A study of the effect of thickness and Gamma Ray on the optical properties of Polystyrene – Kaolinite Composite

دراسة تأثير السمك واشعة كاما على الخواص البصرية لمتراكب بولي ستايرين – كاؤولين

وسن كامل حسن
جامعة كربلاء / كلية العلوم / قسم الفيزياء

الخلاصة :-

تم في هذا البحث دراسة تأثير السمك على الخواص البصرية لمتراكب بولي ستايرين – كاؤولين بسمك (0.86،0.92،1.11)mm المحضرة بإدخال مادة مالئة (الكاؤولين) إلى المادة الأساس (بولي ستايرين) بعد حرقها بدرجة (100℃) وتجفيفها وإعادة طحنها وانتقاء حجم حبيبي (D<100 μm) مع استخدام مادة رابطة هي بولي فاينيل الكحول P.V.C ومن ثم تمت إضافتها للمادة الأساس البوليميرية المذابة في البنزين بنسب معينة ودرس تأثير سمك العينات قبل وبعد تشعيعها بأشعة كاما المنبعثة من مصدر Co^{60} ذات معدل طاقة (2.5Mev) وبجرعة إشعاعية (250KGy) على الخواص البصرية للمادة المتراكبة حيث تزداد الامتصاصية وتقل النفاذية كدالة للطول الموجي بزيادة السمك بالإضافة إلى زيادة معامل الامتصاص مع نقصان السمك . وتضمنت الحسابات البصرية ايضاً حساب الثوابت البصرية كمعامل الخمود ومعامل الانكسار والانعكاسية كما حسب الجزء الحقيقي والخيالي لثابت العزل الكهربائي قبل التشعيع وبعده .

Abstract :

A study of the effect of thickness on the optical properties of Polystyrene – Kaolinite Composite of thickness (0.86,0.92,1.11) mm prepared by introduction of filler material (kaolinite) to matrix material (polystyrene) after toasting to powder with temperature degree(100 ^{o} C)and drying and choose partical size (D<100 μm) and have been used also binder material poly vinyl chloride (PVC) and had been added to dissolved polymer matrix material in benzen with the state ratios and study of effect of thickness for samples after and befor irradiation γ- Ray irradiation from Co^{60} of average energy (2.5 Mev) with radiation dose of (250 KGy) on optical properties for composite material and absorption increase but the transmission decrease as a data of waving length with increase the thickness, as well as it is found that the absorption coefficient of these samples increase with decrease thickness and also calculation of the optical constant carried out such as extinct coefficient , refractive index, reflectance ,real and imaginary part of dielectric constant after and befor irradiation.

المقدمة :-

نظراً للتطورات في التطبيقات الصناعية التي حصلت في السنوات الاخيرة والحاجة الى استخدام المواد المتراكبة بشكل عام والمتراكبة البوليمرية بشكل خاص في مختلف التطبيقات الصناعية المتقدمة . تناول هذا البحث دراسة تأثير السمك والتشعيع باشعة كاما على الخواص البصرية لمتراكب بولي ستايرين- كاؤولين .

ان المواد المتراكبة هي عبارة عن بناء مكون من مادتين او اكثر ذات مواصفات مختلفة ترتبط مع بعضها بطريقة معينة لتعطي التراكيب المرغوب فيها وتكون ذات خصائص افضل من خصائص المواد الداخلة في تكوينها فيما لو استخدمت بشكل منفرد , وتكون مواد التدعيم بشكل دقائق او قضبان او الياف او صفائح ...الخ , وهي بذلك تجمع الخصائص الجيدة من مختلف المواد الداخله في تركيبها علاوة على التخلص من العيوب الموجودة فيها لتكون اكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية . لذلك يمكن القول ان المادة المتراكبة تتكون من طورين هما : الطور الاول ويشمل المادة الاساس (Matrix Material) والطور الثاني يشمل مواد التقوية (Reinforced Material) , ويرتبط هذان الطوران ببعضهما عن طريق سطح رابط يدعى السطح البيني (Interface) وقد تتالف المواد المتراكبة من طور اساسي واحد اواكثر ومن مادة تقوية واحدة او اكثر للحصول على العديد من المتراكبات بترابط مواد التقوية مع مواد الاساس وهنا تدعى المادة الناتجة بالمواد المتراكبة الهجينة (Hybrid Composite Material) [1،2] .

الجزء النظري :-

ازداد اهتمام الباحثين في دراسة الخواص الفيزياوية للمتراكبات ومنها ذات الاساس البوليميري ولقد اجريت دراسات عديدة للخواص البصرية للمتراكبات الا ان دراسة تاثير التشعيع على خواص هذه النماذج قليلة . ان الهدف من البحث دراسة الخواص البصرية للمتراكب بتاثير السمك قبل وبعد التشعيع باشعة كاما . ان تفاعل اشعة كاما يؤدي الى ظهور عيوب نقطية في الشبيكة

البلورية للمادة شبه الموصلة حيث ان الية التفاعل تعتمد على طاقة الفوتونات الساقطة (hw) على المادة . شمل هذا البحث دراسة تاثير تفاعل اشعة كاما مع المادة والتي تتم من التاثير الكهروضوئي ، كومبتن ، توليد زوج (الكترون - بوزترون) بمعنى ان الانتقال من التاثير الكهروضوئي الى تاثير كومبتن يكون مقروناً بزيادة طاقة الفوتونات الساقطة والتي تتفاعل مع الكترونات وسط المادة الذي تمر خلاله وكذلك الحالة بالنسبة لتاثير خلق زوج الكترون بوزترون [3] .

