دراسة تاثير اشعة كاما على بعض الخصائص الفيزيائية لخلائط بوليمرية بولي ستايرين/ بولي مثيل ميثااكريلايت

صلاح قدوري هزاع[١] امال احمد خلف[٢] رؤوف محمود رؤوف[٣] نجيبة عبد الله حسن الحمداني [٤]
[١،٢،٤] الجامعة المستنصرية / كلية التربية / قسم الفيزياء
[٣]الجامعة المستنصرية / كلية الهندسة / قسم هندسة المواد

الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير خلائط بوليمرية من بولي ستايرين PS و بولي مثيل ميثااكريلايت PMMA بطريقة صب المحلول بنسب وزنية (0, 5, 10, 15, 20,100 %) من PMMA فيPS، ثم تشعيع النماذج باشعة كاما وبجرع اشعاعية (0.44 kGry و 1.76 kGry). درست تاثير كلآ من تركيز PMMA و التشعيع على الخصائص الميكانيكية (الصلادة) والخصائص العزلية الكهربائية للخلائط في درجة حرارة الغرفة. اظهرت الدراسة نقصان في قيمة الصلادة مع زيادة النسبة الوزنية لـ PMMA وعند تشعيع النماذج بجرعة اشعاعية 1.76 kGry وعدم حدوث اي تغير في قيمة الصلادة عند الجرعة الاشعاعية 0.44 kGry لجميع النماذج. و اظهرت دراسة الخصائص العزلية (ثابت العزل، فقد العزل وعامل الفقد) للنماذج المحضرة ضمن مدى الترددات(100 Hz −10 MHz) زيادة في قيم ثابت العزل، فقد العزل وعامل الفقد مع زيادة تركيز PMMA ويقل مع زيادة التردد لجميع النماذج قبل التشعيع. اما بعد التشعيع و ضمن نفس نسبة التراكيز عدم حدوث اي تغير في الخصائص العزلية عند الجرعة الاشعاعية 0.44 kGry وتحسن الخصائص العزلية عند الجرعة الاشعاعية 1.76 kGry، حيث اظهرت النتائج نقصان في فقد العزل وعامل الفقد وانخفاض قليل في ثابت العزل ، مما يدل على امكانية استخدام هذه المواد ذات خصائص عزلية جيدة في الأجهزة ذات الصلة مع الإشعاع.

الكليمات المفتاحية: خلائط بوليمرية، بولي ستايرين، بولي مثيل ميثااكريلايت، اشعة كاما

Effects of Gamma Radiation on some physical Properties of Polystyrene / Polymetyl Methacrylate Polymer Blends

Salah Q. Hazaa[1] Amal A. Kalaf[2] Raouf M. Raouf[3] Najiba A. Al-Hamadani [4]
[1,2,4]Department of Physics, College of Education
[3] Department of material Science, College of Engineering
Al- Mustansiriyah University
[1]hnajibaabdullah@yahoo.com
[2]salahhazaa@yahoo.com

Abstract

In this study, Polystyrene (PS) and polymetyl methacrylate (PMMA) blends were prepared by solution casting method with weight ratio (0, 5, 10, 15, 20 and 100 %) of PMMA in PS. The samples are then irradiated using γ-rays with a radiation dose of 0.44 kGry and 1.76 kGry. The effects of both PMMA concentration and gamma radiation on mechanical properties (hardness) and dielectric properties of all samples were investigated at room temperature. The study showed a decrease in the value of hardness with increase in the weight ratio of PMMA in PS and when irradiation with a dose of 1.76 kGry radiations and no change in the value of hardness at the radiation dose 0.44 kGry for all samples. The study of the dielectric properties (dielectric constant, dielectric loss and loss factor) of the samples within the frequency range (100 Hz-10 MHz) showed an increase in the values of dielectric constant, dielectric loss and loss factor(tan) with increased PMMA concentration and decreased with frequency increase for all samples before irradiation. After irradiation and within the same concentration percentage, there was no change in the dielectric properties at the radiation dose 0.44 kGry and improvement of the dielectric properties at the dose of 1.76 kGry, where the results showed a decrease in dielectric loss and loss factor and a small decrease in the dielectric constant, Indicating the possibility of using these materials with good dielectric properties in devices related to radiation.

