين حيث حضر مسحوق البنتونيت ذو حجم حبيبي (75 µm) ثم عولج بمادة بولي فاينيل الكحول ومن ثم تم تهجينها باضافة مركب الامونيوم الرباعي لتكوين (طين مهجن) قادر على التفاعل مع البولى ستايرين المذاب في التولوين . وجد عمليا من خلال القياسات ان قيم (الكثافة الحجمية ، التقلص الحجمي) للنماذج تزداد مع زيادة نسبة البنتونيت المضافة . وقيست قيم (امتصاصية الماء ، المسامية المفتوحة) فقد قلت بزيادة نسبة البنتونيت المضاف . اما الخواص البصرية فتزداد قيمتها كالنفاذية ومعامل الامتصاص للعينات المحضرة اما بعض الخواص البصرية المتبقية فتقل قيمها للمركب البوليمري .

Abstract :

Stydy in this research some of physical characteristics (bulk density , volume shrinkage , apparent porosity , water absorption , absorption , transmission , absorbance coefficient, extinct coefficient, refractive index , real and imaginary part of dielectric constant) for different percentages from Iraqi bentonite clay as a filler material for polystyrene polymer . Bentonite clay was prepared as a powder for partical size (75µm) after that surfactant of bentonite have been done on them by using poly vinyl alcohol and hybrid by adding quarternary ammonium compound to contract (hybrid clay) able to react with dissolved polystyrene in toluene. Experimentally, it was found through the measurement for samples , increasing of bentonite percentage lead to increasing of (bulk density , volume shrinkage) . also increasing of bentonite percentage lead to decreasing of (apparent porosity , water absorption) . The optical properties it was found that the values of the transmission and absorption coefficient for the prepared samples hare increased where as values the other optical properties hare decreased for polymer composite .

(1)المقدمة :

بالنظر لامتلاك المواد المركبة بعض الخصائص التي تتناسب مع العديد من التطبيقات الصناعية لذلك فانها نالت مكانه مرموقة بين المواد الهندسية المختلفة، حيث ان المواد المترابطة تجمع بين خواص مادتين او اكثر متجاوزة مساويء كل مادة اضافة الى ذلك فهي تمتلك امكانية التحكم بخواصها سواء عن طريق نوع ونسب المواد المكونة لها او من خلال تصميمها وطرائق تصنيعها . وتعد المواد المركبة ذات الاساس البوليمري من اقدم المواد، وتمتاز المواد البوليمرية المركبة المقواة بانواع مختلفة من الدقائق السيراميكية والمعدنية باستعمالاتها الواسعة التي اخذت الحيز الاكبر من البحوث السابقة . إن استخدام البوليمر في أي من المجالات التكنولوجية يستوجب دراسة خواصه التي لها علاقة بهذه الاستخدامات، فمن معرفة وفهم الخصائص الفيزيائية مع التركيب الكيميائي للبوليمرات يمكن ادخال الكثير من التحسينات على البوليمرات بطرائق كيميائية أو تكنولوجية ومن ثم يعكس التخلص من المساوي الموجودة في البوليمرات. ان التركيب الفيزيائي للبوليمرات مسؤول عن الكثير من الخصائص التطبيقية للبوليمرات على سبيل المثال الشفافيه (Transparency) والقوة (Strength) والمرونة (Elasticity) . وللتراكيب الفيزيائي للبوليمرات تأثير على الخواص الاخرى للبوليمرات مثل قابلية ذوبانها وامتصاصها للأصباغ ومقاومتها للظروف البيئية كالتشقق (Cracking) الذي يحصل للبوليمرات عند تعرضها لاجهاد معين أو تعرضها لفعال بعد المذيبات العضوية. وللتراكيب الفيزيائي تأثير كبير على الخصائص الحرارية للبوليمر، لذلك فقد أصبحت دراسة الخواص الفيزيائية والتركيب الفيزيائي للبوليمرات ضرورة لا بد منها من الناحية النظرية والعملية.

اما الخواص البصرية فالهدف من دراستها هو معرفة التركيب الداخلي للبوليمرات وطبيعة الأواصر بين جزيئاتها، حيث يمكن معرفة الخواص البصرية والمتغيرات البصرية للمواد من خلال دراسة طيف الامتصاص والنفوذ لمدى واسع من الأطوال الموجية (1)

(2) الجزء النظري :

من الخواص الفيزيائية هي كثافة المادة التي يمكن إيجادها من العلاقة المباشرة الناتجة بين الكتلة الى حجم الجسم الصلب ووحدتها (g/cm^3) ، للأجسام السيراميكية غير المسامية هناك قيمة كثافة واحدة كونها تمتلك وزن واحد وحجم واحد . اما الأجسام المسامية فلها عدة تعبيرات للكثافة كونها تمتلك وزن واحد و حجوم مختلفة . وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم الكثافة للأجسام المسامية الى :

1- الكثافة الحقيقية True Density وتشير فقط للمادة الصلبة في الجسم من دون وجود أية مسامية ، حيث هي نسبة الكتلة الى حجم المادة الحقيقي والمتضمن حجم الجسم الصلب فقط.

2- الكثافة الظاهرية Apparent Density هي نسبة الكتلة الى حجم الجسم الظاهري للمادة الذي يمثل (الجزء الصلب + المسامات المغلقة) .

3- الكثافة الكلية تعبر عن نسبة الكتلة الى الحجم الكلي الذي يمثل (الجزء الصلب + المسامات المفتوحة + المسامات المغلقة) (2) . ان التقلص يعني التناقص الحاصل في ابعاد النموذج بعد عملية الحرق ويعبر عن عملية التقلص بالنسبة المئوية اذ يتغير كل من شكل وحجم الحبيبات المكونة للمنتج ، والتقلص نوعان : التقلص الخطي (Linear shrinkage) وهو مقدار التقلص الحاصل في الطول الاصلي للعينة نتيجة عملية الحرق ، اما النوع الثاني فهو التقلص الحجمي (Volume shrinkage) وهو مقدار التقلص الحاصل في حجم العينة (الطول والسمك) نتيجة عملية الحرق .

هناك عدة عوامل تؤثر في مقدار التقلص منها : نوع المادة الاولية ، محتوى الرطوبة ، طريقة تشكيل الجسم ، الحجم الحبيبي لمكونات المساحيق التي تشكل منها الجسم ، مدى فاعلية تحرير غازات اثناء المعاملة الحرارية ، زمن الحرق ومعدل ارتفاع درجة حرارة الفرن (3) .

اما المسامية فيوجد نوعان منها وهما المسامات المفتوحة (open pores) والمسامات المغلقة (sealed pores) وتقاس خاصية المسامية بالمقارنة بين حجم المسامات الموجودة مع حجم او وزن النموذج المقاس ، وفي معظم المواد تتصل مع بعضها وتسمى بالمسامات المفتوحة اما المسامات المغلقة فتتسا اثناء عملية التليد عند زيادة درجة حرارة الحرق والعوامل المؤثرة في المسامية فهي (الحجم الحبيبي ، شكل الحبيبات ، طريقة التشكيل، درجة حرارة التليد وزمن التليد) .

والمسامية الظاهرية هي نسبة حجم المسامات المفتوحة الى الحجم الكلي (حجم المسامات الكلي+ حجم الحبيبات المادة) بينما المسامية الحقيقية فهي نسبة مجموع حجوم المسامات المفتوحة والمغلقة الى الحجم الكلي (4) .

تعرف امتصاصية الماء بانها كمية او وزن الماء الممتص من قبل المادة بدرجة حرارية $(100^{\circ}C)$ ويعبر عنها بالنسبة المئوية لوزن المادة في الحالة الجافة ، ان عمليات الامتصاص الحاصلة لجميع أنواع البوليمرات عند تعرضها إلى الرطوبة من الغلاف الجوي المحيط بها، أو عند غمرها بالماء أو المحاليل الكيميائية، تعتمد بدرجة أساسية على نوع البوليمر وعلى درجة الحرارة وزمن الغمر، إن عملية نفاذ الماء إلى مادة البوليمر هي الميكانيكية الأساسية التي يجب أن تؤخذ بالحسبان، بسبب قابليتها الكبيرة على إضعاف البوليمر، إذ يكون السائل في حالة حركة مستمرة وعشوائية داخل النظام، مما ينتج عنه انتشار السائل من جزء إلى آخر ضمن النظام، وهذه العملية تدعى بالانتشارية . إن تغلغل الماء إلى المادة البوليمرية يسبب لها انتفاخا (Swelling) ويقصد بالانتفاخ أنه شكل من أشكال مهاجمة المذيب التي تظهر بواسطة نمو الأبعاد للبوليمرات المتأثرة بهذه الظاهرة .

وتحدد درجة الانتفاخ بأنها كمية الانتفاخ التي يعبر عنها بكمية السائل أو البخار الممتص من وحدة وزن أو حجم معين من البوليمر، لذلك تحدد درجة الانتفاخ بطرائق وزنية أو حجمية، لذلك تم استعمال الطريقة الوزنية في هذا البحث لتحديد كمية الانتفاخ للبوليمرات الصلبة البلورية. وتعتمد درجة الانتفاخ على درجة التشابك في البوليمر، إذ تقل درجة الانتفاخ بازدياد درجة التشابك، ويعمل الانتفاخ على تقليل قوة البوليمر (5) .

إن طبيعة الشحنات وطريقة توزيعها في البوليمرات هي التي تكون مسؤولة عن الخواص البصرية . وان طيف الامتصاص ينتج من ظاهرة الفقدان في الطاقة الناتجة عن التفاعل الحاصل بين الضوء والشحنات التي تحتويها المادة .

إن معامل الامتصاص هو كمية ثابتة وصفه مميزة لكل جزيئة ماصة أو ايون لمادة معينة ، ويمكن حساب معامل الامتصاص (α) من قانون لامبرت (6) :-

$$I = I_0 \exp(-\alpha x) \dots\dots\dots (1)$$

حيث أن :

I_0 : شدة الضوء الساقط . α : معامل الامتصاص . I : شدة الضوء النافذ . X : السمك .
وتعرف الامتصاصية (A) بدلالة النفوذية (T) وفق العلاقة الآتية

$$A = \text{Log}\left(\frac{I_0}{I_T}\right) = \text{Log}\left(\frac{1}{T}\right) \dots\dots\dots (2)$$

حيث أن:

A: الامتصاصية ، I_0 : الشدة الساقطة ، I_T : الشدة النافذة ، T: النفوذية .

