تحضير ودراسة البلمرة المشتركة للمونمر ألبنزايدين مع بعض مونوميرات الفاينيل *

أبتهاج زكي سليمان الحليم

قسم الكيمياء

كلية التربية للبنات

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2008/9/15 ؛ تاريخ القبول2009/1/26)

الملخص

تضمن البحث تحضير المونمر البنزايدين حامض ثنائي ماليميك وتم تـشخيص المـونمر النـاتج باستخدام تقنية طيف الاشعة تحت الحمراء. وكذلك دراسة البلمرة الحرارية المشتركة للمونمر البنزايـدين حامض ثنائي ماليميك مع كل من الستايرين المثيل ميثا كريلات في مذيب ثنائي مثيـل فورمايـد DMF وبعد تشخيص البوليمرات طيفيا من حيث اللون وقابلية الاذابة تم دراسة حركية البلمرة من حيـث نـسب فاعلية المونومرات وتم التوصل الى عدم وجود التركيب الازوتروبي عند جميـع النـسب للمونـومرات المدروسة كما وجد ان نسبة البوليمر الاول BMA في البوليمر المشترك عالية في جميع الحالات كما تـم دراسة صفاتها الحرارية باستخدام تقنيات التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة المتغيرة والثابتة وجـد ان الاستقرارية الحرارية تزداد طرديا مع زيادة كمية المونومر البنزايدين حامض ثنائي ماليميك في البوليمر المشترك. كما ايدت دراسة نسب الفاعلية r_2,r_1 للبوليمرات المشتركة الى ميلها لتشكيل بوليمرات مشتركة متناوبة.

---

*تم إلقاءه بالمؤتمر العلمي الأول للكيمياء المنعقد بتاريخ 22-23 نيسان 2008 فى قسم الكيمياء / كلية العلوم/ جامعة الموصل

Synthesis Study of the copolymerization of Benzidine with some Vinyl Monomers

Ebtehag Z . Sulyman
Department of Chemistry
College of Education for Girls
Mosul University

ABSTRACT

The study includes the preparation of the acidic monomer, benzidine bis maleimic BMA, and the monomer was investigated by IR technique. Copolymerization of the acidic monomer benzidine bis maleamic BMA with styrene, methyl methacrylate in was accomplished DMF was studies. The copolymers were investigated by their colors, solubility and IR technique.

The relative monomer reactivity ratios in prepared copolymers were studied and azeotropic copolymerizations was not found at all monomer concentrations and the PBMA ratio was higher in copolymer in all cases. Thermal studies of the copolymers by using TGA, IGA technique, Indicate that the polybismaleimide possess higher thermal stability in comparison with other polymaleimides .As well as, thermal stability in was increased directly with increasing the molar ratios of acidic monomer benzidine bismaleamic acid BMA. The reactivity ratios study appeared that the type of copolymerization prefers to be alternate copolymer.

المقدمة

تعتبر دراسة البلمرة المشتركة من الدراسات الحيوية في مجال تطوير بوليمرات جديدة ذات مواصفات تختلف عن المواد الاصلية المكونة لها كما انها تعتبر مصدراً للعديد من البوليمرات الصناعية المعروفة حالياً (Allcock *et al.*, 2003)، وأجريت دراسات عديدة حول البلمرة المشتركة باستخدام ميكانيكيات مختلفة كميكانيكية الجذور الحرة (Gaylord *et al.*, 1971,1971*)، (Gaylord *et al.*, 1972,1972*) أو باستخدام الضوء كمستهل للتفاعل (Jebrael,1983) وقد وجد (Mohamed *et al.*, 1988) أو باستخدام أشعة كاما (ð) كمستهل للتفاعل (Aliwi *et al.*, 1989) ان معظم هذه الميكانيكيات تتم من خلال المعقدات ناقلات ألشحنة وليس من خلال المونومرات المجردة (Mohamed *et al.*, 1997) ونظراً لأهمية البوليمرات الماليميدية من ناحية الاستقرار الحراري فقد اجريت دراسات مختلفة للبلمرة المشتركة للعديد من الماليمايدات مع المونومرات الفاينيلية منها بلمرة الستايرين مع N-فنيل ماليماید ونفثايل ماليمايد (Mohamed *et al.*, 1988, 1996) ووجد ان سرعة البلمرة تتناسب مع مجموع تركيزي المونومرين المشاركين وان قيمة F_2^* هي نسبة ثابتة وبحدود (0.5) تقريباً، وفي دراسة البلمرة المشتركة مجموعة من معوضات $4(N–RPM)^{**}$ حيث ان R تمثل

(OCH_3,CH_3, Cl, H) مع كل من الستايرين ومثيل ميثاكريلات (Oish *et al.*, 1989) في DMF وجد ان معظم البوليمرات الناتجة من النوع المتناوب كما أشارت ان الفاعلية النسبية لجذر N–RPM نحو جذر البولي ستايرين تتاثر بالصفة القطبية للمعوض R واشار الباحث (Saleh *et al.*,1997) عندما حضر بوليمر فعال ضوئيا وذلك باستخدام تفاعل تكثيف معقد كلورو- اكسو ثنائي [N -(4- بروموفينيل) سالسيلادين امنيتو] فناديوم (V) مع خلات السيليلوز الثنائية في البنزين الجاف، وعند تشعيع هذا البوليمر الفعال ضوئيا في مونومر الستايرين (بلمرة كتلية او في محلول البنزين) ينتج بوليمر مشترك مطعم او متشابك وهذا يشير إلى تكون الجذر الحر على جسم جزيئة خلات السيليلوز الثنائية بواسطة تفاعل الاكسدة والاختزال النسبية، كما تم دراسة البلمرة المشتركة للاكريلونتريل N-اوكتادكيل ماليميد في مذيب آآ-DMF وتم ايجاد اللزوجة الجوهرية واستخدام التحليل الحراري الوزني TGA والتحليل الحراري التفاضلي DTA في تحديد صفات البوليمر المشترك على الصباغة (Sabaa *et al.*, 1986)، كما اشارت البلمرة المشتركة للفيوران مع انهيدريدالماليك باستخدام حامض ثايوكلايكولك كمستهل وتم الحصول على ناتج جيد من البوليمر المشترك بعكس البلمرة بالجذور الحرة التقليدية (A-Maadheedi *et al.*, 2003) ويهدف البحث الحالي الى دراسة البلمرة المشتركة للمونمر الحامضي بنزايدين ثنائي حامض الماليميك مع كل من الستايرين ومثيل ميثاكريلات ودراسة بعض الصفات الحرارية للبوليمر المشترك الناتج.

الجزء العملي

المواد الكيمياوية:

جهزت جميع المواد الكيمياوية الاولية والمذيبات المستعملة من شركتي (Fluka) أو شركة (BDH) وقد تم تنقية هذه المونوميرات برجها عدة مرات بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 5% لازالة المانع inhibitor ثم فصلت عدة مرات بالماء المقطر وجففت بواسطة كلوريد الكالسيوم اللامائي وقطرت تحت ضغط مخلخل وتم حفظها بدرجة حرارة منخفضة في الظلام. كما تم تنقية انهيدريد الماليك بتقطيره تحت الضغط الجوي بدرجة حرارة 197 م وكانت درجة انصهار انهيدريد الماليك 54 م واستخدم بيروكسيد البنزويل كبادئ في تحضير البوليمر المشترك، واهم المذيبات المستخدمة الايثانول والميثانول وتتراهيدروفيوران (THF) وثنائي مثيل فورمايد (DMF) وتم تنقيتها بالتقطير.

F_2^* = تمثل كمية المونومرات في البوليمر المشترك (dM_2)

$(N–RPM)^{**}$ =N- R - فنيل ماليميد

الأجهزة المستخدمة

1- جهاز مطياف الاشعة فوق البنفسجية من نوع

UV. Visible double-beam spectrometer

(GBC Scientific equipment pty ltd (c) 1998)

حيث استخدمت خلايا كوارتز متناظرة matched بابعاد $1\times1\times3\ cm^{-3}$ اثناء القياس. تم قياس كافة الاطياف ضد المحلول الصوري (Blank).

2- جهاز الاشعة تحت الحمراء من نوع

Pye UNICAM SP 1100 Infra Red Spectrophotometer

3- جهاز قياس درجة الانصهار

اجريت قياسات درجات الانصهار باستخدام جهاز من نوع

Electrothermal Melting point-Apparatus

4- جهاز التحليل الحراري الوزني (TGA)

تم الحصول على منحنيات التحليل الحراري الوزني باستخدام جهاز تم تنفيذه مختبرياً وبالاعتماد على المصدر (McCaffery, 1970). في البداية تمت معايرة الجهاز من خلال مقابلة قراءة الفولتميتر مع محرار زئبقي ثم رسم درجة الحرارة مع ما يقابلها من الفولتية وتمت القياسات بوضع نموذج ذي وزن معلوم من البوليمر في كفة القياس ثم ترفع درجة الحرارة بمعدل (5 م°/دقيقة) مع تسجيل وزن النموذج المتغير مع ما يقابلها من درجات الحرارة. بعدها يتم تحويل الأوزان المسجلة إلى نسب وزنية للجزء المتبقي من المادة عند كل درجة حرارية.

5- جهاز التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة الثابتة (IGA)

تم استخدام الجهاز المنفذ لقياس TGA وقبل ادخال النموذج للقياس تثبت درجة الحرارة عند درجة 300 م°, ثم يدخل النموذج بعد ذلك وتسجل منحنيات تغيير الوزن مع الزمن عند هذه الدرجة الحرارية.