ان تعريض المتراكبات البوليميرية لاشعاع ذي طاقة عالية (اشعة كاما) يؤدي الى حدوث عمليات تاين وتهيج للجزيئات ، أي الحصول على جزيئات متهيجة وايونات ومن ثم حصول تكسر في الاواصر الكيميائية مما يؤدي الى انتاج الجذور الحرة ، وان عدد الجذور الناتجة يتناسب مع جرعة الاشعاع وان هذه الجذور ربما تتفاعل وتغير من التركيب الكيميائي للمادة وكذلك تغير من خواصه الفيزيائية .

يتلخص تاثير الاشعاع على المتراكبات البوليميرية بحصول عملية التهديم بقص السلاسل البوليميرية (Chain Scission) (Degradation وتعد هذه العمليات الناتج الرئيس للتشعيع وهي ذات اهمية كبيرة لان صفات المتراكب البوليميري تعتمد الى حد كبير على طول السلسلة البوليميرية .

والنوع الثاني من تاثيرات الاشعاع هي عمليات التشابك (Cross-Linking) اما النوع الثالث فهي عمليات تحرر الغازات وانبعاثها (Gas Evolution) من تلك المواد . وقد يكون الترابط المستعرض المحتث شعاعياً مصحوباً في بعض البوليمرات بتكوين مواد غير مشبعة مثل الترانزسفيلين وتحرر غاز الهيدروجين كما ان التشعيع بوجود الهواء يتسبب بحصول تاكسد سطحي وقد يتفاعل الهيدروجين الناتج عن كل من التهدم والترابط المستعرض مع الاوكسيد السطحي منتجاً انواع من البيروكسيدات التي قد تتفكك في نهاية المطاف في عملية تبلمر مشترك ترقيعي [4،5].

الجانب العملي :-

المواد المستعملة :

1- البولي ستايرين :

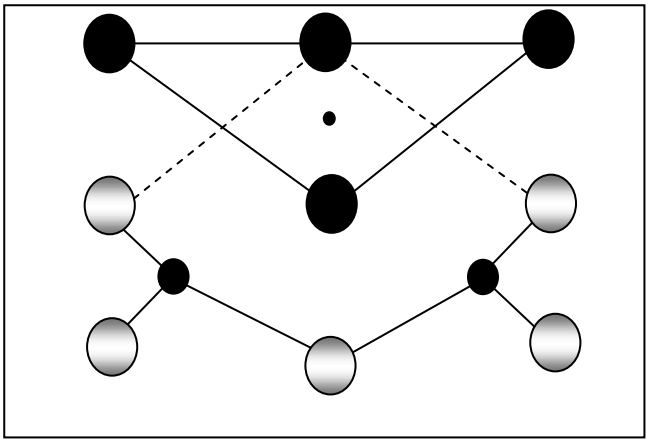
وهو من البوليمرات الزجاجية المطاوعة للحرارة ذو درجة انتقال زجاجي (80°C) ودرجة انصهاره البلوري (240° C) وكثافة تتراوح بين gm/cm^3 (1.04-1.09) ويصفر لونه تحت تاثير ضوء الشمس وهو يقاوم فعل الكثير من المواد الكيميائية كالحوامض والقواعد ويذوب في العديد من المذيبات . إن مادة البولي ستايرين عبارة عن مادة لدنه حراريا و معامل انكسارها يساوي 1.6 يجعل منه مادة لدنه مفيدة في صناعة العدسات ولها خواص عديدة مرغوب فيها تكون هذه البوليمرات شفافة سهلة التلوين والتصنيع التكييف وتمتلك خواصاً حرارية وميكانيكية جيدة نوعا"ما ودرجة ليونتها اقل من(100°C) وله الكثير من الاستخدامات البلاستيكية كصناعة الاغراض المنزلية وصناعة البلاستيك المسامي المصلد ، علما ان المذيب المستعمل هو البنزين (Benzen) بنسب معينة وبدرجة حرارة ^oC (70-80)[6] .

2- الكاؤولين :

وهي المادة المالئة ويرمز لها ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) وهو سليكات الالمنيوم المائية وهو مسحوق ابيض تم اختياره بالاعتماد على الخواص العامة من خفة الوزن وخلوه من الشوائب اذ يمتاز بنعومة حبيباته وشكله الصفائحي الذي يساعد حركة بعضها فوق بعض وله درجة انصهار(^oC 1770) في حالته النقية وتنخفض الى درجة انصهار (^oC 1545) في حالة وجود شوائب مصهرة ، يمتاز الكاؤولين من بين المعادن الطينية بمقاومته الكيميائية ومقاومته للحرارة الناتجة من طبيعة التركيب الداخلي الذي يتكون من اتحاد او تكثيف طبقتين تعرف الاولى بطبقة السيلكا وتتكون من ذرة السليكون محاط باربع ذرات اوكسجين والثانية فتمثل هيدروكسيد الالمنيوم ويتكون الهيكل البنائي لهذه الطبقة من ذرة الالمنيوم محاطة بست مجموعات هيدروكسيل ، ويستخدم في صناعة الاصباغ والورق والاطارات كمادة مالئة . والجدول يوضح التحليل الكيميائي لهذه المادة مع الرسم التخطيطي [7].