ويمكن حساب معامل الخمود (k) { الجزء الخيالي لمعامل الانكسار المعقد} بدلالة معامل الامتصاص (α) كما يأتي (6)

$$\alpha = \frac{4\pi k}{\lambda} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{or } k = \frac{\alpha\lambda}{4\pi}$$

حيث أن : λ : الطول الموجي، k : معامل الخمود

عند تسليط مجال كهربائي خارجي (E) على مادة، فإنه سيتولد مجال ثنائي قطب كهربائي نتيجة فصل الشحنات المختلفة عن بعضها . أن الذرة ستندذب بنفس التردد للموجة الكهرومغناطيسية ، أي أن جزء من طاقة الموجة الكهرومغناطيسية الساقطة سوف تتحول إلى طاقة اهتزازية لثنائي القطب الكهربائي المتولد ، لذا فإن المادة يقال عنها بأنها شفافة عندما لا يكون هناك فقدان في جزء من طاقة الموجة الساقطة إلا أنه يسبب تأخير في اجتياز الإشعاع للمادة ، أي يقلل من سرعة الموجة الساقطة داخل المادة بعبارة أخرى إن المادة تمتلك معامل انكسار (n_0) ، حيث R ; الانعكاسية ويمكن حسابه من المعادلة (6):

$$n_0 = \left[\left(\frac{1+R}{1-R} \right)^2 - (K^2 + 1) \right]^{1/2} + \frac{(1+R)}{(1-R)} \dots\dots\dots (4)$$

تحدث عملية فقدان الطاقة في المادة بسبب التفاعل بين الضوء وشحنات الوسط وما ينتج عنه من استقطاب لشحنات الوسط ويوصف هذا الاستقطاب عادة بثابت العزل الكهربائي المعقد للوسط .

$$\epsilon_r = n_0^2 - K_0^2 \dots\dots\dots(5)$$

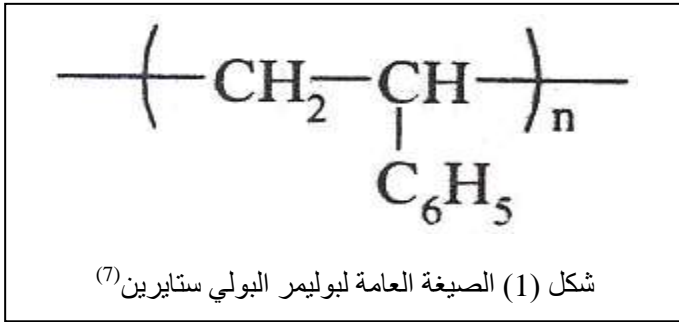
$$\epsilon_i = 2n_0K_0 \dots\dots\dots (6)$$

(3) الجزء العملي :

المواد المستخدمة في هذه الدراسة قسمت الى :

(a) المادة الأساس Matrix Material

ان المادة الاساس المستعملة هي بوليمر البولي ستايرين (poly styrene) وهو من البوليمرات المطاوعة للحرارة التي تنصهر بزيادة درجة الحرارة وذي درجة انتقال زجاجي (80°C) ويقاوم فعل الكثير من المواد الكيميائية كالحوامض والقواعد ويذوب في العديد من المذيبات . علما ان المذيب المستعمل هو التولوين بنسب معينة وبدرجة حرارة ($70-80^\circ\text{C}$) والجدول (1) يوضح بعض خصائص البولي ستايرين المستخدم والشكل (1) يوضح الصيغة العامة للبوليمر (7).



جدول (1) الخصائص النموذجية للبولي ستايرين (7)	
100	درجة الانتقال الزجاجي Tg
240	درجة الانصهار البلوري Tm
105	قوة الشد kg/m^2
2.5-1.0	الاستطالة %
1.04-1.09	الكثافة gm/cm^3
1.60-1.59	معامل الانكسار
2.65-2.4	ثابت العزل الكهربائي
اصفرار	تأثير ضوء الشمس
يهاجم من قبل الحوامض القوية ولا يتأثر بالقواعد	تأثير الحوامض القوية والقواعد القوية

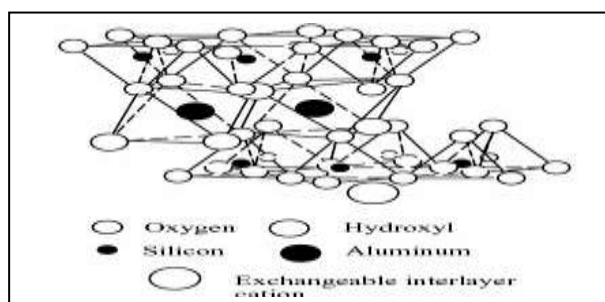
(b) مادة التقوية Reinforcement Material

اختيرت مواد محلية عراقية (بنتونايت الصفرة) والمعدن الرئيسي المكون له هو المونتموريلونايت والجدول (2,3) يوضح التحليل الكيميائي والمعدني لهذه المادة مع الرسم التخطيطي المبين بالشكل (2) (8):-

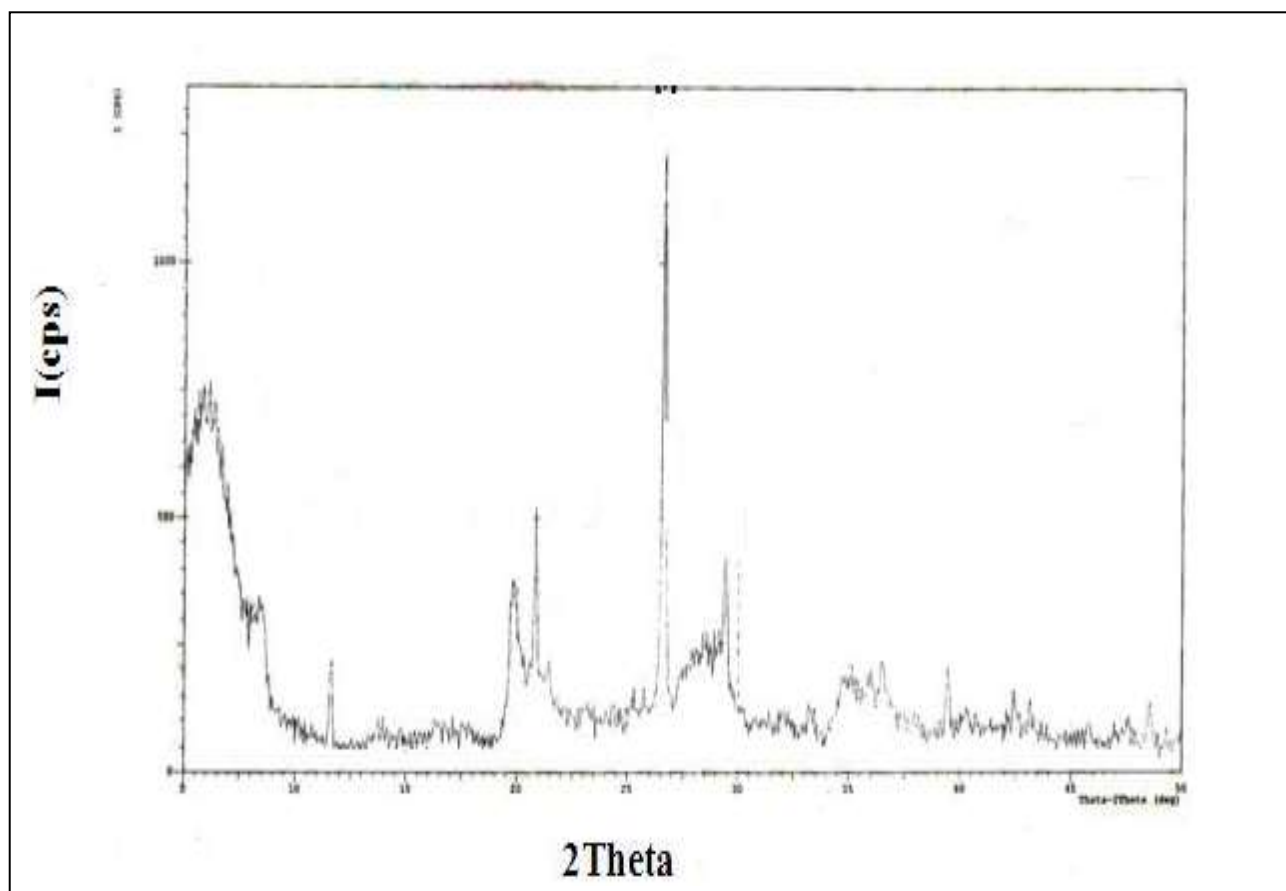
نوع المعدن	النسبة المئوية
المعادن الطينية	
Montmorilonite	79
Plygorskite	7
المعادن غير الطينية	
Apatite	5
Calcite	5
Gypsum	2
Halite	1
Quartz	1

SiO ₂	56.77	K ₂ O	0.6
Al ₂ O ₃	15.67	P ₂ O ₅	0.65
Fe ₂ O ₃	5.12	SO ₃	0.59
CaO	4.48	CL	0.57
MgO	3.42	L.O.I	0.49
Na ₂ O	1.11	C	0.56