Key words: Polymer Blends, Polystyrene, Polymetyl Methacrylate, Gamma Radiation

المقدمة

شهد علم البوليمر تطورا كبيرا في السنوات الاخيرة ودخل في شتى المجالات بسبب الخصائص الفيزيائية والميكانيكية المتميزة والامكانية العالية للتحوير والتحكم بهذه الخصائص وكذلك الحاجة الماسة الى بدائل ذات خصائص مختلفة عن المواد التقليدية فانها فرضت نفسها في تطبيقات عدة وبالاخص في مجال التطبيقات الكهربائية مما جعل دراسة خصائصها الكهربائية من اكثر المجالات استقطابا وحيوية، حيث استخدمت قابلية عزلها الكهربائية العالية في حماية التيارات الكهربائية في الموصلات من التسرب وحماية المجالات الكهربائية من الانهيار اذ من المعروف ان كثيرا من المواد البوليمرية تحوي في حالاتها المنفردة على عيوب تجعل منها غير ممكنة الاستخدام كالهشاشة او الصلابة المفرطة وقابلية الكسر إن هذه العيوب يجري إزالتها أوعلى الأقل تقليلها عن طريق اضافة بعض المواد الى البوليمرات(المتراكبات) او مزجها بأنواع أخرى من البوليمرات(الخلائط) للحصول على المواصفات الطلوبة وحسب الحاجة [1-6]. وقد تم الحصول على خلائط بوليمرية من PS (الذي يمتاز بالعزل الكهربئي العالي وسهولة القولبة) وPMMA (الذي يمتاز بالعزل الجيد والمتانة والتحمل ضد تغيرات الطقس) وهذه الصفات المرغوبة في العوازل التي يستخدم في صناعة القابلوات المحورية في اجهزة الرادار والتلفزيون وغيرها. اجريت العديد من الدراسات على الخلائط البوليمرية لدراسة وتحسين خصائصها، معرفة مدى تحملها للظروف الجوية وزيادة مقاومتها للظروف الخارجية مثل الحرارة، الضوء والاشعة ذات الطاقات العالية (مثل الاشعة السينية ، اشعة كاما ، جسيمات بيتا وجسيمات الفا)[2,4, 6-13]. حيث ان امتصاص الاشعة من قبل جزيئة البوليمر يحدث تغير في خصائصه الكيميائية والفيزيائية نتيجة لحدوث احدى او كلتا العمليتين:

١ – التشابك (Cross Linking) والذي هو عبارة عن إرتباط جزيئتين معاً، سوف يحول المادة الصلبة من مادة مرنة (Flexible) قابلة للسحب إلى مادة أكثر هشاشية (Brittleness). وتكون البوليمرات المعاملة بالاشعة (المتشابكة) اكثر ثباتا حراريا وصلابة من غيرها. كما تكون عديمة الذوبان في المذيبات العضوية وتحمل عددا من الصفات الجيدة ذات الاهمية الكبيرة في الصناعة [14,15].

٢ – الانحلال (Degradation) من خلال التحلل الاشعاعي ينتج تاين وتهيج يؤديان الى انشطار سلسلة البوليمر الرئيسية, يسببالانحلال نقصان الوزن الجزيئي اسيا (Exponentially)مع جرعة الاشعاع [14,15].

تهدف الدراسة الحالية تحضير ودراسة الخصائص العزلية لخلائط بوليمرية من بولي ستايرين بنسب وزنية مختلفة من بولي مثيل ميثااكريلايت ودراسة تأثير اشعة كاما وبجرع مختلفة لمعرفة التغيرات الفيزيائية التي قد تحصل على هذه المواد بعد تعرضها للاشعة، وذلك من اجل معرفة مدى تحمل و صلاحية هذه المواد المستخدمة في نبائط معرضة لاشعة كاما.

الجانب العملي

يتم تحضير النماذج باذابة اوزان معينة لكل من بولي ستايرين ذات الوزن الجزيئي $2x10^5$ g/mole و بولي مثيل ميثااكريلايت ذات الوزن الجزيئي $3x10^6$ g/mole في حجم معين من الكلوروفورم $CHCl_3$ كل على انفراد وباستخدام الخلاط الحراري المغناطيسي الكهربائي وبدرجة حرارة 30 ℃ . و يترك المحلول لمدة يوم كامل للحصول على المحلول الحقيقي (المتجانس) ثم يصب المحلول في قوالب زجاجية (Petr dish) ويترك في الفرن بدرجة حرارة 30℃ ليجف ويتم الحصول على رقائق من الافلام البوليمرية الدائرية الشكل وبسمك (0.65 cm). اما عن تحضير الخلائط البوليمرية فيتم بخلط محلولين معأ وبنسب معينة وكما في الجدول (١) ويصب بنفس الطريقة للحصول على خلائط بوليمرية وبنفس السمك.

الجدول (١) نسب البوليمرات في الخلائط PS/PMMA W/W%

PS%	100	95	90	85	80	0
PMMA%	0	5	10	15	20	100

تم تشعيع النماذج البوليمرية النقية والخلائط باستخدام المصدر المشع كوبلت ^{60}Co وبجرع اشعاعية (0.44 ,1.78 kGry). حيث تم قياس الصلادة باستعمال جهاز نوع (TIME GROUP INC TH210)(Shore–D والقياسات الكهربائية للنماذج المحضرة باستخدام جهاز

(LCR meter)نوع (Agilent impedance Analyze 4294) بدرجة حرارة الغرفة ضمن الترددات (10^2–10^7Hz).