طريقة العمل

تم تحضير مونومير BMA (بنزايدين حامض الماليميك) بأذابة 0.98 غم من انهيدريد الماليك في 20 مل من الاسيتون ثم يرشح المحلول للتخلص من انهيدريد الماليك غير المذاب إن وجد في المحلول ثم يذاب 0.54 غم من مادة البنزايدين في 40 مل من الاسيتون ويضاف محلول البنزايدين إلى محلول انهيدريد الماليك قطرة فقطرة مع التحريك المستمر باستخدام محرك مغناطيسي وتستمر الإضافة لمدة ساعتين في الوقت نفسه مع الحفاظ على درجة حرارة المحلول حيث تكون اقل من 10 م° وبعد اكتمال عملية الإضافة نستمر بعملية التحريك لمدة 12 ساعة عند درجة (17-20) م° وبعد ذلك يفصل راسب حامض المالميك (Malemic acid) المتكون بالترشيح ثم يغسل عدة مرات بالأسيتون للتخلص من المواد غير المتفاعلة والتي قد توجد مع الراسب ثم يجفف تحت ضغط مخلخل عند درجة حرارة 60 م° ولمدة

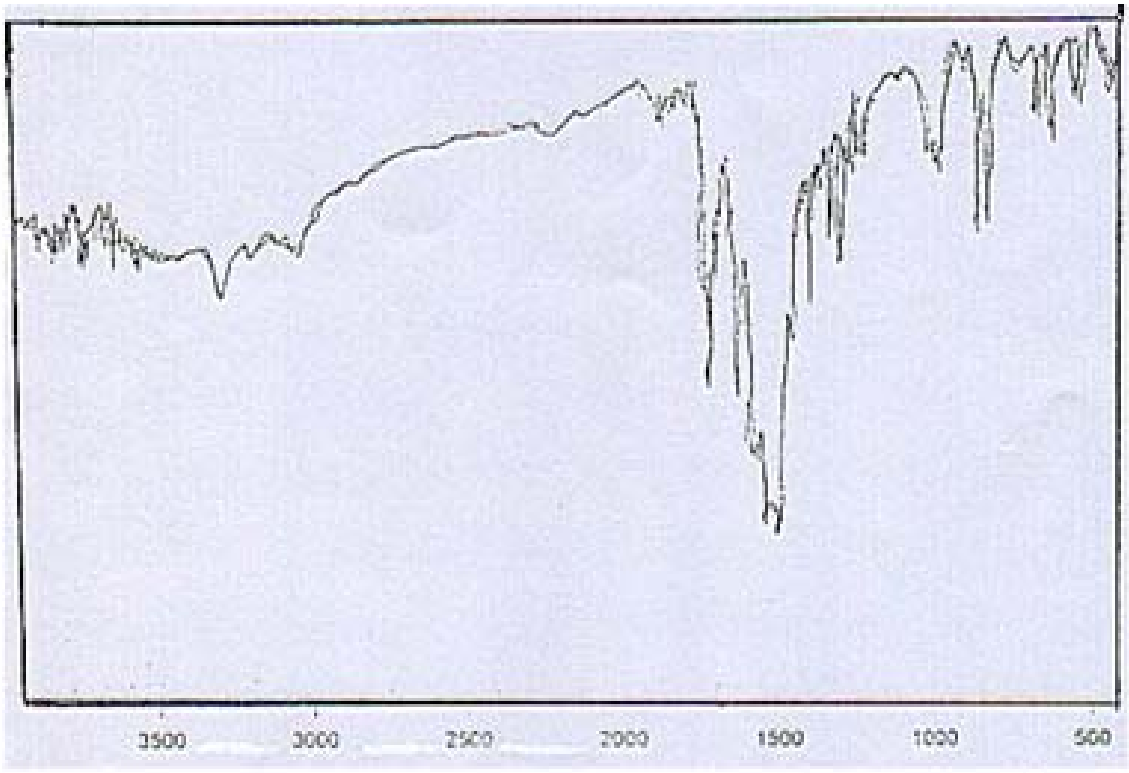
24 ساعة. تعاد بلورة حامض المالميك المتكون باستخدام مزيج الميثانول \ الكلوروفورم ويكون لون الحامض المتكون أصفر وتكون درجة انصهاره بحدود (200-205) م°.

تحضير البوليمرات المشتركة:

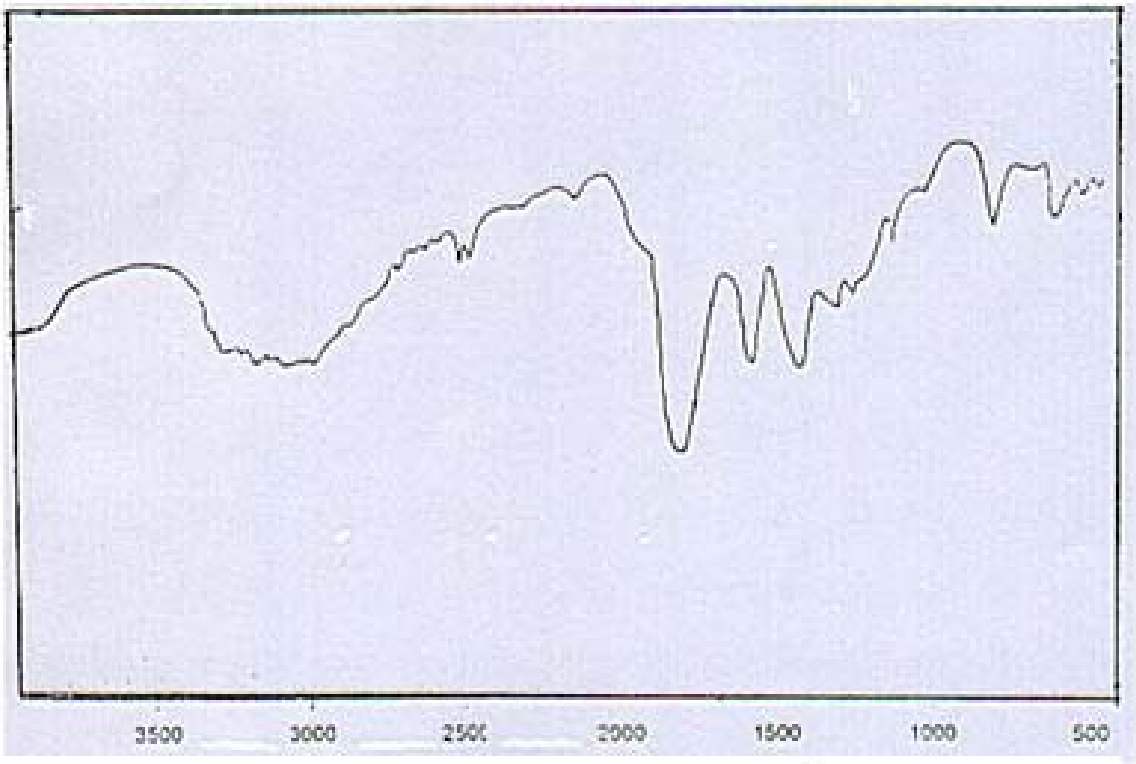
تم في هذا البحث تحضير البوليمر المشترك BMA بنزايدين حامض الماليميك (M_1) مع المونومرات الفاينيلية (M_2) ستايرين، ميثاكريلات المثيل حيث تم تشكيل البوليمر المشترك باستخدام مذيب ثنائي مثيل فورمايد DMF بحجم مقداره (30) مل باستخدام المستهل ثنائي بيروكسيد البنزويل DPB (10مول/لتر) حيث تم خلط نسب مختلفة من M_1 وM_2 ويتم التحضير بالحفاظ على ان يكون التركيز الكلي ثابت هو 0.66 أي إن ([M_1]+[M_2]=0.66) مول /لتر ويصعد المزيج لمدة سبع ساعات ضمن مدى حراري 100- 150 C° وبعد ذلك يرفع المزيج ويرسب البوليمر المشترك الناتج باستخدام جهاز الطرد المركزي ويغسل باستخدام مذيب الكلوروفورم بإضافة الماء لازالة (Homo polymer) ثم يجفف تحت ضغط مخلخل بدرجة حرارة (60 C°) وتم تشخيص البوليمرات المشتركة المحضرة من خلال ملاحظة قابلية ذوبانها في المذيبات المختلفة بمقارنتها مع بوليمراتها المتجانسة كما موضح في الجدول (1) وكذلك باستخدام طيف الاشعة تحت الحمراء كما مبين في الاشكال (1-5).