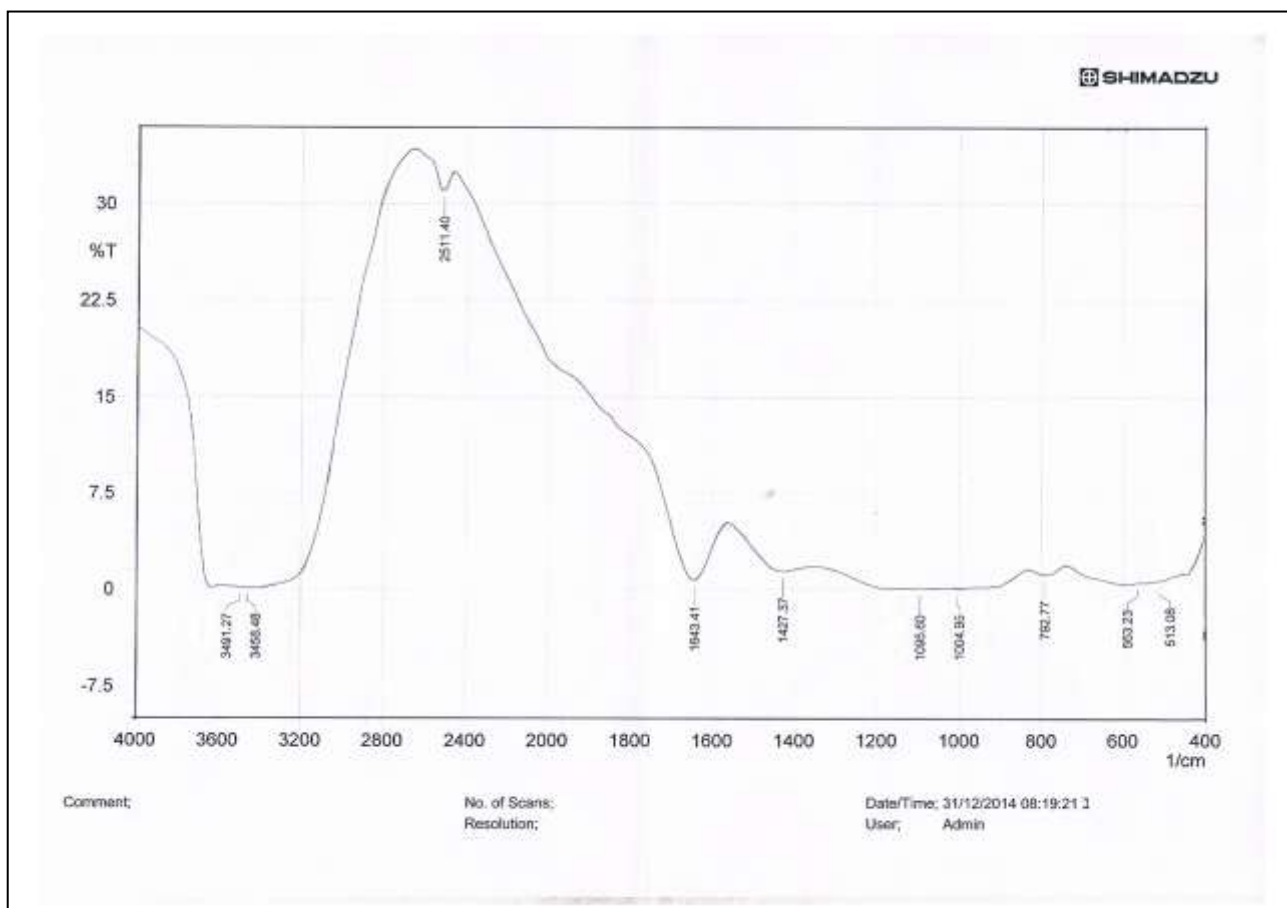
L.O.I : المواد التي تنفذ بالحرق.



الشكل (2) رسم تخطيطي لتركيب المونتموريلونايت (8)



شكل (3) تحليل الإشعة السينية لطين البنتونايت العراقي



شكل (4) تحليل IR لطين البنتونايت العراقي المستخدم

(c) المادة الرابطة Binder Material

هي مادة بولي فاينيل الكحول (P.V.A) وهي من البوليمرات الخطية غير المشحونة الذاتية في الماء وتكون معقدات مع المعادن الطينية لامتلاكها عدد هائل من المجاميع القطبية (المجاميع الفعالة) على امتداد سلسلتها التي تدخل في التفاعل مع سطح المعدن الطيني لتكوين طين معدل (modified clay) بعملية امتزاز المواد الطينية⁽⁹⁾.

(d) مركب الامونيوم الرباعي Quarternary ammonium compound

هو حامض ذو سلسلة طويلة لانتاج طين مهجن عضويا بواسطة التبادل الكاتيوني (hybrid clay) والامتزاز ويتكون من مجموعة من الهيدروكربونات الاروماتية او الالفاتية الخطية او المتفرعة والتي تمتلك من (8-30) ذرة كاربون . وان المادة الخام لصنع المركب هو النفط الخام ويشمل زيوت خضر منوعة مثل زيت الحنطة، جوز الهند، الخروع وانواع متعددة من الزيوت الثقيلة والخفيفة ومن الضروري امتلاك المركب على الاقل (10) ذرات كاربون والمادة المستعملة هي (Tetra hyxyl ammonium chloride).

(4) تحضير المترابك :

1- تحضير الأطيان : اختيرت نماذج الاطيان الجيدة بالاعتماد على خصائصها العامة من حيث خفة وزنها وخلوها من الشوائب واخضعت لفحص X-Ray من قبل الباحث ومن ثم غسلها بالماء المقطر واجريت عملية التجفيف والطحن والنخل بمدى حجم حبيبي ($D < 100\mu m$).

2- تحضير محلول P.V.A : يحضر المحلول باضافة (1wt %) من PVA إلى (100ml) من الماء المقطر باستعمال خلاط مغناطيسي (Magnetic stirrer) بسرعة (350 rpm) وبدرجة حرارة ($60^{\circ}C$) لمدة (15min) ويضاف له البنتونايت المحمص مع استمرار المزج ليكون رائقا ذو لزوجة عالية . بعد ذلك يجفف ويطن ويمرر عبر منخل بحجم حبيبي ($D < 100\mu m$) وتعاد الطريقة للمجاميع الاخرى وتسمى هذه الطريقة بالطين المعالج (Modified clay)⁽¹⁰⁾.

3- تحضير مركب الامونيوم الرباعي : تم اجراء المعاملة الكيميائية باذابة (10 gm) من هذه المادة في (60ml) من كحول (Isopropanol) بدرجة حرارة $90^{\circ}C$ في خلاط مغناطيسي لحين ترسيبها وتجمعها بصورة متتالية ثم يرشح وبعدها يخلط مع العينات المحضرة مسبقا كل على انفراد بدرجة ($70^{\circ}C$) لمدة (45min) ويرشح الراسب ويجفف بدرجة ($65^{\circ}C$) في فرن ومن ثم يبتقى بحجم حبيبي ($D < 100\mu m$) بعد طحنه وتسمى هذه الطريقة بالطين المهجن (Hybrid clay)⁽¹¹⁾.

4- تحضير متراكب بولي ستايرين- بنتونايت : ان العينات المعاملة حراريا والمحفزة بمادة (P.V.A) والمهجنة باضافة الملح الرباعي اضيفت الى مادة البولي ستايرين المذابة في التولوين بدرجة حرارة (70-80 °C) بعدها صببت في اطباق زجاجية وتركت في حاوية تفريغ لحين الجفاف لتكوين عينات الاختبار للمادة المترابكة .

(5) القياسات :

الخواص الفيزيائية

(a) الكثافة الحجمية والظاهرية :

تم حساب الكثافة الحجمية وذلك بعد حساب الحجم الظاهري (Exterior Volume)⁽²⁾:

$$V_e = \frac{(M-S)}{\rho_w} \dots\dots\dots(7)$$

حيث ان : V_e : الحجم الظاهري (cm^3) .

ρ_w : كثافة الماء ($1g/cm^3$) .

M : الوزن المشبع (g) .

S : الوزن المعلق (g) .

لذا فالكثافة الحجمية التي هي نسبة الوزن الجاف الى الحجم الظاهري فتحسب من المعادلة التالية⁽²⁾ :

$$B = \frac{D}{V_e} \dots\dots\dots(8)$$

حيث ان Bulk Density : الكثافة الحجمية (g/cm^3) .

D : الوزن الجاف (g) .

وتم حساب الكثافة الظاهرية (g/cm^3) من العلاقة التالية :

$$\text{Apparent Density} = \frac{D}{D-S} \dots\dots\dots(9)$$

(b) النقل الحجمي :

يتم تحديد النقل بعد الحرق للنماذج المحروقة بدرجة (600 °C) وذلك بقياس أبعاد النموذج قبل وبعد الحرق (القطر والارتفاع) باستخدام قدمة قياس (Vernia) وتطبيق العلاقات التالية⁽³⁾ :

$$\text{Volume Shrinkage \%} = \left(\frac{V_0 - V}{V_0} \right) 100 \% \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Volume Shrinkage \%} = \left\{ 1 - \frac{D^2 l}{D_0^2 l} \right\} 100 \% \dots\dots\dots(11)$$

حيث ان : V_0 : حجم النموذج قبل الحرق (mm^3) .

V : حجم النموذج بعد الحرق (mm^3) .

D_0 : قطر النموذج قبل الحرق (mm) .

D : قطر النموذج بعد الحرق (mm) .

(c) المسامية الظاهرية :

لحساب المسامية الظاهرية ، وحسب الخطوات التالية والتي تعتمد بالأساس على قاعدة ارخميدس :

1- تجفيف النماذج في فرن التجفيف عند درجة حرارة (110 °C) لمدة (24 ساعة) ثم تترك لتبرد الى ان تصل الى درجة حرارة الغرفة ، بعدها يقاس الوزن الجاف للنماذج .

2- تعلق النماذج في ورق زجاجي مقاوم وتغمر بالماء المقطر وتغلى لمدة (5 ساعة) مع ضمان كونها دائما مغمورة بالماء عن طريق تعويض الماء المتبخر ، بعدها تترك النماذج مغمورة بالماء لمدة (24 ساعة) . ثبت الوزن المعلق بالماء للنماذج باستخدام شبكة مرتبطة بالميزان .

3- مباشرة بعد تثبيت الأوزان المعلقة تستخرج و تجفف سطوح النماذج من قطرات الماء العالقة بها بواسطة قطعة قماش مبللة من القطن ثم يقاس الوزن المشبع بالماء .

4- بعد اجراء جميع الخطوات أعلاه ، تحسب المسامية من المعادلة التالية⁽⁴⁾ :

$$\text{Apparent Porosity \%} = \left(\frac{M-D}{M-S} \right) * 100 \% \dots\dots\dots(12)$$

(d) امتصاصية الماء :

تم حساب كتلة العينات جميعها قبل الغمر في الماء باستعمال الميزان الإلكتروني الحساس نوع (Sartorius) المصنع في ألمانيا الذي يتحسس القراءات إلى أربع مراتب عشرية. وبعد ذلك تركت لمدة 24 ساعة مغمور بالماء ، ثم تم إخراج العينات وتجفف وتوزن بعد الغمر، ولغرض حساب درجة الانتفاخ للنماذج باستعمال العلاقة الآتية⁽⁵⁾:

$$\alpha \% = \frac{M - M_0}{M_0} * 100 \% \dots\dots\dots(13)$$

حيث إن : M = كتلة العينة بعد الغمر بوحدة قياس (gm).