النتائج والمناقشة

يتضمن هذا الجزء عرض النتائج التي تم الحصول عليها من خلال الاختبارات التي أجريت على النماذج المحضرة قبل التشعيع وبعد التشعيع ومناقشتها.

الصلادة

تعتبر دراسة الصلادة (Hardness) من الخصائص الميكانيكية المهمة والجديرة بالفحص والقياس والمناقشة لما لها من أهمية بالغة في تحديد المدى الذي يمكن ان تعمل به المتراكبة ومدى نجاحها أو فشلها، اذ تم قياس الصلادة (Shore D) للنماذج كافة قبل وبعد التشعيع فنلاحظ من الجدول (2) نقصان في قيمة الصلادة لمادة بولي ستايرين من ٩٦ الى ٨٧ مع زيادة الكسر الوزني لـ PMMA في PS ويعود السبب في ذلك الى صلادة PMMA الواطئة. اما بالنسبة للتشعيع لم نلاحظ اي تغير في الصلادة لجميع النماذج عند الجرعة الاشعاعية 0.44 kGry اما عند الجرعة الاشعاعية 1.76 kGry نلاحظ نقصان في قيمة الصلادة لجميع النمادج لتصل ٨٣ عند زيادة الكسر الوزني الى ٢٠% ، ويعزى ذلك الى حدوث عملية الانحلال في السلاسل البوليمرية مما ادى الى نقصان الصلادة [14,15].

الجدول (2) قيم الصلادة للخلائط البوليمرية قبل وبعد التشعيع بجرعة اشعاعية 1.76 kGry

PMMA/ PS%	قبل التشعيع	بعد التشعيع
Pure PS	96	92
5	95	90
10	93	87
15	90	84
20	87	83
Pure PMMA	83	77

الخصائص العزلية

الشكل (1) يوضح تغير ثابت العزل كدالة للتردد لكلPMMA وPS قبل وبعد التشعيع بجرعة 1.76 kGry (ولم نسجل اي تغير في الخصائص العزلية لجميع النماذج عند الجرعة الاشعاعية 0.44 kGry) حيث الشكل يبين ان ثابت العزل يقل مع زيادة التردد لجميع النماذج، اذ يكون النقصان بشكل حاد في الترددات الواطئة دون 30 kHz بعدها يكون الهبوط تدريجيا مع زيادة التردد، ويعزى ذلك الى الية الاستقطاب للأنواع المختلفة والتي هي الاستقطاب الالكتروني، الاستقطاب الايوني، الاستقطاب الاتجاهي والاستقطاب الناتج عن السطح البيني. في الترددات الواطئة دون 3 0 kHz يحدث جميع انواع الاستقطاب، لذلك نرى قيم ثابت العزل اكبر ما يمكن، وهذه القيمة العالية ناتجة عن استقطاب السطح البيني وذلك لكبر قيمتها نسبة الى الانواع الاخرى. كما نلاحظ من الشكل نفسه ان ثابت العزل ل PS اعلى مما هو عليه PMMA بالرغم من ان استقطابيته اعلى من استقطابية PS ويعود السبب في ذلك كبر الوزن الجزيئي لسلاسل PMMA الذي يكون حركته بطيئة مع تغيير التردد نسبة الى PS وهذه النتيجة تتفق مع البحوث السابقة[12,15].