جدول (1)
التحليل الكيميائي لكاؤولين دويخلة [7]

نوع الاوكسيد	النسبة المئوية %	نوع الاوكسيد	النسبة المئوية %
SiO_2	52.35	MgO	1.11
Al_2O_3	34.02	SO_3	1.45
FeO_3	1.31	Na_2O	-
TiO_3	0.12	K_2O	-
CaO	1.2	L.O.I.	12.54



شكل (1)
مخطط لتركيب طبقات الكاؤولين[7]

3- بولي فاينيل كلورايد :

وهو من بوليمرات الفاينيل التي تنتج من المشتقات البترولية وهو من اللدائن الحرارية ودرجة انتقاله الزجاجي($82\ ^oC$) وهو من المواد القطبية (أي ان جزيئاته دائمة القطبيه) اذ ان احلال ذرة الكلور محل ذرة الهيدروجين (الاخف) على جانب واحد من السلسلة الرئيسية لبوليمر الاثيلين يعمل على جعل ذلك الجانب قطباً سالباً لان الشحنة الموجبة التي تدخل في التفاعل مع سطح المعدن الطيني لتكوين طين معدل modified clay بعملية امتزاز المواد الطينية وهو من البوليمرات الواسعة الاستعمال في العديد من المنتجات الصناعية اهمها تغليف الاسلاك الكهربائية وصناعة الانابيب البلاستيكية والسقوف المستعملة في البيوت الزجاجية كما يستعمل في صناعة بعض الحاجات المنزلية [8].

تحضير العينات :

1- **تهيئة الاطيان :** تم استخدام مادة الكاؤولين كمادة مالئة حيث حمصت بدرجة حرارة (100^oC) لمدة (6 hr) ومن ثم جففت واعيد طحنها باستعمال طاحونة الكرات(Ball Milling) ذات كرات الالومينا النقية نوع (CROSCHOP) ألمانية الصنع واستمرت عملية الطحن لمدة (3 hr) للحصول على درجة النعومة المطلوبة ومن ثم اجريت عملية النخل (Sieving process) وذلك لاجراء التصنيف الحجمي لها وقد استخدمت مناخل المانية الصنع نوع (Cro-Prazisossieb) بحجم قطر فتحته اقل من (100 µm) مع هزاز الماني نوع (Retsch) .

2- **تحضير محلول PVC :** البوليمر المستعمل في هذه الدراسة هو من النوع التجاري (Commercial) المتوفر في الاسواق المحلية على شكل حبيبات (granules) تمت اذابته في مذيب مناسب ، وقد استعمل مذيب سايكلوهكسانون (Cyclohexanone) رمزه الكيميائي ($C_5H_{10}.CO$) ذو كثافة ($0.9491\ g/cm^3$) والذي عد افضل مذيب لبوليمر PVC حيث خلطت اوزان مكافئة من البوليمر PVC والكاؤولين بنسبة (1%) ، واذيب البوليمر الحاوي السيراميك بمذيب السايكلوهكسانون بعد ذلك جفف وطحن ومرر عبر منخل بحجم حبيبي (100 µm) .

3- **تحضير متراكب بولي ستايرين - كاؤولين :** حضر البولي ستايرين بقيم محددة بعد اذابته في المذيب المناسب (استخدم مذيب البنزين في البحث) حيث تم التحضير بمزج البولي ستايرين مع المذيب عند درجة حرارة (90^oC) باستعمال خلاط نوع (Magnetic stirrer) ، ثم تضاف النسبة المطلوبة من الكاؤولين المعامل حرارياً والمضاف لمادة PVC الى البولي ستايرين المذاب في البنزين ، بعدها صبت في اطباق زجاجية (Pettry dish) وتركت في حاوية تفريغ لحين الجفاف ويجب ان تكون عناية كبيرة في عملية الصب لتجنب حصول الفقاعات الهوائية ويترك القالب لكي تتم عملية تصلب النماذج لتكوين عينات اختبار الخواص البصرية للمادة المتراكبة .

الاجهزة المستعملة وطريقة القياس :

قيست الخواص البصرية باستخدام مطياف من نوع (UV – visible Recording Spectra Photometer) المصنع من قبل شركة شيمادزو اليابانية ولمدى من الاطوال الموجية nm(200-1100) وقد سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة قبل وبعد تعريض النماذج قيد البحث لاشعة كاما باستخدام خلية Co^{60} ذات معدل طاقة (2.5Mev) وبجرعة اشعاعية (250 KGy) في جهاز نوع (Cobalt 60 Irradiation Gamma Cell 200) صنع شركة (Atomic Energy of Canada) الموجود في منظمة الطاقة الذرية .

النتائج والمناقشة :-

1) اطياف الامتصاصية والنفاذية :-

يوضح الشكلين (1،3) تغير اطياف الامتصاصية والنفاذية للمتراكب البوليميري مع الطول الموجي كدالة للسمك ، اذ يتضح زيادة في قيم الامتصاصية ونقصان في النفاذية بزيادة سمك المتراكب وهذا يتفق مع التناسب الطردي بين امتصاصية المادة وسمكها بموجب العلاقة الاتية :

$$\alpha = 2.303\ A / d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث α : معامل الامتصاص
A : الامتصاصية
d : سمك المادة

كما يلاحظ من مقارنة الشكلين (1،2) الى زيادة الامتصاصية بعد التشعيع بسبب تكوين المستويات الموضعية داخل فجوة الطاقة .

ومن الشكلين (3،4) يلاحظ ان النفاذية تقل بزيادة التشعيع وتؤدي الى استطارة الضوء وامتصاصه لان التفاعل بين الموجات الكهرومغناطيسية والجزيئات البوليميرية الكبيرة سيزداد بزيادة تشابك سلاسل البوليمر [9،10] .