M₀ = كتلة العينة قبل الغمر بوحدة قياس (gm) .

α = درجة الانتفاخ (امتصاصية الماء) .

الخواص البصرية

تم قياس أطيايف الامتصاصية والنفاذية للنماذج قيد البحث ضمن الاطوال الموجية (200-1100)nm باستخدام جهاز قياس الطيف (Uv/visible Recording Spectra Photometer) ضمن درجة حرارة الغرفة .

النتائج والمناقشة :

الاشكال (5,6) يوضح تأثير تغير النسبة المئوية للبتوناييت على الكثافة الحجمية والظاهرية ، حيث ازدادت الكثافة مع زيادة نسبة البنتوناييت المضاف للمترابك والسبب في ذلك هو امتلاك البنتوناييت كثافة اعلى من كثافة المادة الاساس (البولي ستايرين) وكلما ازداد الكسر الحجمي لمادة التقوية ازدادت الكثافة الحجمية والظاهرية⁽¹²⁾ .

اما الشكل (7) فيوضح تأثير تغير النسبة المئوية للبتوناييت على النقل الحجمي للمترابك ، فيلاحظ زيادة النقل الحجمي مع زيادة نسبة البنتوناييت المضاف للمترابك ويعود ذلك الى الظاهرة الناتجة من الحرق تسمى بالتلييد وتعرف على انها عملية التحام الحبيبات المتصلة فيما بينها وتكثفها لتكون جسما صلبا ومتماسكا ، وتتم هذه العملية عند تعريض الجسم الى حرارة مناسبة لتحدث تغيرات في شكل المسام وحجمها ، وتغيرات في شكل الحبيبات والنمو الحبيبي للحبيبات المتراسة الذي يقود الى الانكماش الحجمي متحولا من جسم مسامي الى جسم قوي وكثيف وبذلك فكلما ازدادت نسبة المواد السيراميكية داخل المترابك ازدادت عملية النقل الحجمي⁽¹³⁾ .

والشكل (8) يوضح تأثير تغير النسبة المئوية للبتوناييت على المسامية المفتوحة ، اذ يتضح من الشكل تناقص نسبة المسامية المفتوحة مع زيادة نسبة البنتوناييت المضاف للمترابك وهذا يعود الى زيادة في تقارب دقائق البنتوناييت وترابطها والعمل على سد المسامات والفراغات بينها وبالتالي تناقص المسامية المفتوحة مع زيادة نسبة البنتوناييت والذي يؤدي ايضا الى تناقص امتصاصية الماء المبين في الشكل (9) حيث ينفذ الماء من خلال المسافات البينية الموجودة بين دقائق المادة المألثة والمادة الرابطة اذ ستسلك هذه المسافات بوصفها انابيب شعرية ينفذ الماء من خلالها بالخاصية الشعرية وبذلك فان زيادة نسبة المادة المألثة (البنتوناييت) للمترابك يؤدي الى ترابط الحبيبات وتقلص المسامات فيما بينها وبذلك يقل نفوذ الماء وتقل الامتصاصية⁽¹⁴⁾ .

يوضح الشكل (10) علاقة الامتصاصية بالطول الموجي للمترابك البوليمري التي ادت الى زيادة الامتصاصية ضمن المدى (200nm-800) حيث يلاحظ من الشكل ظهور قمتين للامتصاص عند الاطوال الموجية (220,400nm) وزحزحة الامتصاصية نحو الاطوال الموجية القصيرة(حصول امتصاصية عالية مستقرة عند الاطوال الموجية القصيرة) نتيجة تكون اواصر مزدوجة داخل المادة من الفوتونات المتولدة فزادت الامتصاصية ، اما منحنى النفاذية فيمثل علاقة عكسية مع منحنى الامتصاصية المبين بالشكل (11) اذ ان اعلى امتصاصية يقابل اقل نفاذية في المنطقة نفسها من الاطوال الموجية سببها العلاقة اللوغارتمية التي تربط الامتصاصية بالنفاذية حيث تكونت اواصر بين سلاسل البوليمر والالكترونات في الاوربيبتالات الخارجية انتقلت الى مستويات طاقة اعلى وشغلت مواقع داخل حزم الطاقة وبذلك فان جزء من الشعاع لاينفذ خلالها⁽¹⁵⁾ .

تم حساب معامل الامتصاص للنموذج المحضر بدلالة طيف الامتصاصية واطهرت النتائج الموضحة بالشكل (12) حيث ان قيمة معامل الامتصاص تتزايد مع زيادة طاقة الفوتون من الطاقات العالية الى الواطئة والتغير في قيم معامل الامتصاص عند الطاقات الواطئة التي تتراوح بين (1-1.8) ev يكون صغير جدا لكون الانتقالات الالكترونية قليلة بسبب عدم كفاية الطاقة للانتقال الاكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل (hv < Eg) في حين حصول زيادة سريعة في قيم معامل الامتصاص التي تتراوح بين (70-105)cm⁻¹ ضمن الطاقة الفوتونية (1.8-5.5)ev فيكون الامتصاص كبير عند الطاقات الواطئة وفجوة الطاقة المحظورة صغيرة واحتمالية كبيرة للانتقال الالكتروني⁽¹⁶⁾ .

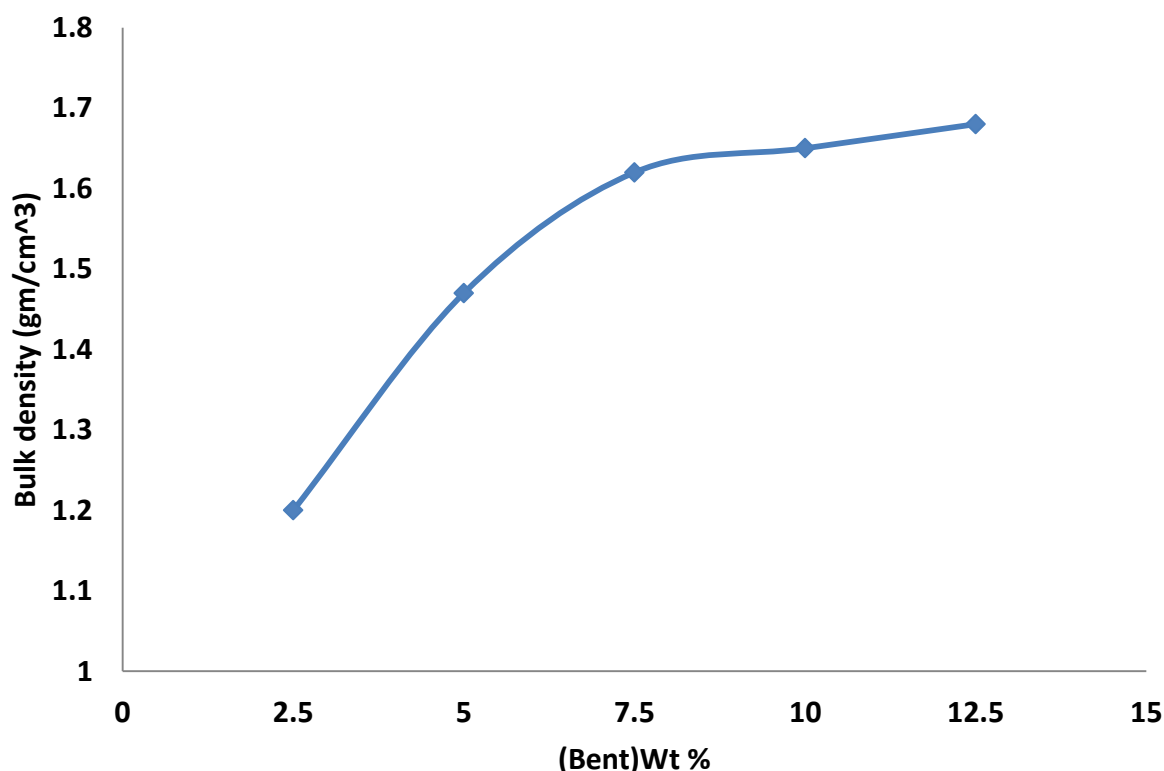
يبين الشكل (13) علاقة معامل الخمود بالطول الموجي للنماذج لمترابك بولي ستايرين-بتوناييت حيث يلاحظ ازاحة المنحنى نحو الطاقات الواطئة ذات الاطوال الموجية الطويلة أي حصول تزايد في قيم معامل الخمود مع زيادة الطول الموجي اذ يزداد بزيادة معامل الامتصاص سببها حصول انتقالات الكترونية واعتماد معامل الخمود على معامل الامتصاص كذلك فهو يمثل الجزء الخيالي لمعامل الانكسار⁽⁶⁾ .

الشكل (14) يمثل تغير معامل الانكسار مع الطول الموجي اذ تم حسابه من المعادلة (11) حيث يزداد معامل الانكسار بزيادة الطول الموجي وتتراوح قيمه ضمن المدى (0.65-0.8) حيث ان اضافة المادة المألثة زادت من كثافة حجمية للبوليمر وبالتالي ازدادت كثافة الثنائيات القطبية وزادت قيمة n نتيجة زيادة استقطاب البوليمر وقلت فجوة الطاقة المحظورة .