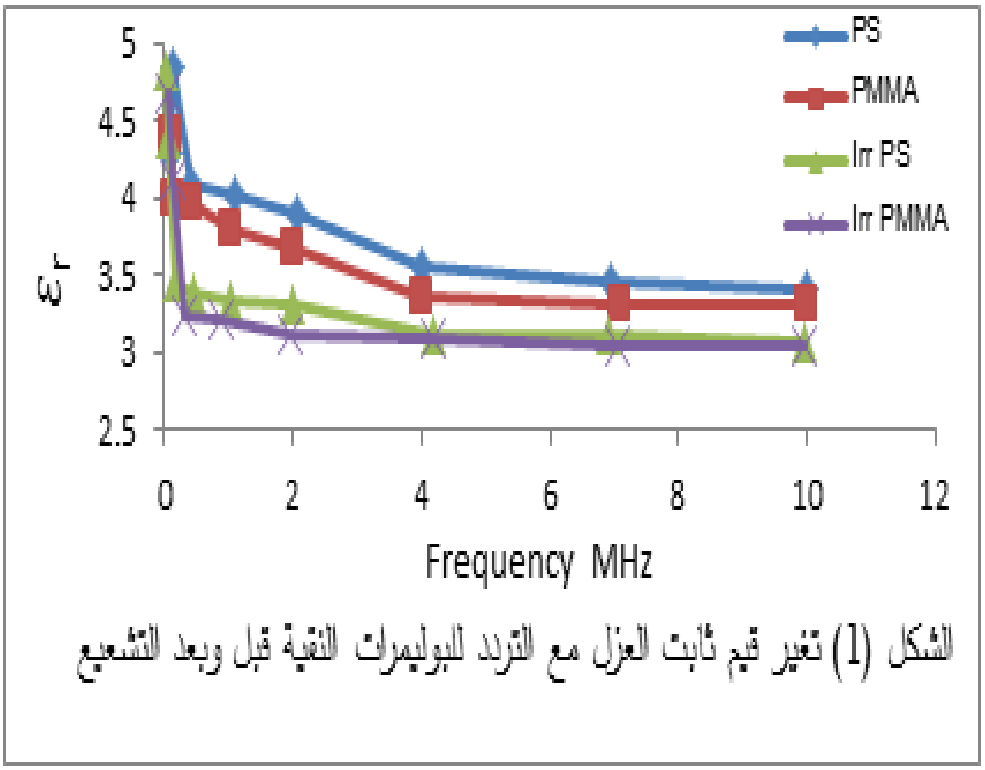
اما بالنسبة للتشعيع عند الجرعة الاشعاعية 1.76 kGy نلاحظ حصول انخفاض بسيط في قيمة ثابت العزل لكلا البوليمرين، يفسر ذلك الى تكسر سلاسل البوليمر ونقصان عدد الوحدات التركيبية لوحدة الطول، وهذه النتيجة تتعارض مع سلوك ما توصل اليه بعض الباحثين [4] وتتفق مع اخرين [14].

ونلاحظ من الشكل (2) تأثير نسبة PMMA في PS في ثابت العزل قبل وبعد التشعيع بجرعة 1.76 kGry، حيث نلاحظ انه بزيادة نسبة PMMA في PS يزداد ثابت العزل بشكل ملحوظ . وهذا يعود الى زيادة عدد المجاميع القطبية في النماذج [15]. اما عند دراسة تأثير التشعيع في قيمة ثابت العزل عند الجرعة الاشعاعية 1.76 kGry لوحظ حصول تغيير قليل في قيم الخصائص العزلية و لجميع النماذج كما في الشكل (٣).

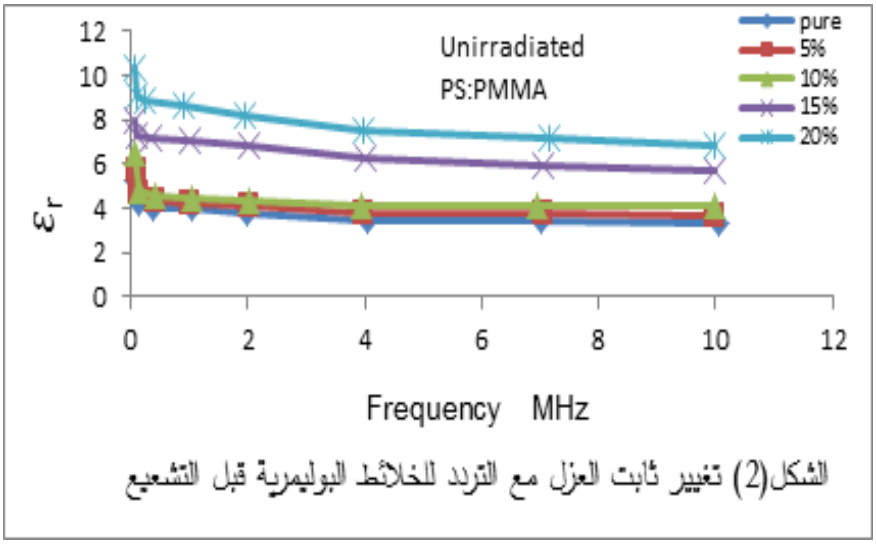
اما الشكل (٤) يبين التغير في فقد العزل الكهربائي (ثابت العزل الكهربائي الخيالي) مع التردد لنماذج PS و PMMA النقية قبل وبعد التشعيع بجرعة 1.76 kGry. فنلاحظ ان فقد العزل الكهربائي لنماذج PS و PMMA قبل التشعيع يزداد مع زيادة التردد عند الترددات الواطئة اي ان

الطاقة المفقودة تزداد مع زيادة التردد نتيجة دوران المجاميع القطبية (نتيجة زيادة سرعة دوران المجاميع القطبية) ولكن مع زيادة التردد يبدأ بالنقصان و السبب في ذلك يعود لعدم متابعة هذه المجاميع تغير اتجاهها مع زيادة التردد، كما نلاحظ من الشكل مقدار فقد العزل لPMMA اكبر من مقدار الفقد في PS قبل وبعد التشعيع السبب يعود الى استقطابية وكبر الوزن الجزيئي ل PMMA [8].