2) الانعكاسية :-

تم حساب الانعكاسية استناداً للمعادلة الاتية :

$$R = 1 - T - A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث R : الانعكاسية
A : الامتصاصية
T : النفاذية

اذ يوضح الشكل (5) انعكاسية المادة المتراكبة كدالة للطول الموجي حيث يلاحظ ان انعكاسية المادة تقل بزيادة السمك والذي يعود الى زيادة الامتصاصية بزيادة السمك . كذلك زيادة الانعكاسية بعد التشعيع من مقارنة الشكلين (5،6) نتيجة لحصول تشابك لجزيئات البوليمر بعضها مع البعض الاخر من تاثير الاشعاع على السلاسل البوليمرية ، اذ ان تاثير الاشعاع هو كسر الاواصر في السلسلة فاذا ماتحدت هذه الاواصر مع اواصر اخرى ادى ذلك الى تغير التركيب وبالتالي الى حدوث عملية التشابك وزيادة قيم الانعكاسية نتيجة لذلك [11] .

3) معامل الامتصاص البصري $\alpha(cm)^{-1}$:-

تم حساب معامل الامتصاص للمادة المحضرة بدلالة طيف الامتصاصية باستخدام العلاقة (1) ان تاثير السمك على الامتصاص يبدو واضحاً حيث اظهرت النتائج تناقص معامل الامتصاص مع زيادة السمك كما في الشكل (7) حيث ان العلاقة عكسية بين السمك ومعامل الامتصاص ويعزى ذلك الى زيادة عدد الذرات الممتصة وبالتالي يزداد معامل الامتصاص للمادة البوليمرية المتراكبة وهذا يتفق من التناسب الطردي بين معامل الامتصاص والامتصاصية من العلاقة (1) [12].

يوضح الشكل (8) الزيادة في معامل الامتصاص للمادة المتراكبة كدالة لطاقة الفوتون بعد التشعيع نتيجة تكوين مستويات موضعية داخل فجوة الطاقة وهذا يشير الى تكسر اواصر الشبيكة وتكوين الفراغات نتيجة لازاحة الذرات عن مواضعها وهذا يزيد من احتمالية امتصاص الفوتونات ذات الطاقة الواطئة وبالتالي زيادة الامتصاصية عما كانت عليه قبل التشعيع [13].

4) معامل الخمود (K_o) :-

تم حساب معامل الخمود باستخدام المعادلة الاتية :

$$K_o = \alpha\ \lambda / 4\ \pi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

ويوضح الشكل (9) تغير معامل الخمود مع الطول الموجي قبل التشعيع حيث من الواضح تزايد معامل الخمود بتناقص السمك وبشكل سريع عند قيم الطاقات القريبة من حافة الامتصاص البصري مما يؤكد حصول انتقالات الكترونية مباشرة عند تلك الطاقات ومن مقارنة الشكلين (9،10) وجد ان تاثير الاشعاع يبدو واضحاً على قيم معامل الخمود عند الطاقة المقاربة لفجوة الطاقة الذي يعود الى ازاحة حافة الامتصاص نتيجة للتغير الحاصل في التركيب البلوري للمادة نتيجة الاشعاع [14،15].

5) معامل الانكسار (n_o) :-

تم حساب معامل الانكسار استناداً للمعادلة الاتية :-

$n_o = \{(1+R/1-R)^2 - (K_o^2+1)\}^{1/2} + (1/R)/(1-R)$ .....(4)

يبين الشكلين (11،12) تغير معامل الانكسار مع الطول الموجي قبل التشعيع وبعده وجود تشابه بين منحنيات معامل الانكسار مع منحني الانعكاسية ، اذ ان هذا التشابه ناتج من اعتماد قيمة معامل الانكسار على الانعكاسية حيث يقل معامل الانكسار مع زيادة السمك وعموماً فان معامل الانكسار يتزايد مع التشعيع بسبب التغير البسيط في قيم ثابت الشبيكة في التركيب البلوري بعد التشعيع ادى الى تغير في قيم معامل الانكسار [16].

6) ثابت العزل الكهربائي المعقد (ε) :-

تم حساب ثابت العزل الكهربائي المعقد بجزئيه الحقيقي والخيالي للمادة البوليمرية المتراكبة باستخدام العلاقتين :-

$\varepsilon_r = n_o^2 - k_o^2$ .....(5)

$\varepsilon_i = 2\, n_o\, k_o$ .....(6)

على التوالي .

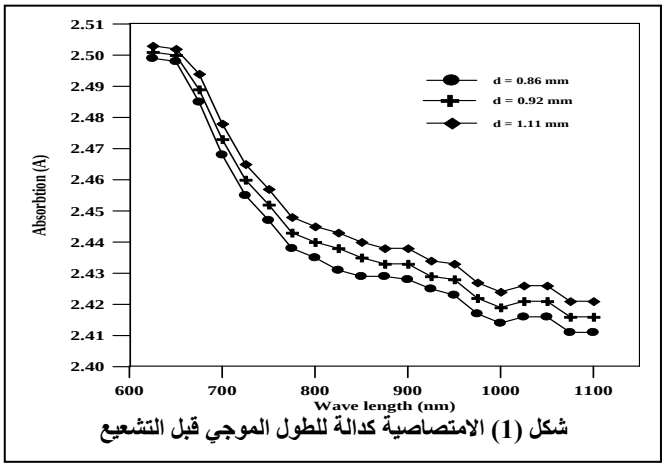
يتبين من الاشكال (13،15) ان قيم ثابت العزل تقل بزيادة السمك قبل التشعيع اما عن سلوك المنحني فانه يشابه سلوك معامل الانكسار وذلك لاعتماد ε على n وهذا يتفق مع العلاقة (5) حيث يكون تاثير معامل الخمود قليلاً مقارنة بتاثير معامل الانكسار .