الجدول 1: قابلية ذوبان البوليمرات المتجانسة والمشتركة

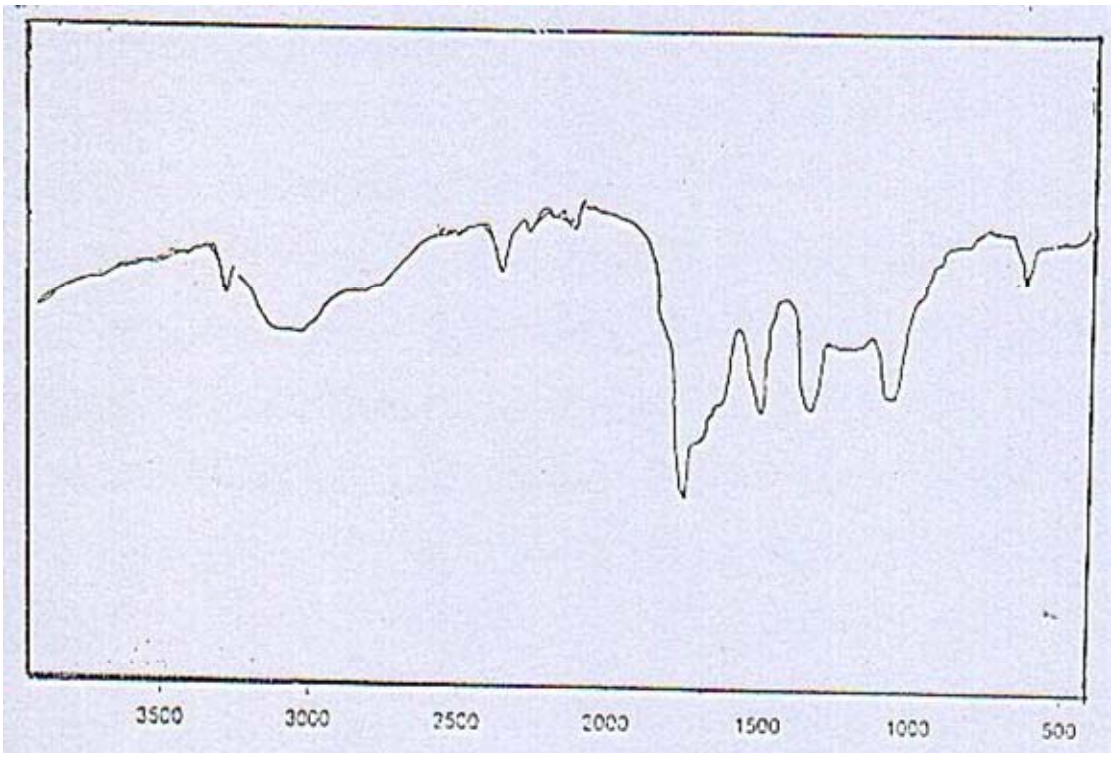
Polymer	Color	Solvent	Precipitant
Poly - BMA	بني غامق	DMF	الماء
Poly - ST	ابيض شفاف	كلوروفورم	ميثانول
Poly - MMA	ابيض شفاف	كلوروفورم بنزين	ميثانول
Copoly (BMA- ST)	بني غامق	DMF ميثانول	الماء
Copoly (BMA- MMT)	بني غامق	DMF ميثانول	الماء



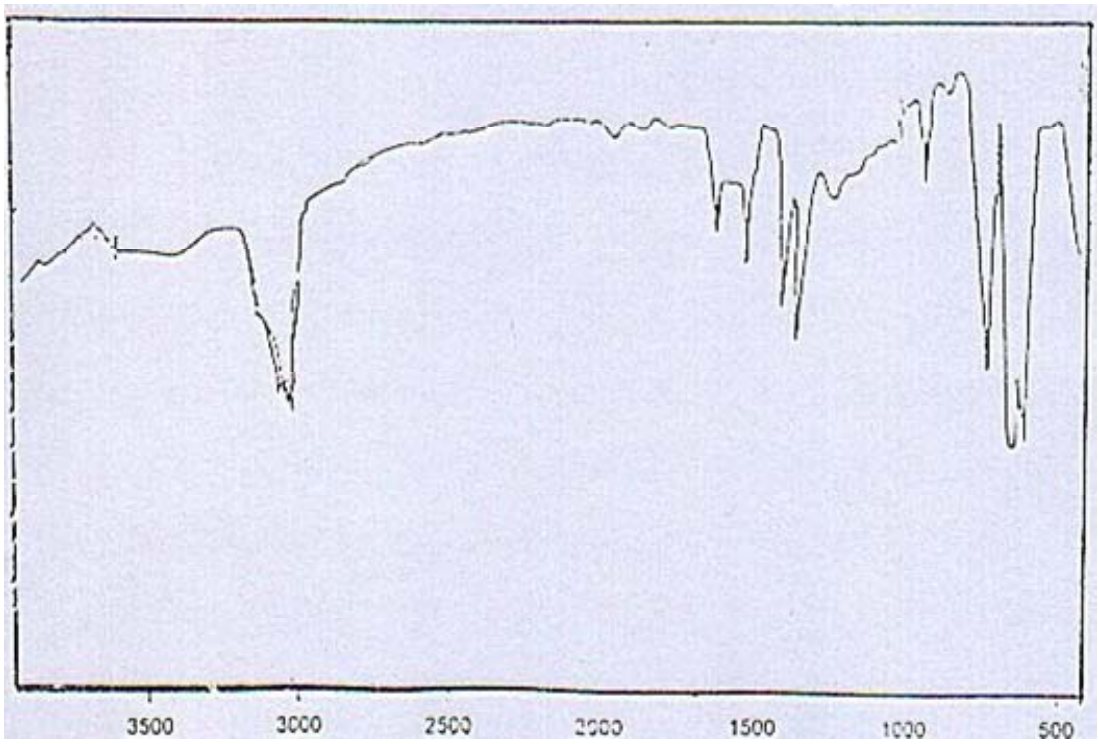
الشكل 1: قيم امتصاصات الاشعة تحت الحمراء لمونومر (BMA)



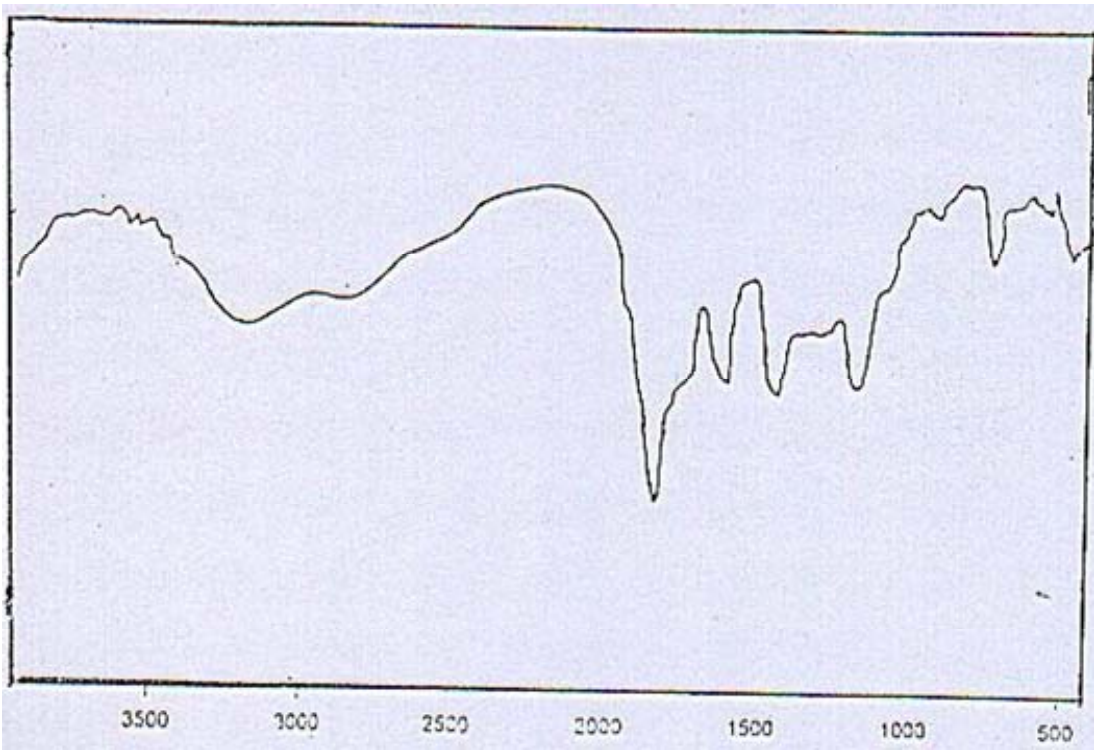
الشكل 2: قيم امتصاصات الاشعة تحت الحمراء poly(BMA)



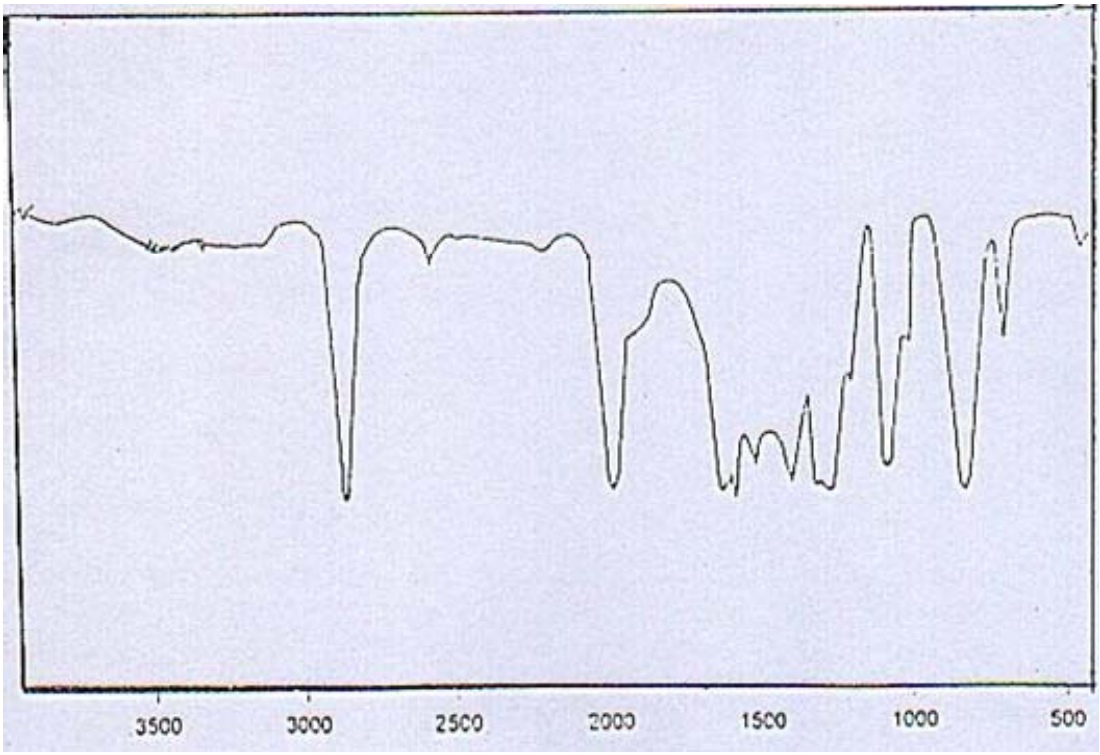
الشكل 3: قيم امتصاصات الاشعة تحت الحمراء poly - ST