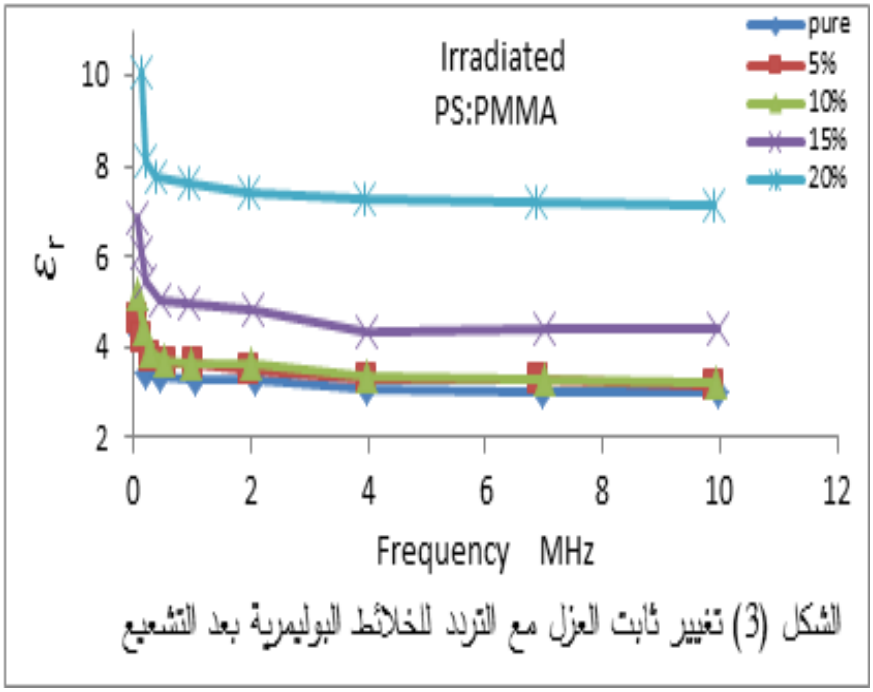
كما نلاحظ من الشكل (٥) زيادة في مقدار فقد العزل مع زيادة نسبة PMMA في PS وهذا يعزى الى زيادة أعداد ثنائيات الأقطاب الناتجة من عملية الإضافة التي بدورها أدت الى زيادة كمية الطاقة المفقودة من جراء دوران ثنائيات الأقطاب او احتكاكها مع البعض. اما التشعيع سبب في انخفاض في قيمة فقد العزل الكهربائي كمافي الشكل (٦) ويعزى ذلك الى نقصان عدد الوحدات التركيبية لوحدة الطول [16].



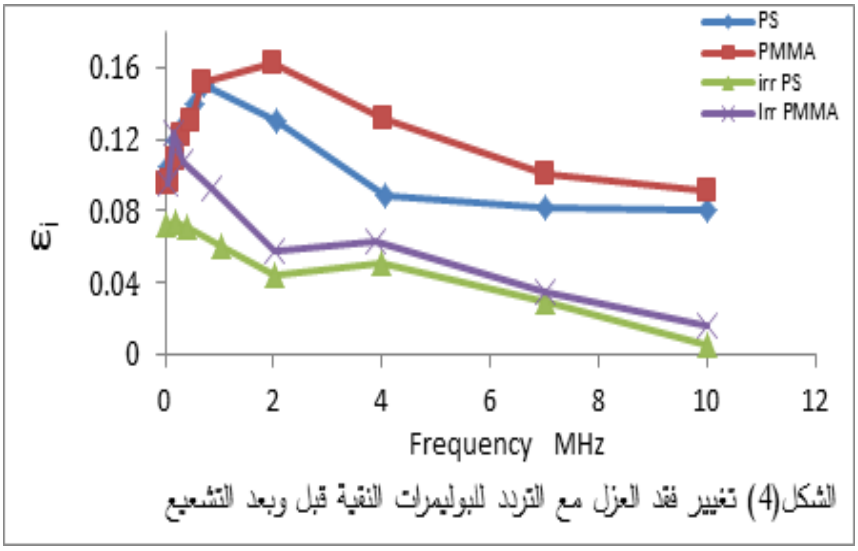
الشكل (1) تغير قيم ثابت العزل مع التردد للبوليمرات النقية قبل وبعد التشعيع