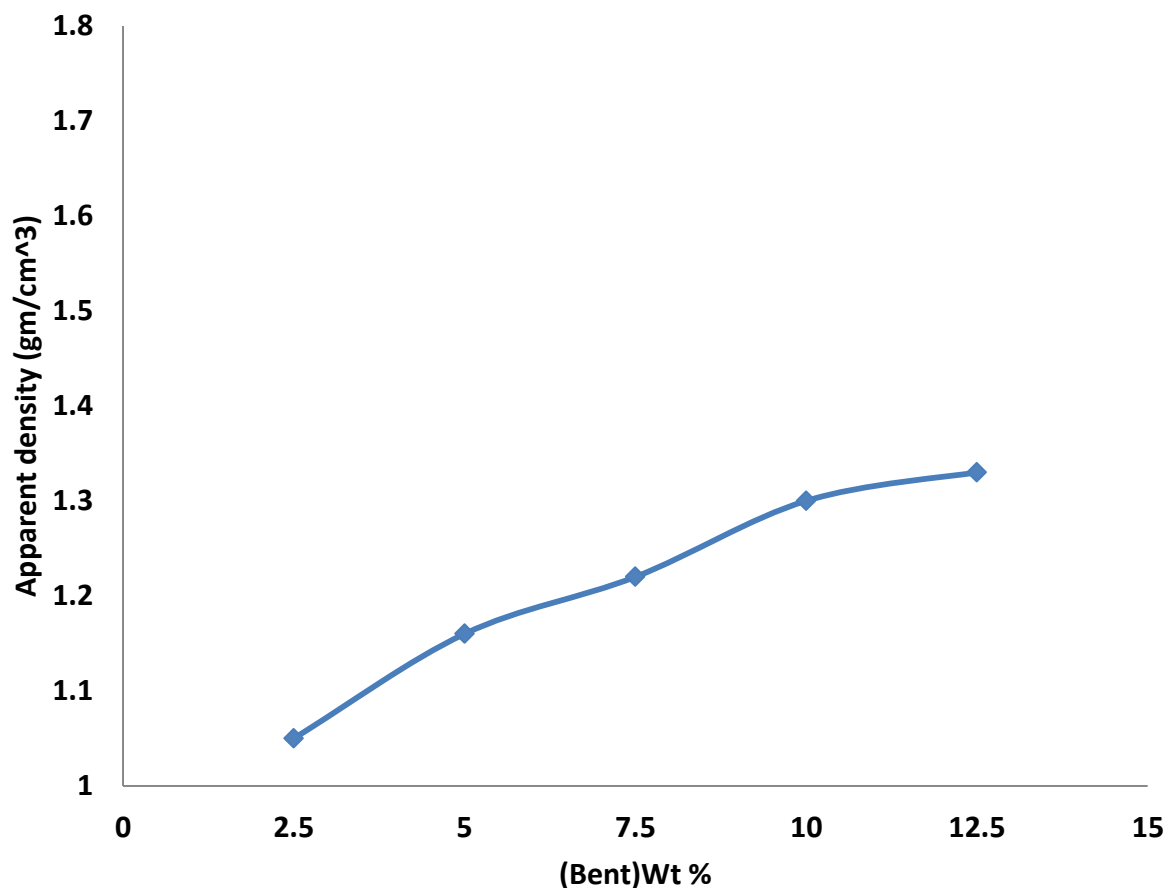
اما الشكلين (15,16) فتوضح العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي والخيالي مع الطول الموجي للنماذج المحضرة لمترابك بوليمر-سيراميك حيث ان الجزء الحقيقي المستحصل من معادلة (12) حث يعتمد على n^2 لان K^2 صغيرة أي ان الجزء الحقيقي من ثابت العزل يسلك سلوك منحني معامل الانكسار لكون تأثير معامل الخمود قليل واعتماده على معامل الانكسار⁽¹⁷⁾.

الاستنتاجات :

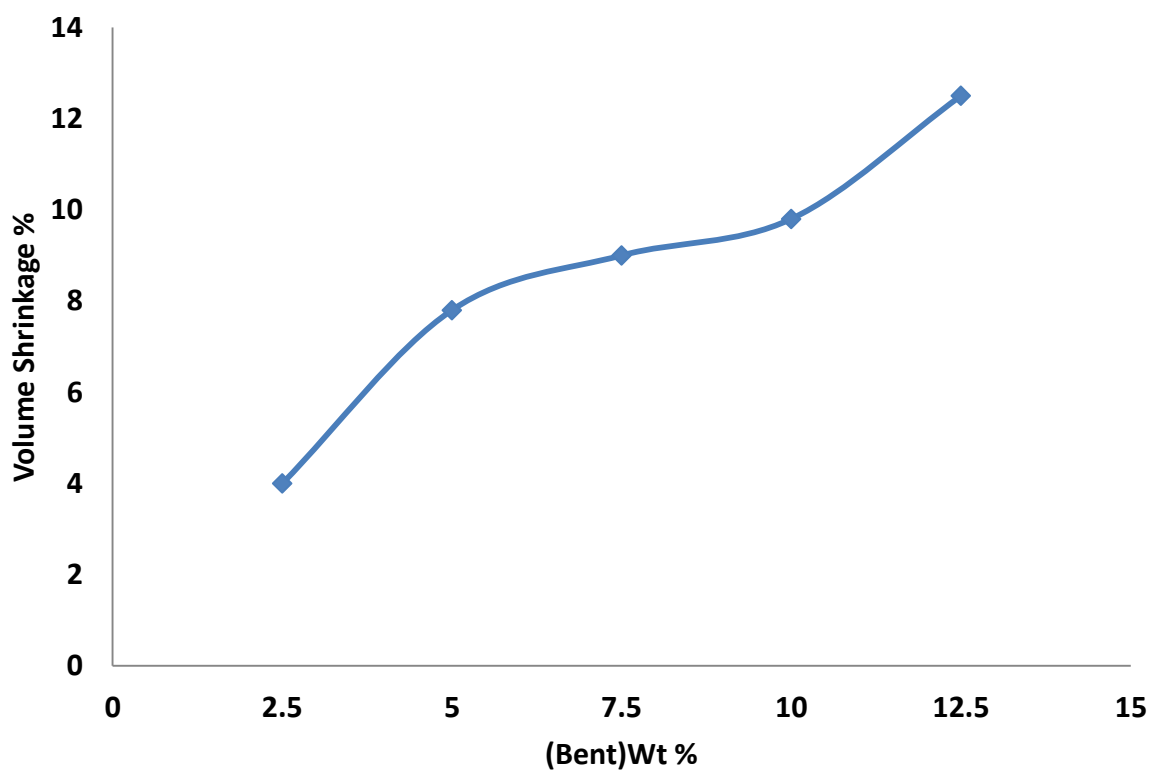
- من التجارب العملية للنماذج المصنعة يمكن استنتاج مايلي :
- 1- زيادة الكثافة الحجمية والظاهرية مع زيادة نسبة طور التقوية .
 - 2- زيادة التقلص الحجمي مع زيادة نسبة طور التقوية .
 - 3- نقصان المسامية الظاهرية مع زيادة نسبة طور التقوية .
 - 4- نقصان امتصاصية الماء مع زيادة نسبة طور التقوية .
 - 5- ان اضافة المادة المألثة (البنتونايت) للبولي ستايرين ادت الى زيادة قيم كل من النفاذية ومعامل الامتصاص ومعامل الخمود ومعامل الانكسار وثابت العزل بجزئيه الحقيقي والخيالي أي انه لم يغير التركيب الكيميائي وانما انتج مترابك ذو خواص فيزيائية جديدة .
 - 6- حصول امتصاصية عالية مستقرة عند الأطوال الموجية (200-800)nm مع نقصان النفاذية للمنطقة نفسها .
 - 7- ان ثابت العزل ذو الجزء الحقيقي يسلك سلوك معامل الانكسار نفسه .
 - 8- يستنتج من منحنى النفاذية انه في منطقة الضوء المرئي يكون اقل نفاذية واعلى امتصاصية وبما ان هذه المنطقة هي الفعالة في زيادة كفاءة الخلية الشمسية .



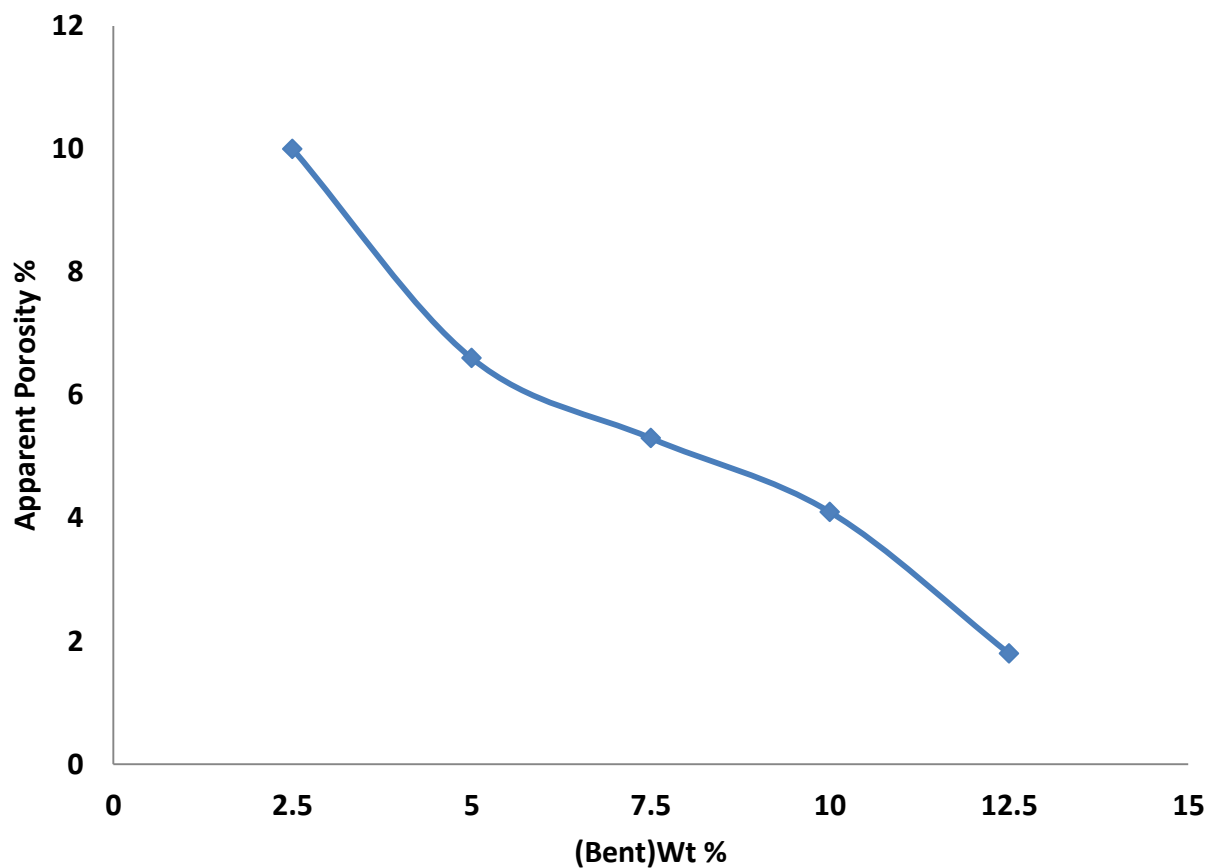
شكل (5) العلاقة بين نسبة طور التقوية والكثافة الحجمية