اما قيم ثابت العزل بعد التشعيع فتوضح بالشكلين (14،16) حيث تزداد بزيادة السمك غير ان قيمتها اكبر من مثيلاتها قبل التشعيع وذلك لزيادة انعكاسية المادة عند الطاقة المقابلة لفجوة الطاقة [17].

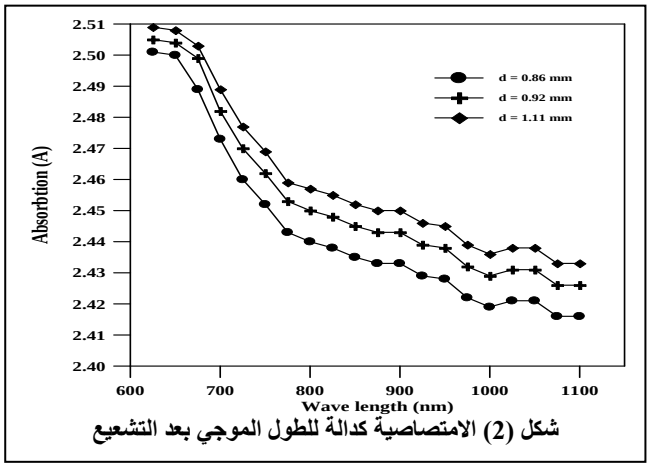
الاستنتاجات :-

1- ان زيادة سمك المتراكب ادى الى زيادة في قيم الامتصاصية ونقصان في النفاذية بسبب زيادة عدد ذرات المادة الممتصة غير المتاينة . كذلك لوحظ نقصان الانعكاسية بسبب زيادة الامتصاصية ، بالاضافة الى زيادة معامل الامتصاص بتناقص السمك بسبب زيادة عدد الذرات الممتصة . وكذلك زيادة بقيمة معامل الخمود بتناقص السمك وهذا يعني ان المادة لها قابلية توهين او اخماد الاطوال الموجية الساقطة عليه اكبر ، مع تناقص في معامل الانكسار وثابت العزل الكهربائي .

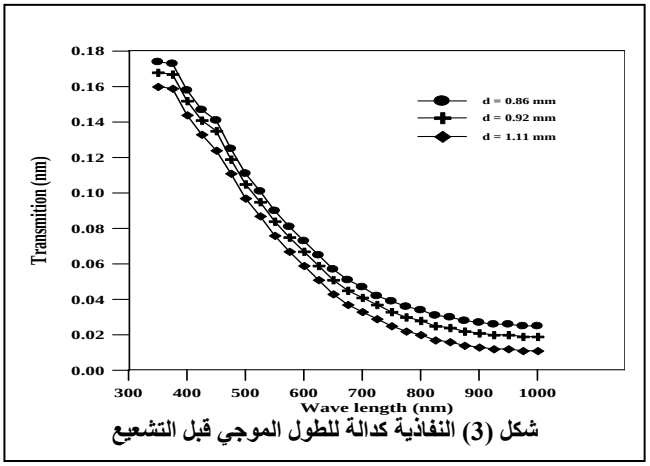
2- لوحظ ان التشعيع ادى الى زيادة في الامتصاصية ونقصان في النفاذية يشير الى ان تعريض البلورات لاشعة كاما يؤدي الى حدوث عيوب فرنكل الذي ينشأ من ازاحة ذرة من احد مواقع الشبيكة البلورية واحتلالها موقع غير مخصص اساساً لوجود ذرة (أي توليد ذرة بينية وتكوين ثغرة في الشبيكة البلورية) أي ان التشعيع ادى الى نقصان في درجة التبلور كذلك زيادة الانعكاسية بعد التشعيع ويعود السبب في ذلك الى ان الاشعاع سبب ضرراً في التركيب البلوري للمادة وسبب تغير في طبيعة سطح المادة حيث ان الانعكاسية تحدث عند سطح المادة أي ان الاشعاع اثر على السلاسل البوليمرية المتشابكة وولد سلاسل معقدة وبذلك ازدادت الانعكاسية وايضاً زيادة في معامل الامتصاص والانكسار وثابت العزل الكهربائي بعد التشعيع .



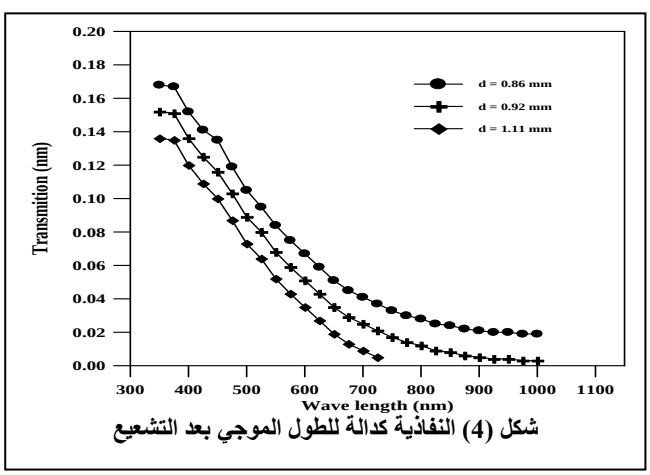
شكل (1) الامتصاصية كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