الشكل 4: قيم امتصاصات الاشعة تحت الحمراء Copoly (BMA- ST)



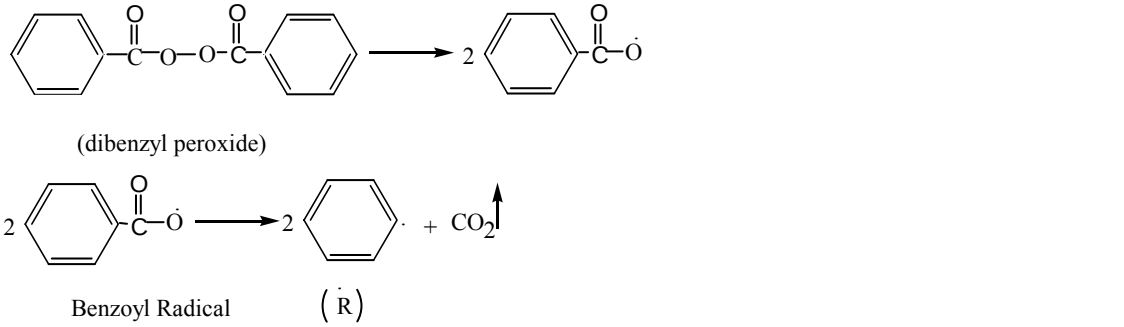
الشكل 5: قيم امتصاصات الاشعة تحت الحمراء Poly MMA

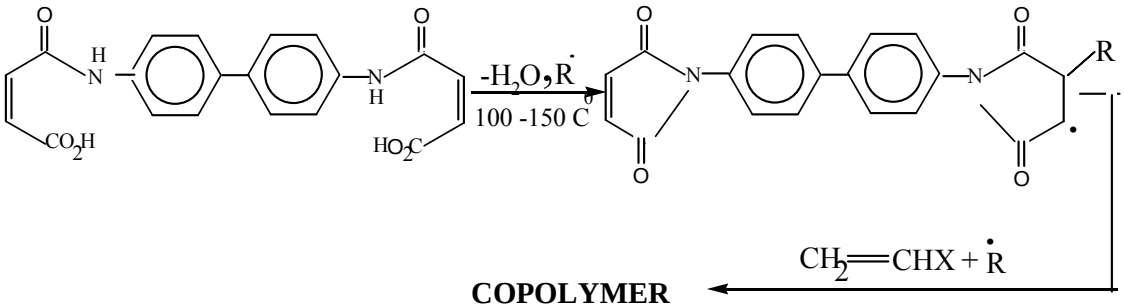


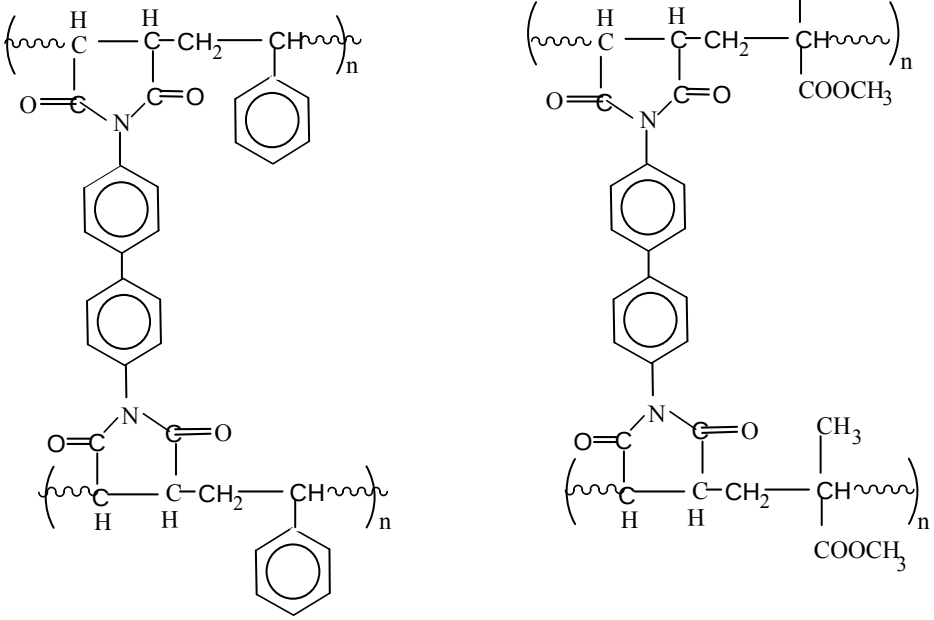
الشكل 6: قيم امتصاصات الاشعة تحت الحمراء Copoly (BMA- MMA)

النتائج والمناقشة

أجريت عملية البلمرة المشتركة للمونومر بنزايدين حامض ثنائي ماليميك (BMA) مع المونومرات الفاينلية الستايرين ST، المثيل ميثا كريلات MMT في مذيب مذيب ثنائي مثيل فورمايد DMF باستخدام البادئ الحراري ثنائي بيروكسيد البنزويل DPB كمستهل للتفاعل في مذيب ثنائي مثيل فورمايد DMF بدرجة حرارة تتراوح بين 100-150 C° حسب التفاعل التالي:







Copolymer (BMA- ST)

Copolymer (BMA- MMT)

وتم تشخيص البوليمرات المشتركة المحضرة من ملاحظة قابلية ذوبانها في المذيبات المختلفة بمقارنتها مع بوليمراتها المتجانسة كما مبين في الجدول (1).

حركية البلمرة المشتركة

تشير الاشكال (6) و(7) إلى العلاقة بين النسب المولية للمونومر بنزايدين حامض ثنائي ماليميك (BMA) في مزيج التغذية (f_1) ونسبته في البوليمر المشترك (F_1)

$$f_1 = \frac{[M_1]}{[M_2]}$$

حيث (f_1) تمثل نسبة تركيز المونومر آلآول M_1 الى تركيز المونومر الثاني M_2 في مزيج التغذية

$$F_1 = \frac{dM_1}{dM_2}$$

حيث (F_1) تمثل نسبة تركيز المونومر آلآول M_1 في البوليمر المشترك الى تركيز المونومر الثاني M_2 في نفس البوليمر المشترك وتم تحديدها باستخدام الاشعة الفوق البنفسجية.

ويبدو واضحا عدم وجود التركيب الايزوتربي عند جميع نسب المونومر المدروسة، كما يلاحظ إن نسبة البوليمر الاول في البوليمر المشترك عالية في جميع الحالات (F_1=0.75-0.88). بغض النظر عن طبيعة البوليمر الثاني المشترك في عملية البلمرة. ويختلف هذا التصرف جذريا في عمليات البلمرة التي تشترك فيها الماليميدات الاحادية مع المونومرات الكلاسيكية حيث وجدت فيها تراكيب ازوتروبية عندما كان المونومر الثاني كبيرا في الحجم (Jebrael, 1983; Hasan, 1989).

نسب فاعلية المونومرات:

تم قياس نسب فاعلية المونومرات المشاركة في عملية البلمرة المشتركةr_1,r_2 بين المونومر الاول بنزايدين حامض ثنائي ماليميك M_1(BMA) والمونومرات الفاينلية M_2 وذلك بتحليل البوليمرات المشتركة الناتجة أو ايجاد نسبة المساهمة الفعلية لكل بوليمر في تركيب البوليمر المشترك النهائي وباستخدام طريقة كلن- ثيودس (KELEN-TUDOS, 1975; Kuo *et al.*, 1983) كما مبين في الجدول (2) و(3) حسب المعادلة الخطية الآتية:

$$\eta = \left(r_1 + \frac{r_2}{\alpha} \right) \xi - \frac{r_2}{\alpha}$$

حيث ان:

$$\eta = \frac{G}{\alpha + F} \text{ and } \xi = \frac{F}{\alpha + F}$$

$$\alpha = \sqrt{F_{min}\ F_{max}} \qquad \text{(Symmetrization Parameter)}$$

$$F = \frac{X^2}{Y} \qquad G = \frac{X(Y-1)}{Y}$$

X= نسبة تركيز المونومر الأول M_1 الى تركيز المونومر الثاني M_2 في مزيج التغذية.

Y= نسبة تركيز المونومر الأولM_1 الى تركيز المونومر الثاني M_2 في البوليمر المشترك.

$$X = \frac{[M_1]}{[M_2]} \quad \text{------} \quad Y = \frac{dM_1}{dM_2}$$

قيمة α لنظام (BMA-ST) تساوي 3.00 وقيمة α لنظام (BMA- MMA) تساوي 3.9284316 ومن ميل المستقيم slop وتقاطعه intercept كما في الشكل (8) و(9) تم حساب r_1 , r_2 باستخدام طريقة كلن – ثيودس كما مبين في الجدول (2) و(3)، حيث كانت قيمة: r_1 = 0.98649 و r_2=0.4685385 لنظام (BMA-ST) وكانت قيمة r_1 0.847889226 و r_2 =0.4152396 لنظام (BMA-MMA) وبما ان قيم r_1 كبيرة نسبيا وان قيم r_2 صغيرة نسبيا وهذا يعني أن البوليمرات الفاينيلية محشورة ضمن كتل كبيرة من بوليمر بنزايدين حامض ثنائي ماليميك فنيل. كما تم استخراج قيم r_1r_2 حيث كانت قيمة r_1r_2 =0.4622085 لنظام (BMA-ST) وكانت قيمة r_1r_2 =0.3520771 لنظام (BMA-MMA) وبما ان قيمة r_1r_2 << 1 للنظامين المذكورين اعلاة وهذا يشير إلى قابلية البوليمر ألفاينلي إلى تناوب المواقع في السلسلة البوليمرية بنسب متفاوتة. وتزداد نسبة التناوب في البوليمر المشترك كلما انخفضت قيمة r_1r_2 عن الواحد الصحيح (Elias, 1984).