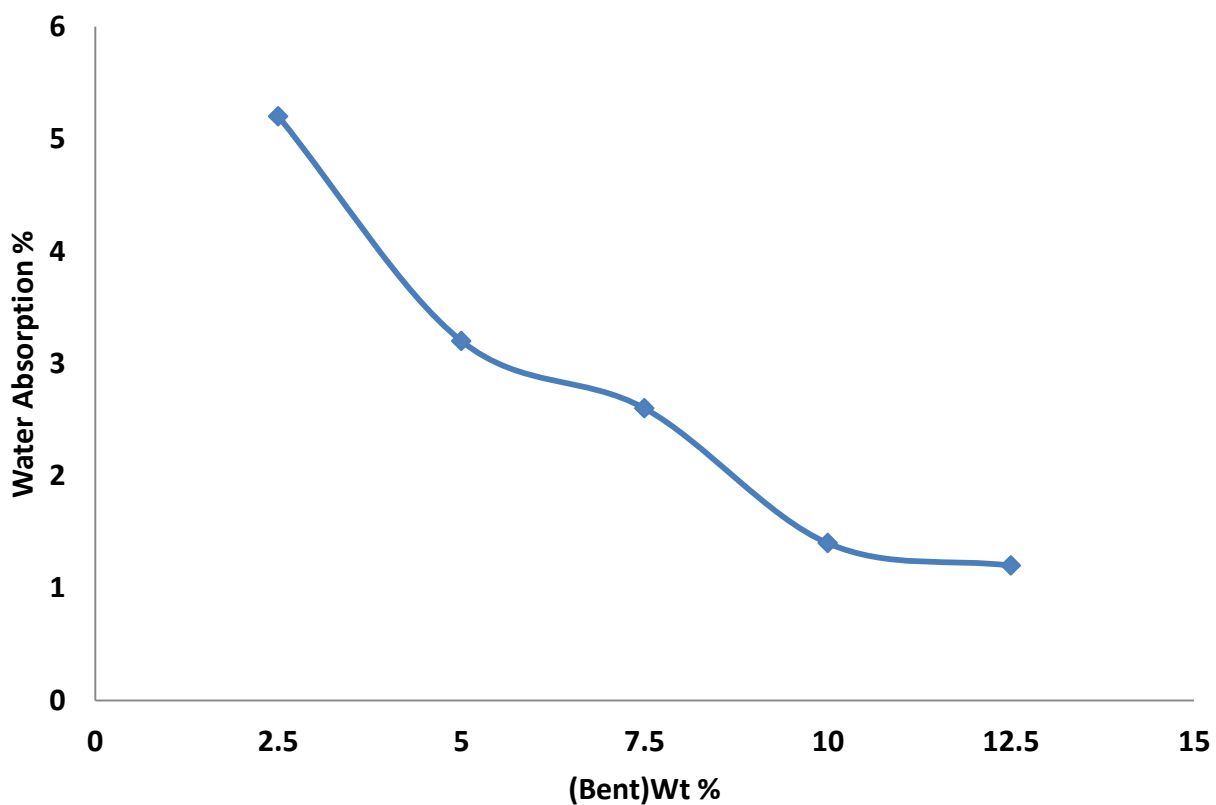
شكل (6) العلاقة بين نسبة طور التقوية والكثافة الظاهرية



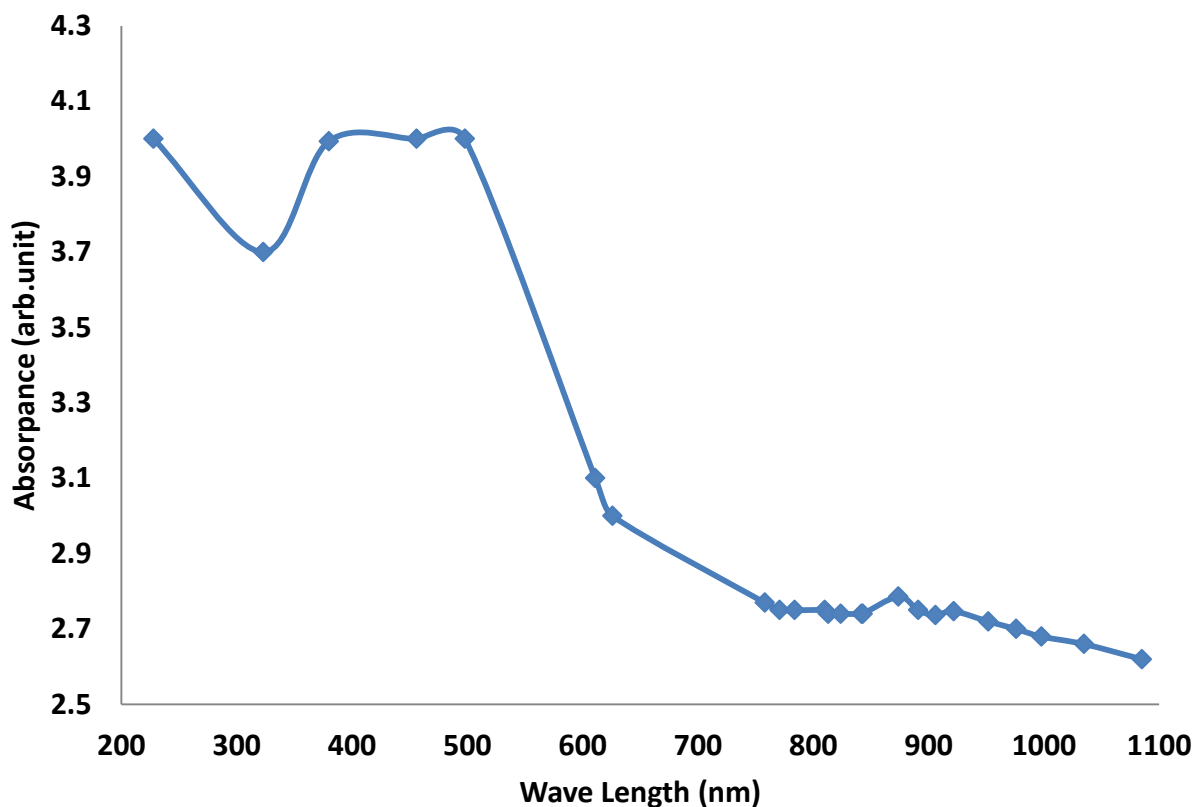
شكل (7) العلاقة بين نسبة طور التقوية والتقلص الحجمي



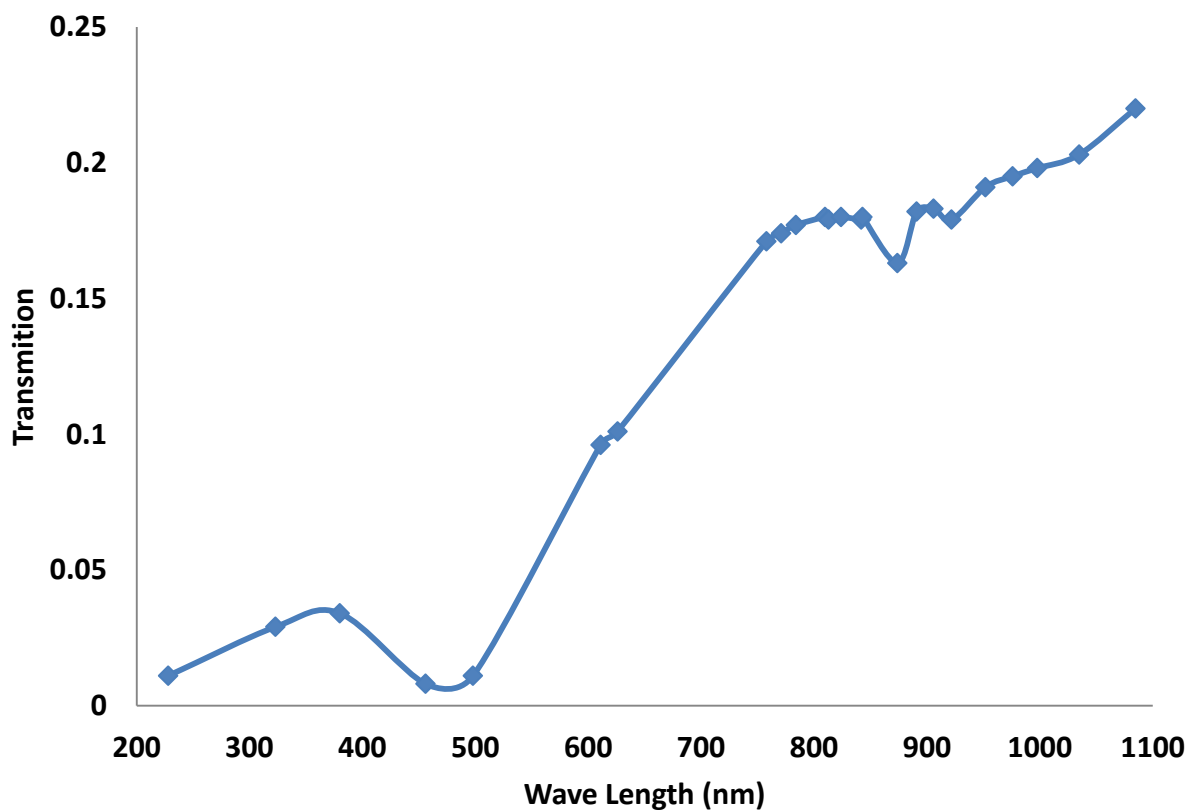
شكل (8) العلاقة بين نسبة طور التقوية والمسامية الظاهرية



