مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

حماية البيئة من مخلفات البولي ايتلين الصناعية بإعادة استخدامه عن طريق إعادة تدويره والاستفادة منه

د. حسن وسوف*

د.ياسر موسى**

(تاريخ الإيداع 15 / 5 / 2017. قُبِل للنشر في 6 / 7 /2017)

□ ملخّص □

أجرينا في هذا البحث دراسة ميدانية لأهم المخلفات البلاستيكية المنزلية والصناعية والتجارية في محافظة اللاذقية ودرسنا التأثيرات الأكثر أهمية للمخلفات البلاستيكية انتاجاً و استخداماً.

تم اختيار مخلفات البولي ايتيلين مرتفع الكثافة (H.D.P.E.T) والبولي ايتيلين منخفض الكثافة (L.D.P.E.T) أجرينا إعادة تدوير وتم تحديد أفضل النسب لخلط مزيج من البولي ايتيلين المعادة تدويره مع البولي ايتيلين النقي، بالإضافة إلى ذلك تم دراسة أهم الخواص الميكانيكية للمواد البلاستيكيةالمعاد تدويرها والمنتجة بالإضافة إلى الأنابيب الزراعية المنتجة.من خلال دراسة الخواص الميكانيكية للعينات المدروسةكانت أفضل النسب لخلط البلاستيك المدور مع النقي هي (15%) مدور،امتلكت المزائج المدروسة قيم دليل جريان بين المدور 0% و المدور 100% و أقربها الى النسبة 0% كانت النسبة 15%،امتلكت العينة (15%) طاقة تنشيط منخفضة نسبيا بالمقارنة مع المزائج الأخرى، وأبدت تحملا للضغط 9 بار و حافظت على متانتها و هو ما يتطابق مع المواصفة القياسية السورية.

الكلمات المفتاحية: إعادة التدوير، بولي ايتيلين مرتفع الكثافة (H.D.P.E.T)، وبولي ايتيلين منخفض الكثافة (L.D.P.E.T).

* مدرس – قسم الكيمياء– كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

**أستاذ مساعد – قسم الكيمياء –كلية العلوم – جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

Protecting the environment from the residues of industrial polyethylene and reusing it by way of Recycling and benefiting from it

Dr. Hasan Wasof*
Dr. Yaser Mousa**

(Received 15 / 5 / 2017. Accepted 6 / 7 /2017)

□ ABSTRACT □

In this study we conducted a field study of the most important household, industrial and commercial plastic wastes in Lattakia Governorate and studied the most important effects of plastic waste production and use.

HDPE and LDPET were selected for recycling. The best ratios were determined for mixing recycled polyethylene with pure polyetylene. In addition, the most important mechanical properties of recycled and produced plastics were examined. To productive agricultural pipes. In the study of the mechanical properties of the studied samples, the best ratios for mixing the recycled plastic with the pure were (15%) rounded, the studied mixtures had the values of the flow guide between the round 0% and the round 100% and the closest to 0% was the 15% 15%) relatively low activation energy compared to other mixtures, and pressure by 9 Bar and maintained its strength, which is consistent with the Syrian standards.

*Assistant Professor ,Department of Chemistry , Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria
**Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

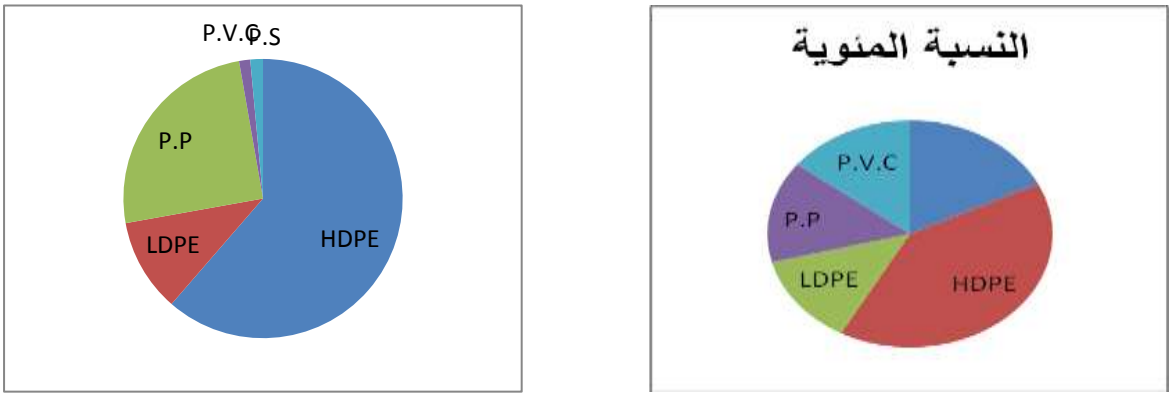
ازداد استخدام المنتجات البوليميرية خلال العقود الثلاثة الأخيرة بشكل واسع في عدة مجالات صناعية مثل الكهربائية و الالكترونية والزراعية والطبية حيث أظهرت الدراسات الإحصائية على أن علب التغليف تشكل 27% من مجمل الصناعات البلاستيكيةكما أن الأنابيب البلاستيكية المستعملة في الزراعة فتشكل نسبة 23% و 30% من المنتجات البلاستيكية تستعمل في البناء و الأدوات المنزلية و الباقي موزعةفي مجال التغليف وغيرها من المجالات المختلفة[1،2،3].