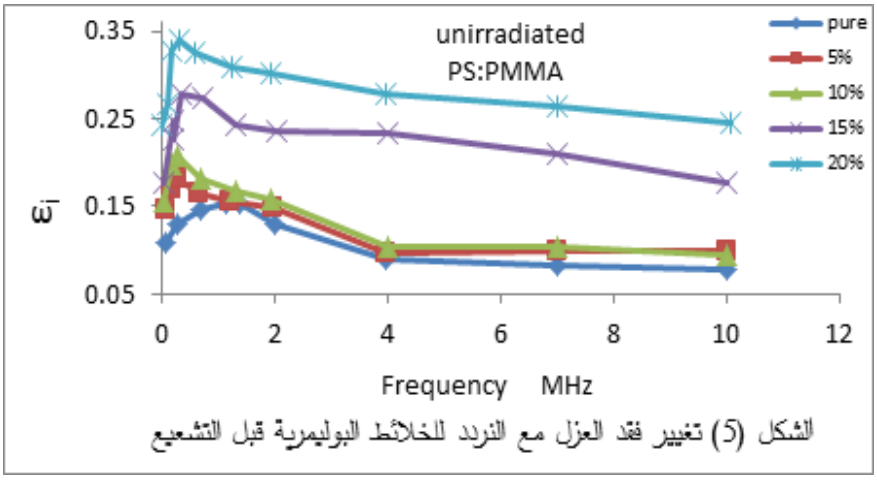
الشكل(2) تغيير ثابت العزل مع التردد للخلائط البوليمرية قبل التشعيع



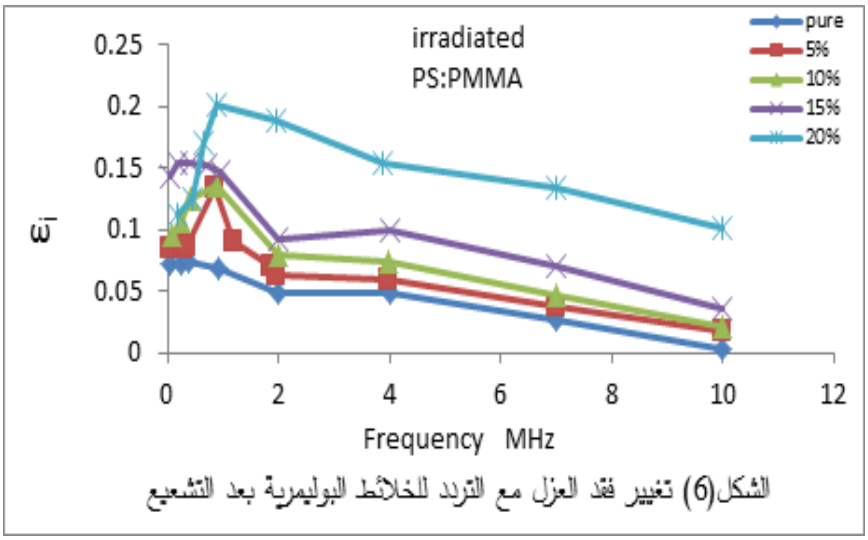
الشكل (3) تغيير ثابت العزل مع التردد للخلائط البوليمرية بعد التشعيع