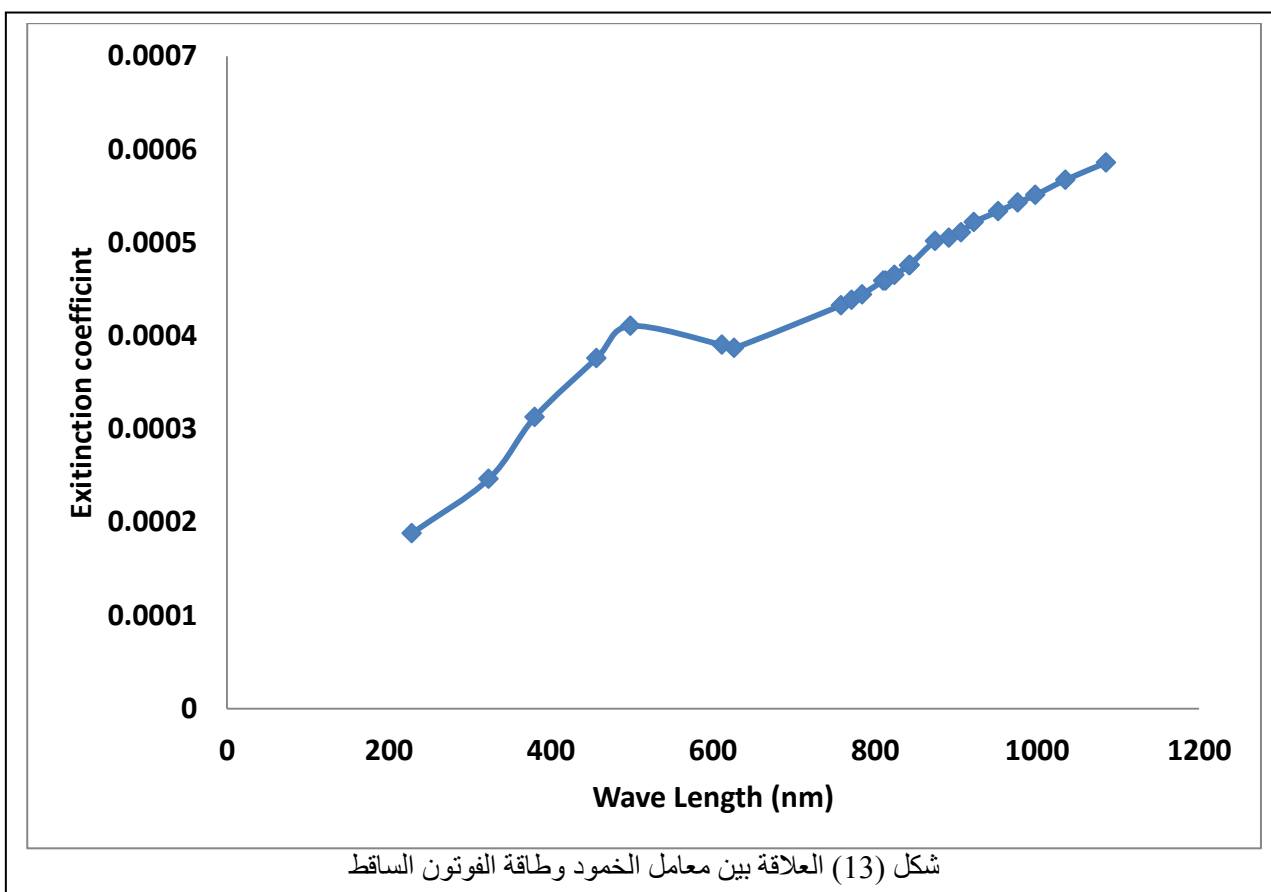
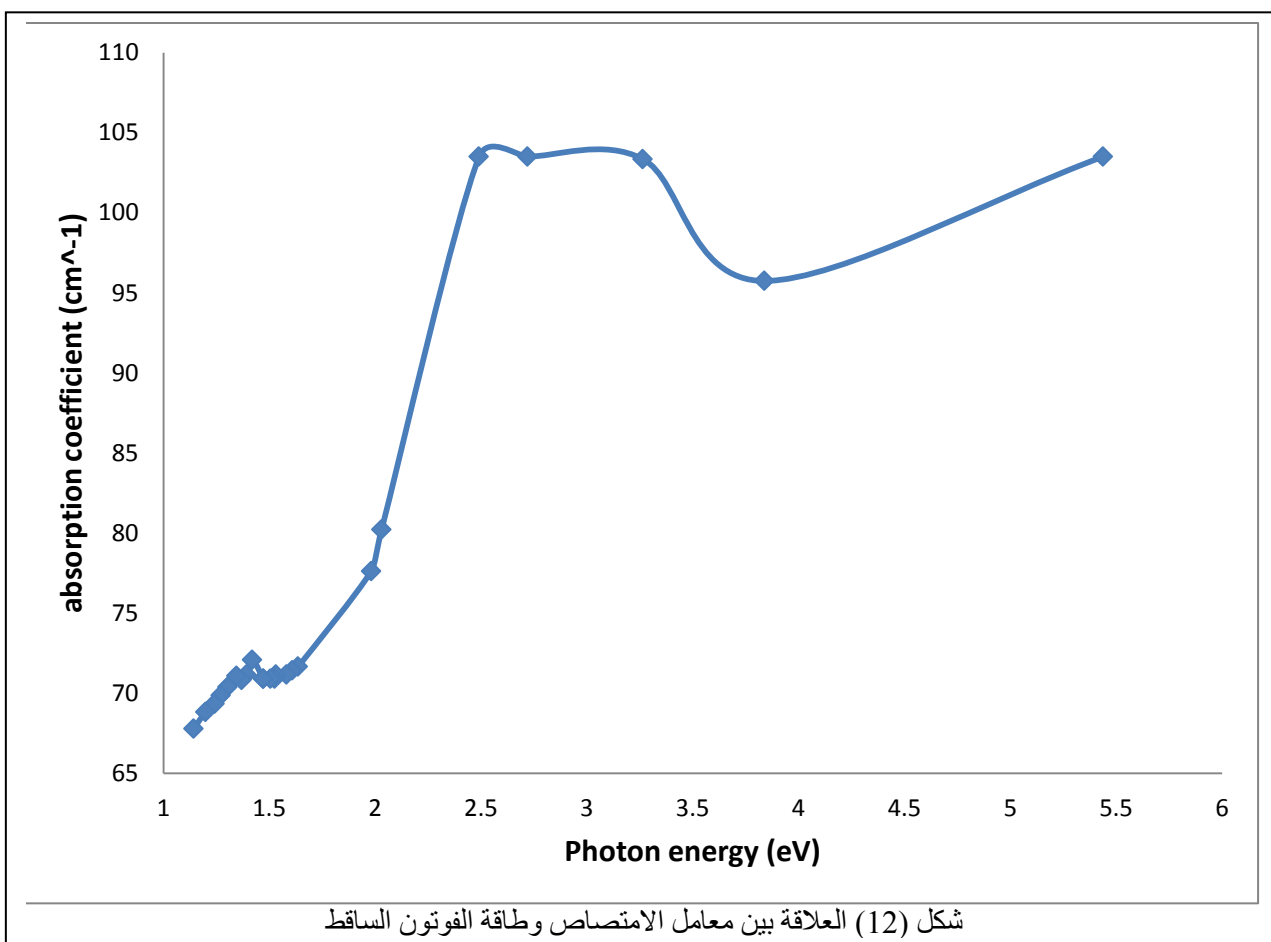
شكل (9) العلاقة بين نسبة طور التقوية وامتصاصية الماء