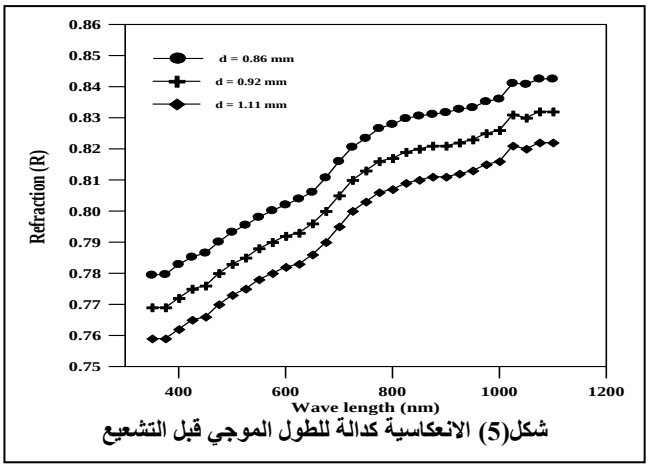
شكل (2) الامتصاصية كدالة للطول الموجي بعد التشعيع



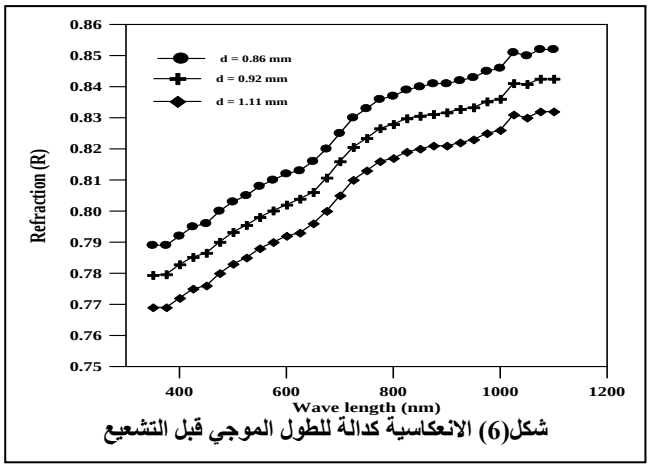
شكل (3) النفاذية كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



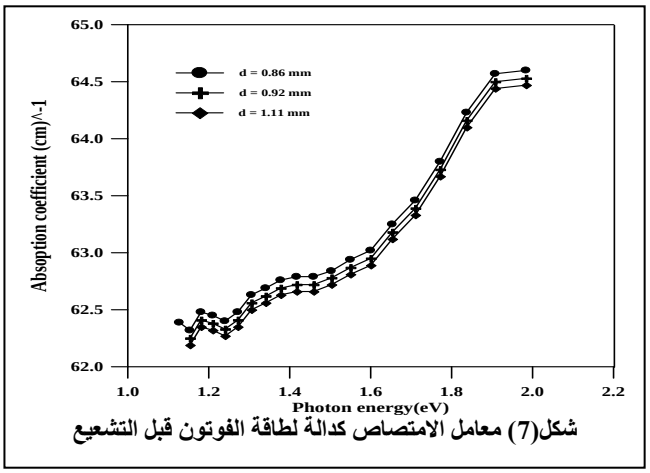
شكل (4) النفاذية كدالة للطول الموجي بعد التشعيع



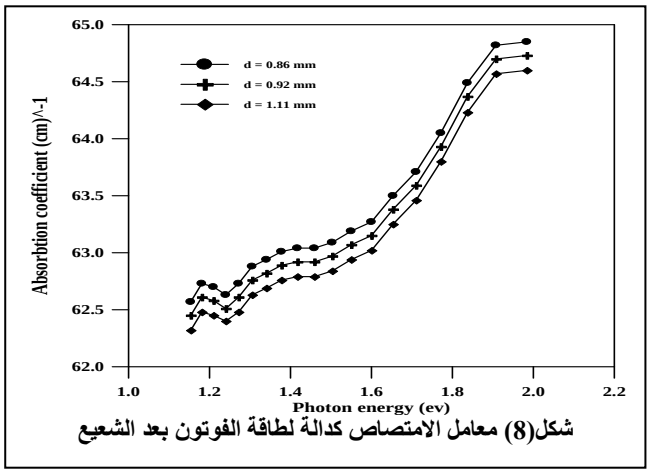
شكل(5) الانعكاسية كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



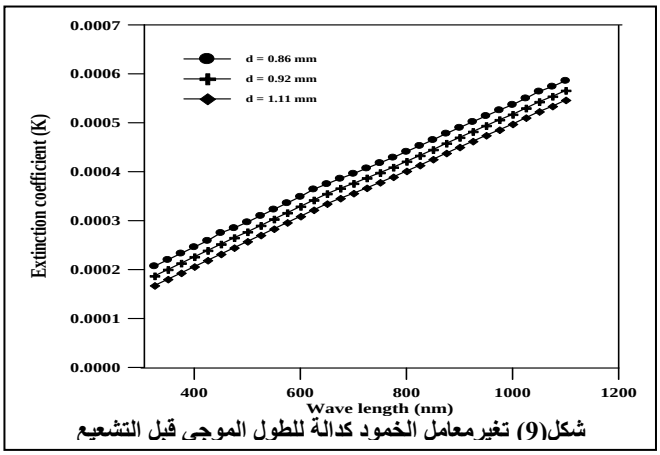
شكل(6) الانعكاسية كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