الشكل(4) تغيير فقد العزل مع التردد للبوليمرات النقية قبل وبعد التشعيع

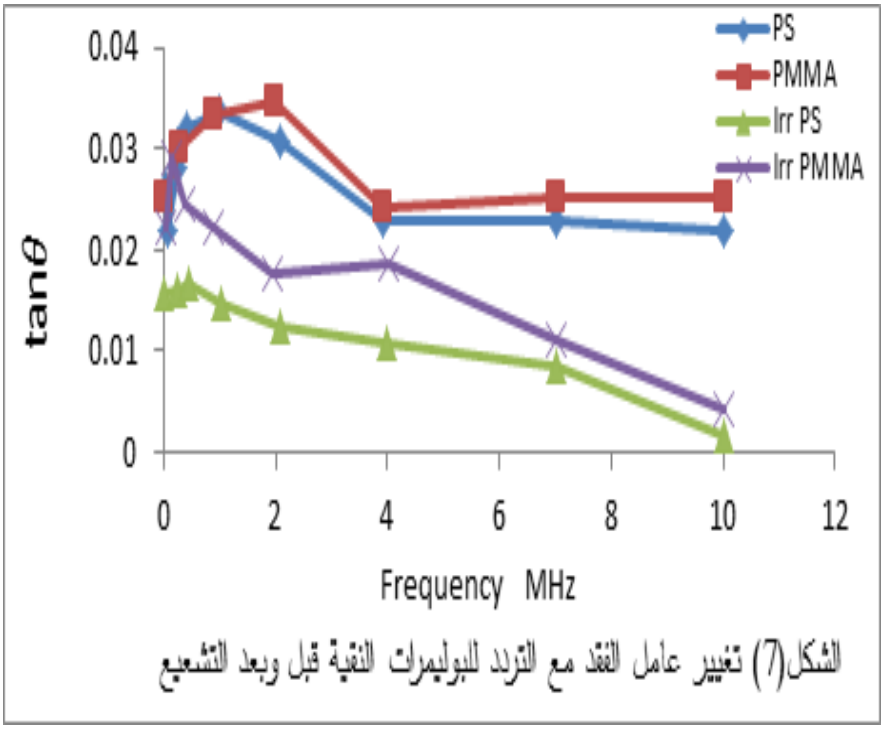


الشكل (5) تغيير فقد العزل مع التردد للخلائط البوليمرية قبل التشعيع

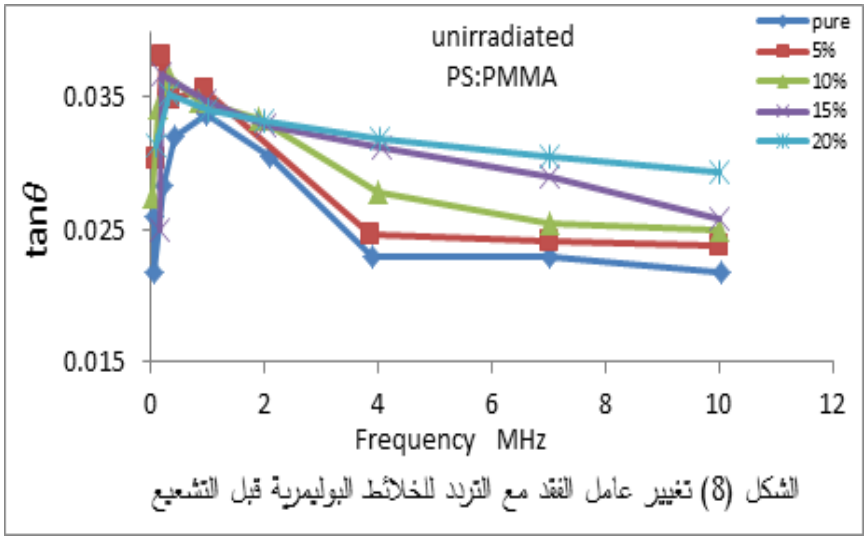


الشكل(6) تغيير فقد العزل مع التردد للخلائط البوليمرية بعد التشعيع

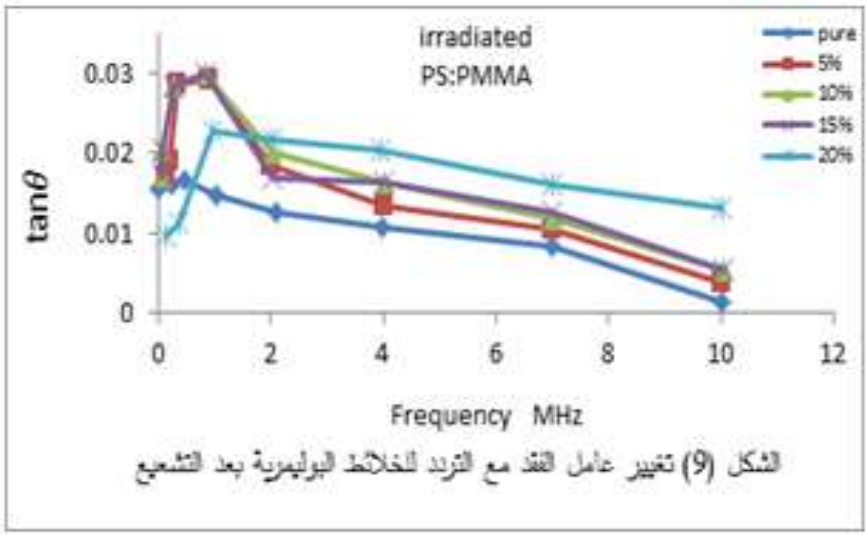
توضح الاشكال (٧),(٨) و(٩) تغير قيم عامل الفقد (tanθ) مع تغير التردد حيث نلاحظ انها تزداد مع زيادة التردد في الترددات الواطئة. ثم تبدأ بالنقصان مع زيادة التردد في الترددات العالية. و نلاحظ ايضا من الاشكال ان التشعيع حسن من الخصائص العزلية لجميع النماذج، ولكن عازلية PS افضل من PMMA أي انه كلما قلت قيمة (tanθ) هذا يعني تحسن عازلية المادة. اما بالنسبة للخلائط فنلاحظ ان زيادة نسب PMMA في الخلائط تسبب زيادة في قيم (tanθ) لمعظم النسب ونلاحظ ايضا ان التشعيع بجرعة 1.76 kGry يسبب انخفاض في قيم (tanθ) لجميع النسب. وان جميع النماذج يمكن استخدامها مواد عازلة جيدة ولا سيما في الترددات العالية للنبائط المعرضة لاشعة كاما ضمن الجرع الاشعاعية قيد الدراسة .