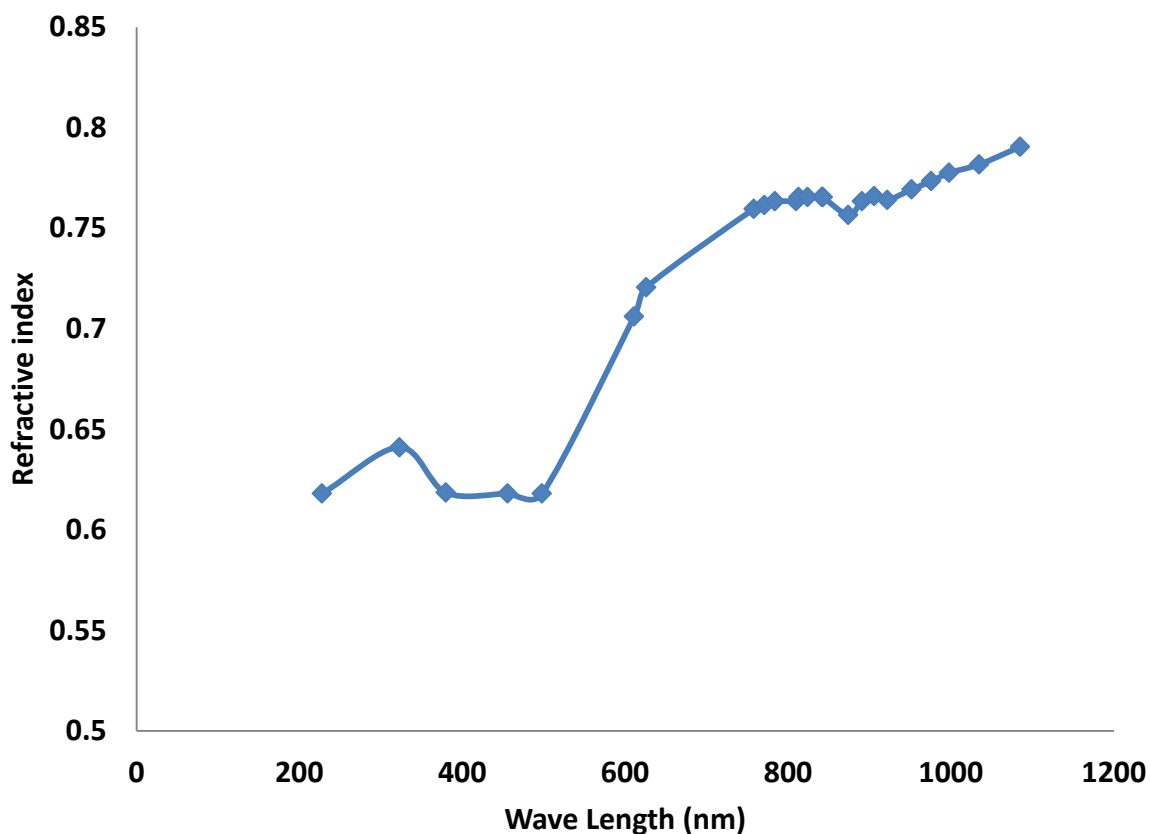


شكل (10) العلاقة بين الامتصاصية والطول الموجي

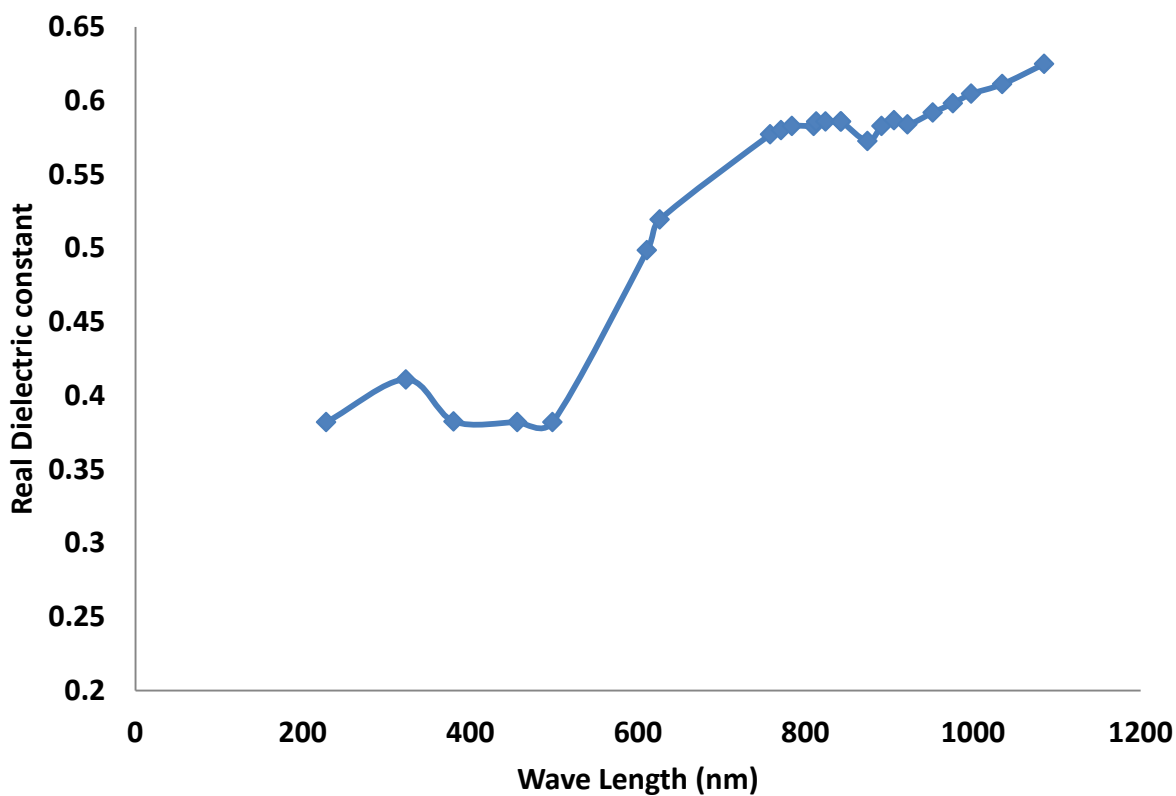


شكل (11) العلاقة بين النفاذية والطول الموجي

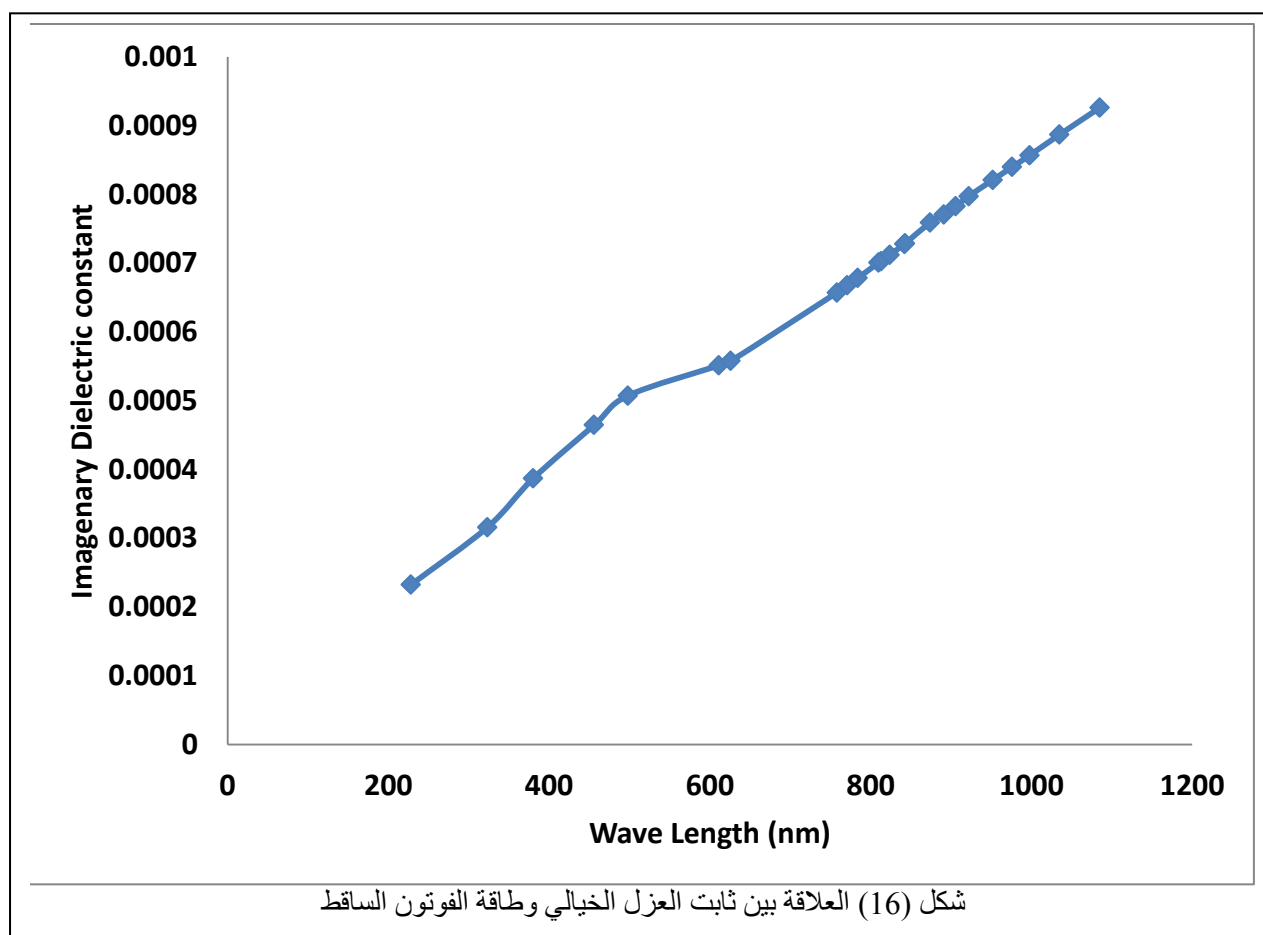




شكل (14) العلاقة بين معامل الانكسار وطاقة الفوتون الساقط



شكل (15) العلاقة بين ثابت العزل الحقيقي وطاقة الفوتون الساقط



المصادر :

- 1- ال اد م ،كوركييس عبد ، حسين علي ، "تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات " ، جامعة البصرة / كلية العلوم (1983) .
- 2- S.K. Hassun , H. Hussain and N.A. Hassan , "Acta Polymerica J." , 41,8,(1990) .
- 3- B. Lu , P. Xiao , M. Sun and J. Nie , Reducing volume shrinkage by low temperature photo polymerization , "J. App. Polym. Sci." , 104,1126-1130,(2007).
- 4- W. Bolton , "engineering materials technology" , pergamon press , 3rd ed. , Oxford , 1-5,(1987).
- 5- B.B. He , J.C. Thompson , D.W. Routt and J.H. Van Gerpen , moisture absorption in biodiesel , "Am. Soc. of Agri." , 23(1),71-76,(2007).
- 6- V.S.Sangawar and M.C.Golchha,Evolution of the optical properties of polystyrene thin films filled with zinc oxide nanoparticles", "IJSER",4,6,2700-2705,(2013).
- 7- L.J.Sato , K. Ichidure , S. Asano , S. Aakeda , M.Oshima and A. Tabata , "Eur. Polymer J." , 41,547,(2005) .
- 8- M.Abdullah Asad,S.Kar,suitability of bentonite clay,"International J.of Earth Science", 2(3),88-95,(2013).
- 9- C.A. Canbay and A. Aydogdo , "Sci. & Tech." , 4,2,121-126,(2009).
- 10- K.M. Shu and G.C. Tu , "Material science and engineering" , 236-247,(2002).
- 11- T.S. Ma and S.S. Hassan , "Organic Analysis using Ion Electrode" , 35,(1982) .
- 12- B. Marple and D. Green , "J. Am. Ceram. Soc." , 72,11,2043-2048,(1989).
- 13-V.S Aigbodion etal. ,Microstructure and Mechanical Properties of Ceramics,"Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering",9,6,527-538,(2010).
- 14- M.D. Sacks and J.A. Pask , effect of composition , "Am. Ceram. Soc." , 65,2,65-70,(1982) .
- 15-A.A.Saeed and M.Z.Hassan, Optical properties of poly vinyl chloride/ polystyrene blends,"IJAEM",3,5,(2014).
- 16- D.A.Tahir,Optical properties of polymer composite PS-PC thin films,"Journal of Kirkuk university",52,(2010).
- 17- T.J.Alwan,Refractive index dispersion and optical properties of dye doped polystyrene films,"Malaysian Polymer Journal",5,2,204-2313,(2010)