ألاستقرارية الحرارية للبوليمرات المشتركة :

تمت دراسة الاستقرارية الحرارية (ألمقاومة) للبوليمرات المشتركة باستخدام التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة المتغيرة (Thermo Gravimetric Analysis TGA) والتحليل الحراري الوزني ذو الحرارة الثابتة (Isothermal Gravimetric Analysis IGA) ومن خلالها تم قياس الاستقرارية النسبية للبوليمرات المشتركة المحضرة من مقارنة الدرجات الحرارية التالية:

- درجة حرارة بداية التحلل (Initial Decomposition Temperature (IDT.
- درجة حرارة نهاية التحلل (Complete Decomposition Temperature (CDT.
- النسبة الوزنية المتبقية عند درجة 300مْ (%wt).

وتم قياس قيم بداية ونهاية التحلل من تقاطع مماسات منحنيات TGA عند نقاط التغيير مع الجـزء المستقيم للمنحني عند بداية ونهاية التحليل ومن ملاحظة الجدول رقم (4) وجد إن قيم بداية التحلـل IDT تكون مقاربة للمعدلات الرياضية لدرجات التحليل الحراري للبوليمرات المشتركة عنـدما تكـون نـسبة بنزايدين حامض ثنائي ماليميك (BMA) عالية والبوليمرات الفاينلية واطئة وتهبط هذه القيم بـشدة عنـد النسب الواطئة لـ BMA في البوليمر المشترك إلى قيم اقل بكثير من المعدلات الرياضية لهـا وتفـسيرنا لهذا التصرف إن وجود البوليمرات الفاينلية بنسب كبيرة مع بنزايدين حامض ثنائي ماليميك يعيق إلى حد كبير من اكتمال تشابكه بصورة منتظمة كما أن تحرر جزيئات غازية اثناء عملية البلمرة المشتركة يؤدي إلى حدوث فراغات بينية ضمن الكتلة المتبلمرة مما يؤدي إلى أن يكون الناتج عبارة عن شبكة بوليميرية هشة التركيب سهلة التفكك ويلاحظ نفس التدرج في الدرجات الحرارية عند نهاية ألتفكـك (CDT) مـع ملاحظة أن هذه القيم (عند النسب الواطئة لل BMA في البوليمر المشترك) تقترب من معدلاتها الرياضية وكذلك يلاحظ أن النسبة الوزنية المتبقية عند حرارة 300 مْ تتراوح بين 14-87% مما يـدل علـى أن تكامل التركيب الشبكي يتأثر بالحرارة المرتفعة مما يؤدي إلى زيادة في اسـتقرارية البـوليمر المـشترك حراريا.

ويشير الشكل (12) و(13) إلى منحنيات التحلل الوزني ذو الحرارة الثابتـة (IGA) للبـوليمرات المشتركة المحضرة وقد تمت القياسات في الجو الحار الاعتيادي بدرجـة 300 مْ يلاحـظ مـن جميـع الخطوط البيانية فقد سريعا في الوزن في الدقائق الاولى من التسخين ثم تاخذ جميع الخطوط المتباينة شكلاً اقرب إلى الاستقامة حيث تكون الاوزان شبه ثابتة ويمكن أن يفسر هذا التصرف على أسـاس أن جميـع البوليمرات المشتركة تبدأ بفقدان بعض الجزيئات عند بداية التسخين وفي نفس الوقت تتكامـل التراكيـب الشبكية خاصة في بوليمر البنزايدين BMA مما يولد حاجزا أمام بقية الجزيئات ويمنعهـا مـن الإفـلات وبالتالي يقل الفقدان وتصل النسبة الوزنية الى حالة شبة مستقرة اما النسب الوزنية المتبقية بعد ساعة من التسخين في درجة 300 م° فهي 25-95 % بالنسبة للبـوليمرات المـشتركة مـع الـستايرين، المثيـل ميثاكريلات وهي تنسجم من حيث المبدأ مع قيم الاستقرارية الحرارية المعينة باستخدام القياسات الحرارية ذات الحرارة المتغيرة (TGA) ولو عدنا إلى جدول (4) وقارنا قيم النسب الوزنية المتبقية عنـد 300 مْ لنفس البوليمرات ألمشتركة المحضرة بالنسب المذكورة لوجدناها تقل عن مثيلاتهـا المقاسـة فـي هـذه التجربة. وهذا يعني إن التراكيب الشبكية تتكامل ببطئ في التسخين ذو الحرارة المتغيرة يصاحبه فقـدان وزني عال نسبيا، اما في حالة التسخين بدرجة حرارية عالية مباشرة فان التراكيب الشبكية تتكامل بوقـت قصير يصاحبها فقدان وزني قليل ثم الوصول بعدها الى تركيب شبة مستقر للبوليمر فـي ذلـك المـدى الحراري.

الجدول 2: القيم الخاصة للبوليمرات المشتركة (PBMA) مع ST بطريقة كلن – ثيودس KELEN-TUDOS

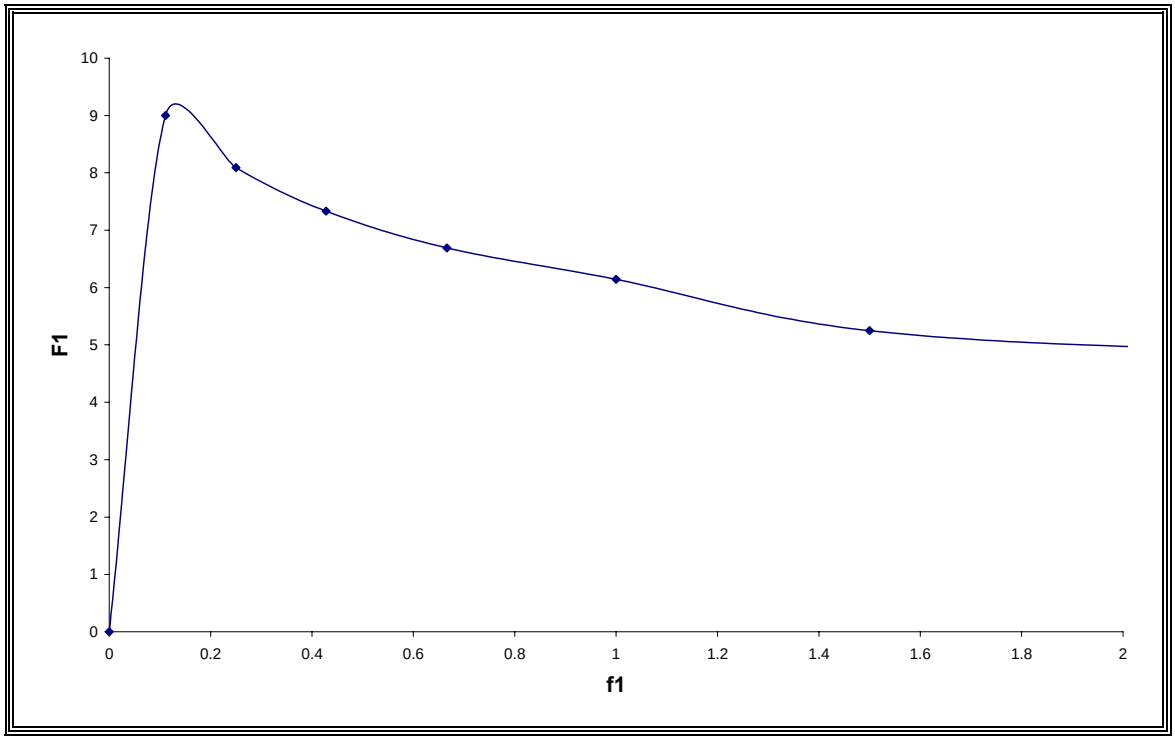
BMA M_1	ST M_2	$X=M_1/M_2$	dM_1	dM_2	$Y=dM_1/dM$	$G=[X(Y-1)/Y]$	$F=X_2/Y$	$\eta=[G/(a+F)]$	$\xi=[F/(a+F)]$
0.1	0.9	0.111	0.90	0.1	9.0	0.085048	0.0028953	0.02832	0.000956
0.2	0.8	0.25	0.89	0.11	8.0909	0.1951212	0.0137196	0.0647443	0.0045523
0.3	0.7	0.428	0.88	0.12	7.3333	0.3407905	0.0376196	0.1121899	0.0123846
0.4	0.6	0.666	0.87	0.13	6.6923	0.5396285	0.0846391	0.1749405	0.0274388
0.5	0.5	1.0	0.86	0.14	6.1428	0.8372093	0.1627907	0.2647128	0.0514454
0.6	0.4	1.5	0.84	0.16	5.25	1.2758618	0.3362072	0.3824288	0.1007752
0.7	0.3	2.333	0.83	0.17	4.8823	2.0151	0.7424033	0.5384507	0.198375
0.8	0.2	4.0	0.82	0.18	4.5555	3.505617	1.9775303	0.7042884	0.3972914
0.9	0.1	9	0.81	0.19	4.2631	8	9	0.666666	0.75

الجدول 3: القيم الخاصة للبوليمرات المشتركة (PBMA) مع MMA بطريقة كلن – ثيودس KELEN-TUDOS