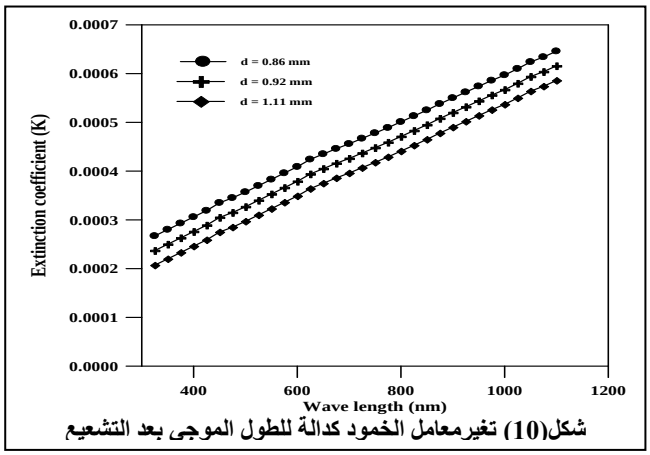
شكل(7) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون قبل التشعيع



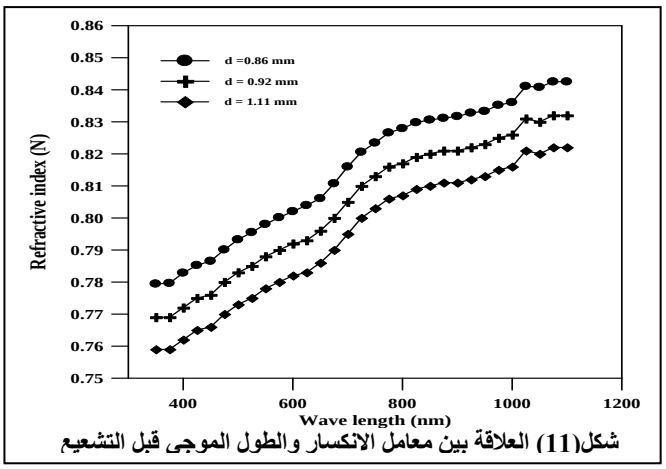
شكل(8) معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون بعد الشعيع



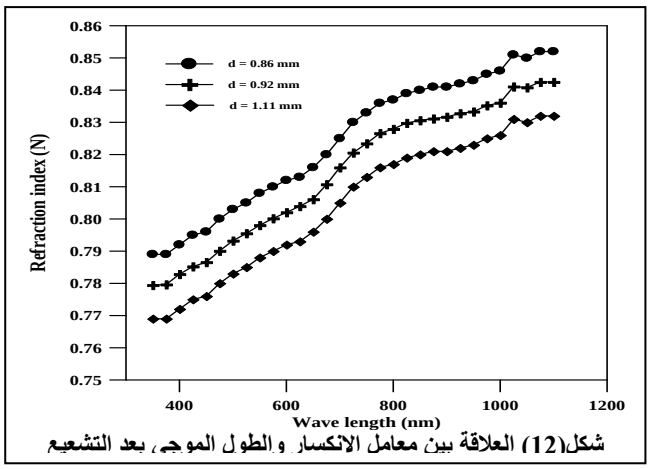
شكل(9) تغيرمعامل الخمود كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



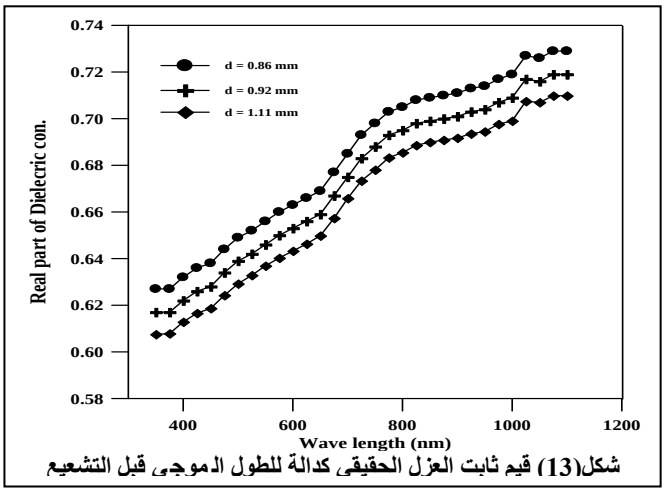
شكل(10) تغيرمعامل الخمود كدالة للطول الموجي بعد التشعيع



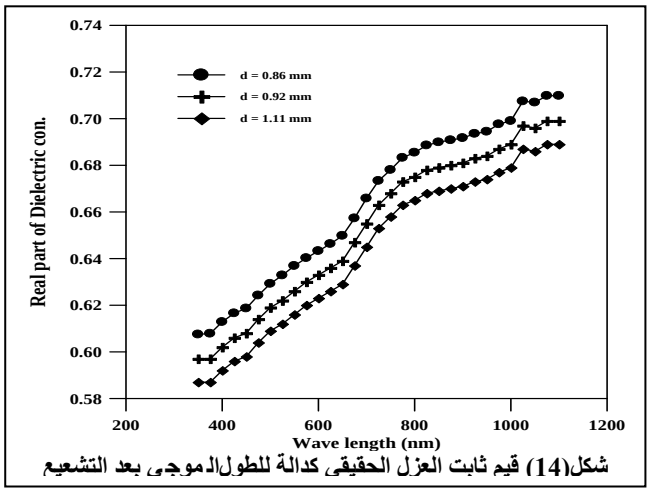
شكل(11) العلاقة بين معامل الانكسار والطول الموجي قبل التشعيع