الشكل(7) تغيير عامل الفقد مع التردد للبوليمرات النقية قبل وبعد التشعيع



الشكل (8) تغيير عامل الفقد مع التردد للخلائط البوليمرية قبل التشعيع



الشكل (9) تغيير عامل الفقد مع التردد للخلائط البوليمرية بعد التشعيع

الاستنتاجات

اظهرت الدراسة نقصان في الصلادة وزيادة في الخصائص العزلية مع زيادة النسبة الوزنية لـ PMMA في PS وان التشعيع بجرعة قليلة 0.44 kGry لم تؤثر على الصلادة والخصائص العزلية لجميع النماذج، اما في الجرعة العالية 1.76 kGry سبب في نقصان الصلادة و تحسن الخصائص العزلية للنماذج لذا من الممكن استخدامها كمادة عازلة في الأجهزة ذات الصلة مع الإشعاع ضمن الجرع الاشعاعية قيد الدراسة وفي الترددات العالية.

المصادر

[1]- Al -Hassani E .S., "Effect of UV Radiation on Dielectric Constant and Thermal Conductivity in Epoxy Phenol Blends", Engineering & Technology Journal, 28(10), (2010)1982-1998.

[2]- Fawzy Y .H. A. , El-Hag Ali A., El-Maghraby G .F., Radwan R .M. , "Gamma Irradiation Effect on the Thermal Stability, Optical and Electrical Properties of Acrylic Acid/ Methyl Methacrylate Copolymer Films" , Journal of Condensed Matter Physics, 1, (2011)12-18.

[3]- Florin C., Traian Z., Silviu J,, Ilona P., Petru V. N,, Denis P., "Effects of Ionizing Radiation on the Dielectric Properties of LDPE $-Al_2O_3$ Nanocomposites", UPB Scientific Bulletin, Series C, 72(3), (2010)259-268.

[4]- Prabha K., Jayanna H. S., "Study the Frequency Dependence of Dielectric Properties of Gamma Irradiated $PVA_{(1-x)}PS_x$ Polymer Blends", Journal of Polymer Chemistry, 5,(2015) 47-54.

[5]- Salih R. A., "Preparation of Poly Aniline- Poly Vinyl Alcohol (PAni / PVA) by Chemical Method and Study of its Some Electrical Conductivity", Journal of Basra Researches (Sciences) 1, (26) (2008)1-14.

[6] - Gaafar M. S., El-Waki A. A. and Barakat M. A, "Study of the Effect of Radiation and Frequency on the Electrical Properties and Ultrasonic Properties of Polyethylene", Archives of Applied Science Research, 5 (2), (2013)158-166.

[7] -Malinowski R., "Some Effects of Radiation Treatment of Biodegr Addable PCL/PLA Blends", Journal of Polymer Engineering, 38(7) (2018) 635–640.

[8]- Mahmood B., Ghazanfar M., Farhood Z., Mohammad A. B., "Electrical Properties of EVA/LDPE Blends Irradiated by High Energy Electron Beam", NUKLEONIKA, 52(2),(2007)77−81.

[9]- Shokr F.S. and Al-Gahtany S.A., "Radiation Induced Modifications in the Dielectric Properties of Nylon 6 and Polystyrene Blends", Journal of Applied Sciences Research, 8(8),(2012)4384-4392.

[10]- Aljuraide N.I., "Temperature and Electron Beam Dependence on A.C. Electrical Conductivity of Poly (Ethylene-Co-Vinyl Acetate) (EVA) Doped Conductive PPy Polymer Blends", Journal of American Science, 12(4) (2016)14-25.

[11]- Prabha K. and Jayanna H.S., "Influence Of Gamma Irradiation On The Dielectric Properties Of PVA- PS Polymer Blends", Journal of Engineering Research and Applications, 5(8) Part - 4 August (2015) 5-9 ,

[12]- Munirah O., Zaiton S. N. A., Othman Z. S., Rahman F. A., Dahlan K. Z. M., "The Effect of Electron Beam Radiation on Mechanical Stability of Polybutylene Succinate Polymer", Chemical Engineering Transactions, 63, (2018) 799-804.

[13]- Radwan R. M., Fawzy Y. H. A., El-Hag Ali A., "Electrical Behavior of Butyl Acrylate / Methyl Methacrylate Copolymer Films Irradiated with 1.5

MeV Electron Beam", Radiation Physics and Chemistry, 77, (2008)179-185.

[14]- Salih J. M., Salih W. B., "Effect Gamma- Rays to Some Physical Properties of Insolates", Journal of university of Anbar for Pure Science , 3(2),(2009) 142-152.

[15]- Tapan K.C., "Microwave Dielectric and Mechanical Behavior of Foams from Polystyrene and Poly(methyl methacrylate)Blends", Journal of Applied Polymer Science, 32(2 5) August (1986) 3551-3564.

[1٦]- Cowie, J.M.G., Arrighi, V., "Polymers: Chemistry Physics of Modern Materials", 3rd edition, CRC Press, Boca Raton. Fl., (2007).