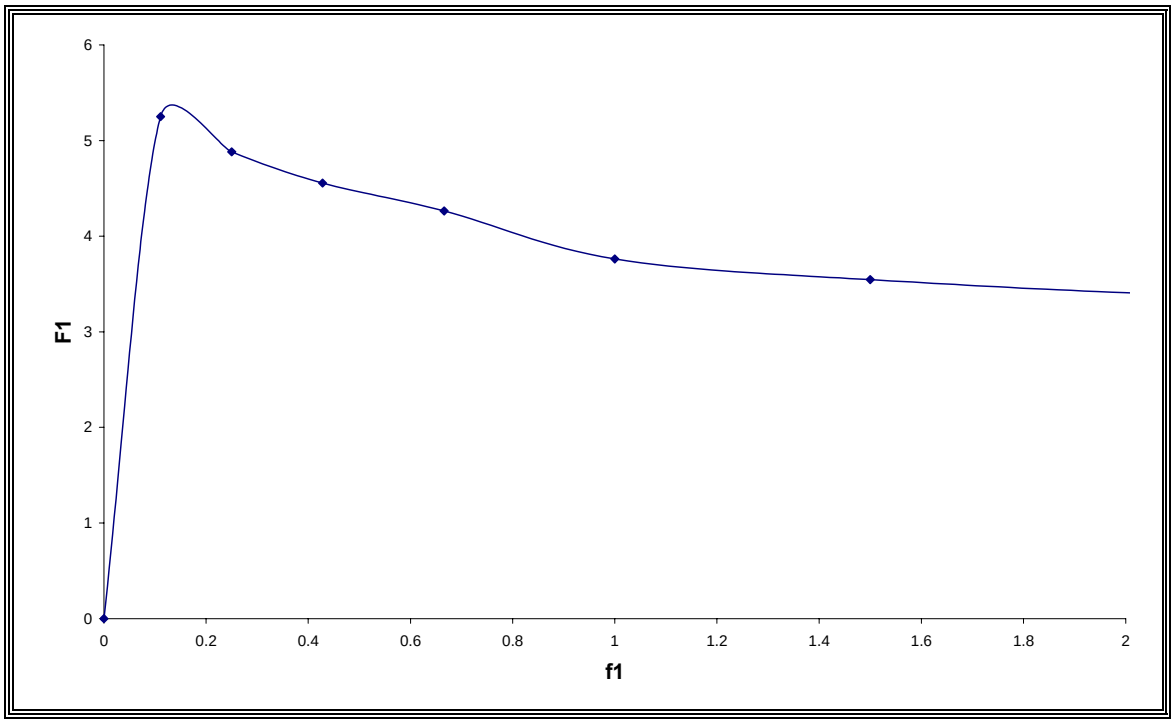
BMA M_1	MMA M_2	$X=M_1/M_2$	dM_1	dM_2	$Y=dM_1/dM_2$	$G=[X(Y-1)/Y]]$	$F=X_2/Y$	$\eta=[G/(a+F)]$	$\xi=[F/(a+F)]$
0.1	0.9	0.111	0.84	0.16	5.25	0.074066	0.004114	0.018834	0.0010462
0.2	0.8	0.25	0.83	0.17	4.8823	0.1710477	0.019736	0.433233	0.009987
0.3	0.7	0.428	0.82	0.18	4.5555	0.30050	0.054845	0.761112	0.137688
0.4	0.6	0.666	0.81	0.19	4.2631	0.478517	0.12533	0.1180587	0.0309169
0.5	0.5	1.0	0.79	0.21	3.7619	0.734176	0.26582	0.1750434	0.0633772
0.6	0.4	1.5	0.78	0.22	3.5454	1.148143	0.52778	0.2576497	0.1184367
0.7	0.3	2.333	0.77	0.23	3.3478	1.8211054	1.1951024	0.3554416	0.2331907
0.8	0.2	4.0	0.76	0.24	3.1666	3.180714	3.277144	0.435382	0.4485815
0.9	0.1	9.0	0.75	0.25	3.0	7.2857	15.4285	0.376377	0.7970542

الجدول 4: بعض القيم الخاصة بالاستقرارية الحرارية للبوليمرات الماخوذة من منحنيات التحليل الحراري الوزني

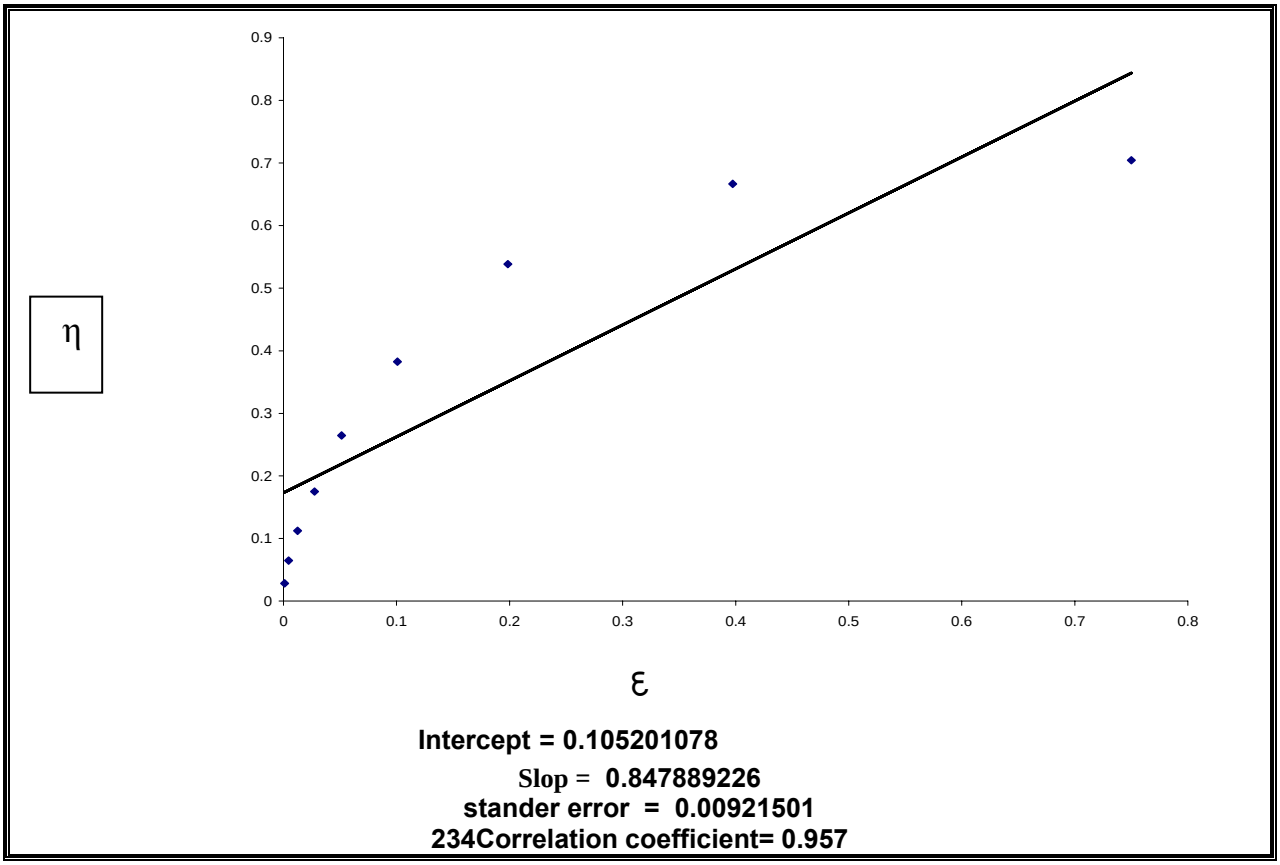
BMA M_1 mole/L	ST M_2 mole/L	الدرجة الحرارية عند:		النسبة الوزنية at 30°C (Wt%)
		بداية التحلل IDT/C°	نهاية التحلل CDT/C°	
0.9	0.1	137	520	87
0.8	0.2	135	500	79
0.7	0.3	127	470	39
0.6	0.4	125	450	30
0.5	0.5	122	420	25
0.4	0.6	117	410	26
0.3	0.7	102	400	32
0.2	0.8	97	385	20
0.1	0.9	78	370	15
BMA M_1 mole/L	MMA M_2 mole/L	الدرجة الحرارية عند:		النسبة الوزنية at 30°C (Wt%)
		بداية التحلل IDT/C°	نهاية التحلل CDT/C°	
0.9	0.1	130	510	86
0.8	0.2	130	495	79
0.7	0.3	122	480	33
0.6	0.4	122	450	32
0.5	0.5	115	430	30
0.4	0.6	107	400	20
0.3	0.7	99	380	19
0.2	0.8	88	370	16
0.1	0.9	68	360	14