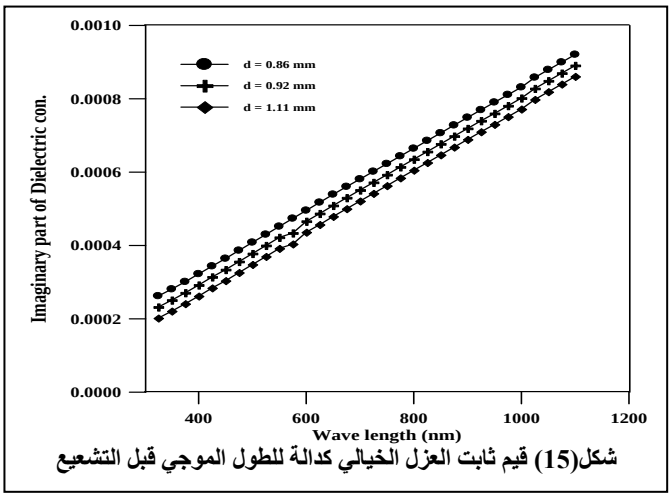
شكل(12) العلاقة بين معامل الانكسار والطول الموجي بعد التشعيع



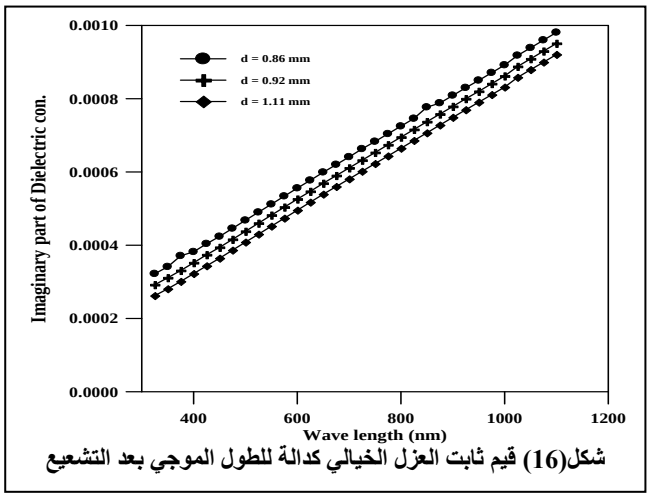
شكل(13) قيم ثابت العزل الحقيقي كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



شكل(14) قيم ثابت العزل الحقيقي كدالة للطول الموجي بعد التشعيع



شكل(15) قيم ثابت العزل الخيالي كدالة للطول الموجي قبل التشعيع



شكل(16) قيم ثابت العزل الخيالي كدالة للطول الموجي بعد التشعيع

المصادر :

1- Zahran A.H. , Hegazy E.A. and Ezz Eldin F.M. , " Radiation Phys. Chem." , Vol.26 , No.1, pp(25-32) , (1985) .
2- Odo nnell J.H. and Sangster D.V. ,"Principle of Radiation chemistry" London , (1985) .
3- Elsa Reichmanis and Odo nnell J.H. , "The effect of Radiation on High Technology Polymers" , American Chem. Soc. , washnton , (1989) .
4- Odo nnell J.H. "Chem. of Rad. Degradation of polymers , in Radiation Effects in Polymers" , ACHS. , (1991) .
5- Babic D. , "Rad. Phys. Chem." ,Vol. 35,No.1-3,pp158, (1990) .
6- Abyaneh M.K. , Pasricha R. , "Nanotechnol" , Vol.17, pp.4129 , (2006) .
7- Srivastava S. and Basu J.K. , "Phys. Rev.Lett. "Vol.98 , pp.165701 , (2007) .
8- Jordan K. J. , Suib S. L. , "Determination of the Degradation Poly (Vinyl Chloride) Decompostion" , Journal of Physical Chemistry,Vol.105 , No.16 , pp.3174-3181, (2001) .
9- Deng B.I. , Chen. I.W. , Chiu Y.S. "Polym. Degrade. Stab." , Vol.57 , pp.269 , (2003) .
10- Longton N.H. , "Ultrasonically irradiation polymer solutions J." , Vol.1 , No.22 , (1969) .
11- Nathan J.W. , Brian A.A. , "Mater. Res. Soc. Symp. Proc." , Vol.138 , pp(5-9) , (2008) .
12- Kalandaragh Y.A. , Muradov M.B. , "Opto electron. Adv. Mater." , 2(1) , 42 (2008) .
13- Rezaei O.D. , Khodayari A. , "Effect of thermal annealing and gamma irradiation on the optical properties of polymer nanocomposites" , Vol.4 , No.6 , pp.(881-883) , (2010) .
14- Haridas M. , Sivastava S. and Basu J.K. , "J. Appl. Phys." , 37 , (1520) , (2008) .
15- Srivastava S. , Haridas M. , "Optical properties of polymer nano composites" , Vol.31 , No.3 , (2008) .
16- Srivastava S. and Basu J.K. , "J. Nano. Sci. Technol. "Vol.7 , pp.2101 , (2007) .
17- Leng J.Y. , Zhinong X. , "Influence of thickness on structure , optical , and electrical properties" , J. Appl. Phys. , Vol.7 , p.2319 , (2010) .