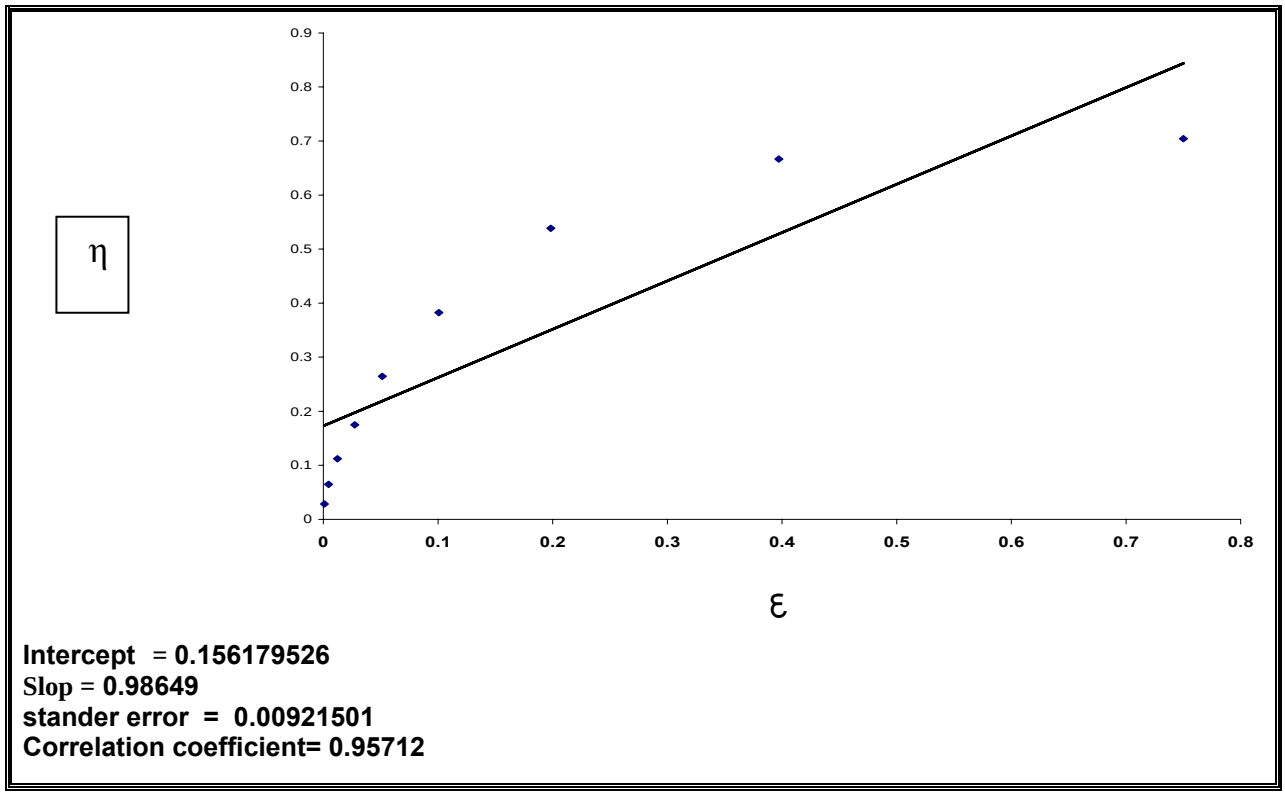
الشكل 6: العلاقة بين f_1 وF_1 لنظام (BMA) مع ST



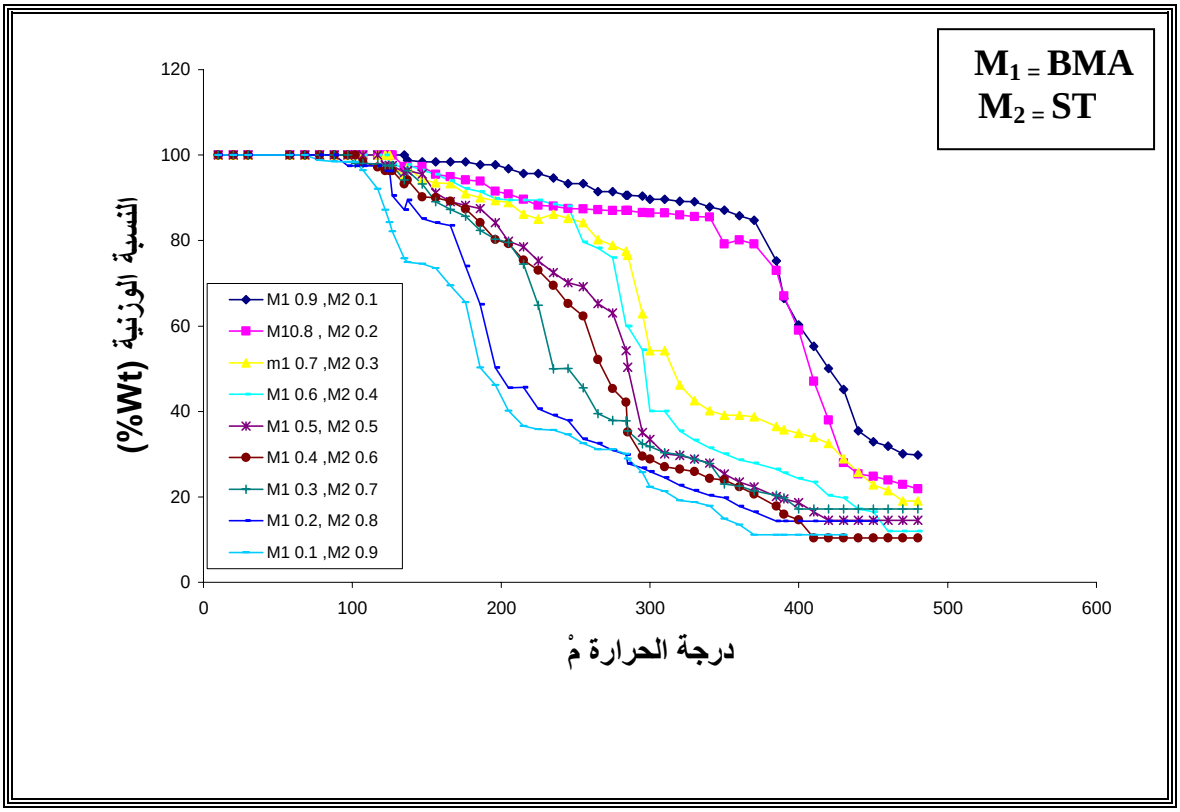
الشكل 7: العلاقة بين f_1 وF_1 لنظام (BMA) مع MMA



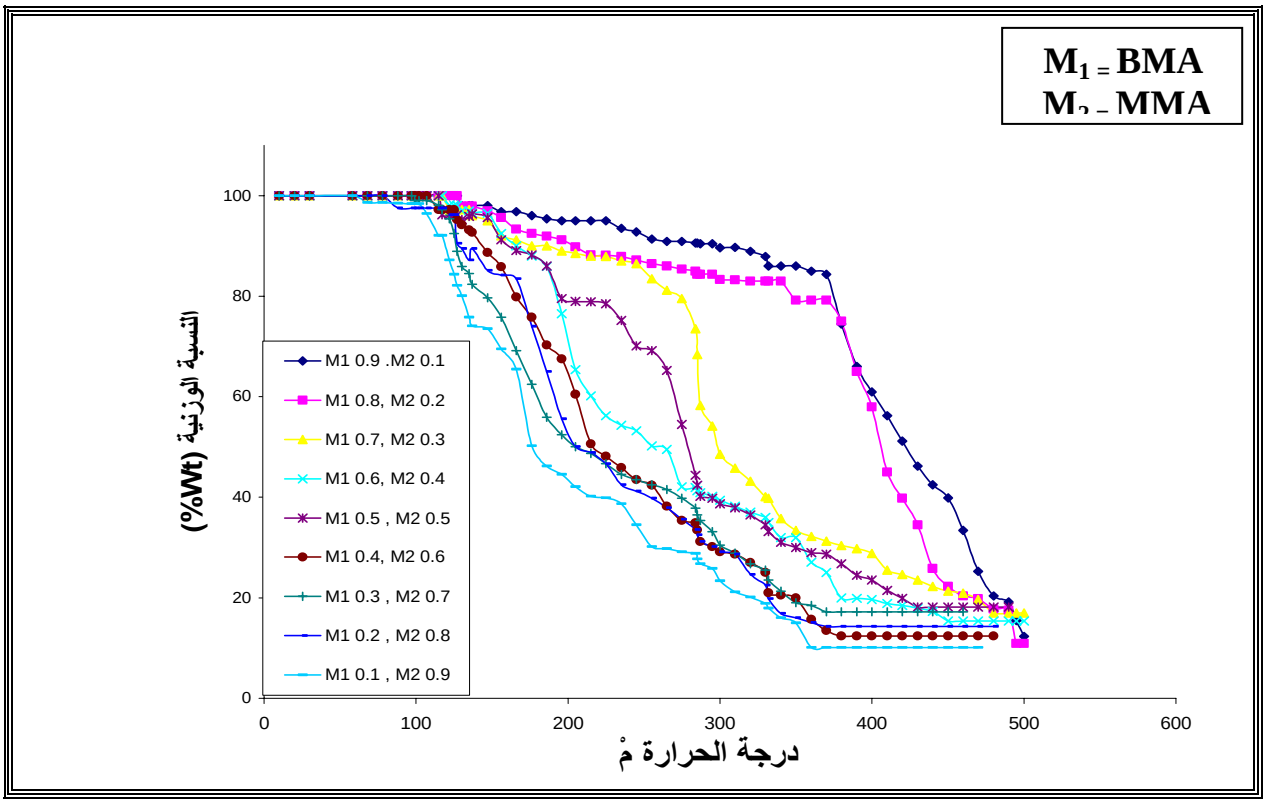
الشكل 8: العلاقة بين η وε لنظام (BMA) مع MMA بطريقة كلن – ثيودس



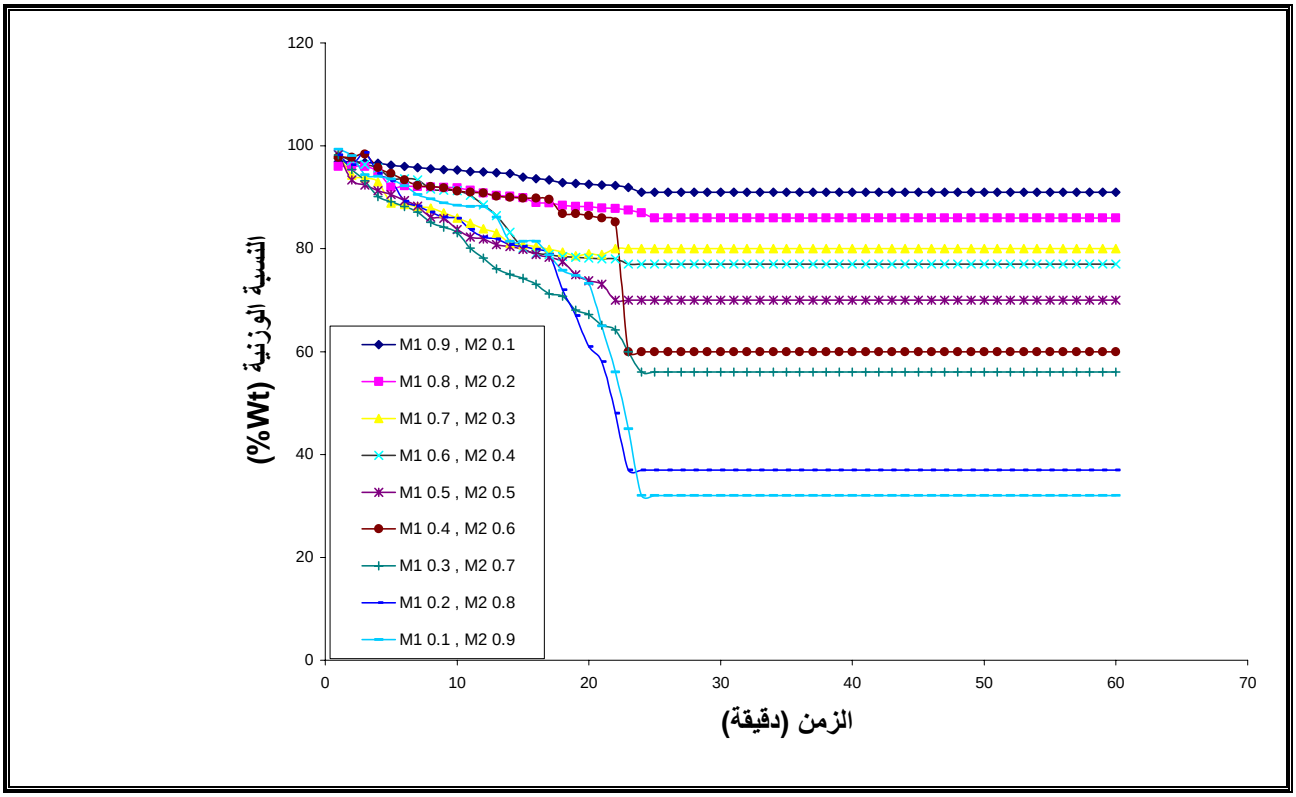
الشكل 9: العلاقة بين η وε لنظام (BMA) مع MMA بطريقة كلن – ثيودس



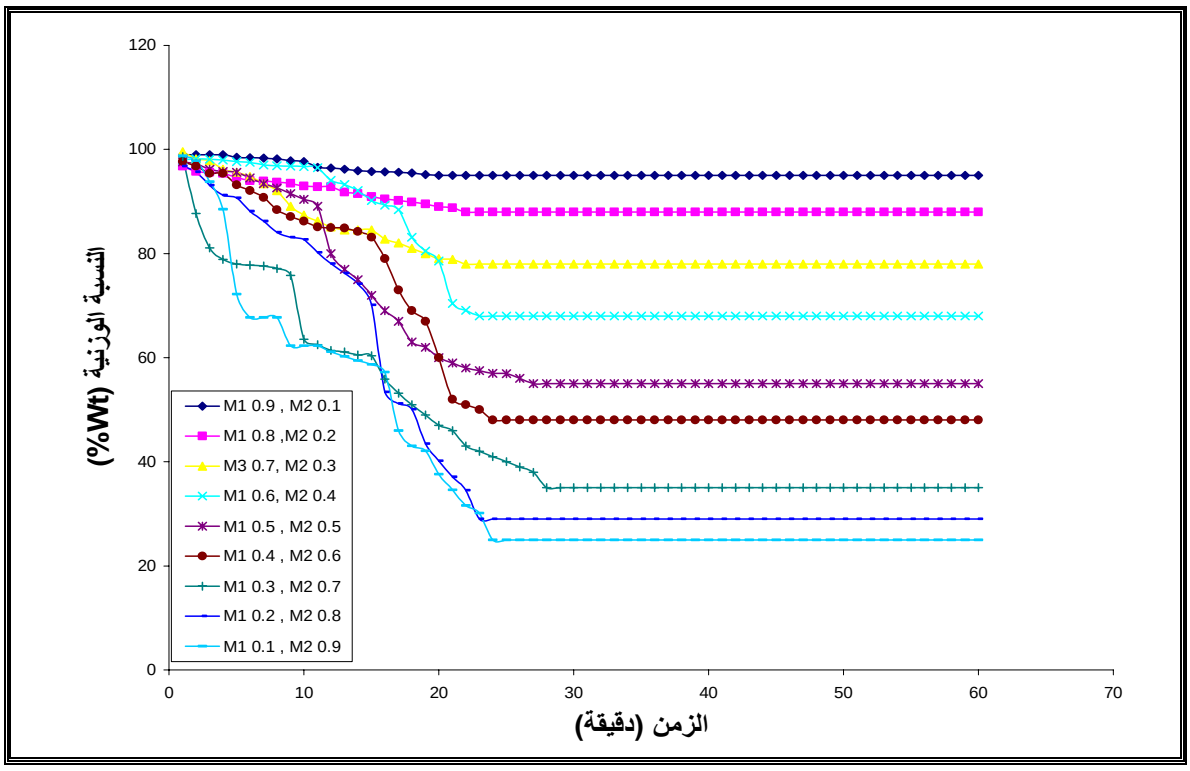
الشكل 10: التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة المتغيرة للبوليمرات المشتركة (BMA) مع ST



الشكل 11: التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة المتغيرة للبوليمرات المشتركة (BMA) مع MMA



الشكل 12: منحني التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة الثابتة للبوليمرات المـشتركة(BMA) مـع ST في 300°م



الشكل 13: منحني التحليل الحراري الوزني ذو الحرارة الثابتة للبوليمرات المشتركة (BMA) مع MMA في 300°م

المصادر الاجنبية

Aliwi, S.M., and Bamford, C.H., 1989. Photoinitiation of Polymerization of Methyl Methacrylate by Hydroxy – Oxobis (8-Quinoloxp)-Vanadium(v)n-Butylamine ion – Pair Complex. J. Photochem. and Photobiol., 47, 253p.

Allcock, H.R.; Lamp, F.N., and Mark, I.E., 2003. Contemporary Polymer Chemistry. 3 rd.Edn., Pearson Education, NI, 10p.

Al-Maadheedi, A.M.; Mohamed, A.A., and Kalil, S.M., 2003. Free –Radical Copolymerization of Furan with Maleic Anhydride. Raf. Jour. Sci. Vol.14, No.1, pp.12-20.

Ellias, H.G., 1984. Macromolecules Synthesis, Materials and Technology. Vol.2, Ed. Plenum Press. N.Y.

Gaylord, N.G.; Stolka, M.; Takahashi, A., and Maiti, S., 1971. Conjuguated Diene-Maleic Through Radical Catalysed Polymerization. J. Macromol. Sci. Chem. A.5, 867p.

Gaylord, N.G., and Maiti, S., 1971. Charge –Transfer Complex, Alternating Dien-dienophile Copolymers. J. Polym. Sci., part B, 9, 359p.

Gaylord, N.G.; Maiti, S., and Patnaik, B.K., 1972. Alternating Dien - dienophile Copolymers-Copolymerization of Cis and trans 1,3 –Pentadiene with Maleic Anhydride and Acrylonitrile. J. Macromol. Sci. Chem. A.6, 1435p. (C.A.44058q).

Gaylord, N.G.; Maiti, S.; Patnaik, B.K., and Takahashi, A., 1972. Copolymerization of Furan and 2-Methyl Furan with Maleic Anhydride. J.Macromol. Sci. Chem. A.6, 1459p. (C.A.124963w).

Hasan, M.H., 1989. M. Sc.Thesis, Mosul Univ.

Jebrael, F.H., 1983. M. Sc., Mosul Univ.

Kelen, T., and Tudos, F., 1975. Analysis of the Llinear Methods for Determination Copolymerization Reactivity Ratios, J.Macromol. Sci. Chem. A.9, pp.1-27.

Kuo, J.F., and Chen, C.Y., 1983. A Method of Calculating Copolymerization. Reactivity Ratios, J. Appl. Polym. Sci. 26, pp.1117-1128.

McCaffery, E.L., 1970. Laboratory Preparation for Macromolecular Chemistry. Mc Graw-HILL. N.Y. pp.263-290.

Mohamed, A.A., 1986. Investigation of Charge Transfer Complexes Between N-Aryl Maleimides and Styrene. Acta Polymerica, 37, 8, pp.514-517.

Mohamed, A.A.; Elsabee, M.Z., and Jabreal, F.H., 1986. Copolymerization of Styrene with N-Aryl Maleimides. 19, pp.32-37.

Mohamed, A.A.; Al- Yamor, K.Y., and Ahmed, K.M., 1988. Copolymerization of Maleic Anhydride, N-2- Chlorophene Maleimide and N-œ- Naphthyl Maleimide with Styrene. Acta Polymerica, 39, 7, pp.363-368.

Mohamed, A.A.,1997. Interaction and Copolymer-2 at on of N- Aryl Maleimides. Raf. Jour. Sci, Vol.8, No. 2, pp.11-22.

Mohamed, A.A., and Qasim, T.A., 1994. Differential Thermal Analysis of Polybis-Maleimide Copolymers. MU'TAH J. Res. Stud., 9, 2, pp.117-137.

Oishi, T.; Motiwak, M., and Fujimo, to M., 1989. Reactivities of œ – Chlorophenyl Maleimides. J. Macromol, Sci. Chem., A 26, 6, pp.841-896.

Sabaa, M.; Mikhaeal, M.; Yassin, A., and Elsabee, M.Z., 1986. Copolymerization of Acrylanitrile with N-Substituted Maleimides. Ang Matromol. Chem., 139, pp.95-112.

Saleh, N.J., and Aliwi, S.M., 1997. Synthesis Chrructeristion.Curing and Thermal Stability Study of Some New (Polyester -Polyether)IPN'S. Iraq J. of Polymer, 1, 1, pp.79- 92.