ونظرا للزيادة الكبيرة في استهلاك واستخدام المنتجات البوليميرية فمن الطبيعي أن ينجم عن ذلك تراكم كميات كبيرة من المخلفات البوليميرية أو المخلفات البلاستيكية بسبب مجالات استخدامها المتنوعة والواسعة[4،5].

ومع مرور الزمن تفاقمت مشكلة المخلفات البوليميرية في العالم وأصبح من الضروري البحث عن طرائق معالجة مفيدة لهذا الكم الهائل من المخلفات[6].

أظهرت الدراسات والتجارب تأثير بعض المواد البوليميرية على البيئة بشكل عام وعلى صحة الإنسان بشكل خاص مما استدعى ضرورة التعامل مع هذه المواد بشكل مدروس للحفاظ على البيئة والانسان[7]،تعتبر هذه المخلفات ضارة بيئيا وخاصة أن عمرها الزمني طويل تحتاج لمئات السنين حتى تتفكك.

تسبب هذه المواد مشاكل بيئية هامة بسبب كمياتها الكبيرة إذ يبلغ مقدار المخلفات في الدول المتقدمة 2.5 كغ للفرد الواحد في اليوم. على سبيل المثالأظهر المكتب الاتحادي السويسري للبيئة أن سويسرا تنتج سنويا 800000طن من المواد البلاستيكية. هناك حوالي (10–15) مليون طن بلاستيك مجمع من كافة السلع الاستهلاكية يحرق منها سنويا 40000 طن و يستخدم منها 10000 طن كوقود و 9% فقط من الحجم الكلي من المخلفات البلاستيكية يعاد تدويره. فهي تستخدم قسم من المخلفات البلاستيكية في أفران معامل الاسمنت في عمليات الحرق أما كمية المواد المعاد تدويرها بحدود 6%، و في انجلترا نلاحظ أن 7% فقط من المخلفات البلاستيكية يعاد تدويرها [8،9،10]. يوضح الشكل رقم (1) أهم النفايات الصلبة للمواد البلاستيكيةو نسبها المئوية المدورة في أوربا و الولايات المتحدة الأميريكية.



الشكل (1) نسب المكونات الرئيسية لنفايات المواد البلاستيكية المعاد تدويرها في أوربا و الولايات المتحدة

و لو أخذنا أهم المخلفات البلاستيكية في الساحل السوري و خاصة في مدينة اللاذقية لوجدنا أن المواد البلاستيكية الناجمة عن استخدام البولي ايتلين بنوعيه عالي الكثافة و منخفض الكثافة هو الأكثر استخداما و بالتالي

الأكثرتواجدا في المخلفات البلاستيكية و الجداول التالية تبين دراسة احصائية لأهم المخلفات في مدينة اللاذقية و أهم المعامل التي تستخدم أهم البوليميرات و كمية انتاجها:

جدول(1) يبين كمية النفايات البلاستيكية في محافظة اللاذقية

النفايات	الكمية (طن/يوم)	الطعام	الورق	البلاستيك	المعدن	الزجاج	غيرها	إجمالي
الأسواق	25	83.3	3.6	7.1	0.6	0.5	4.9	100
المحلي	25	83.6	5.8	5.5	1.0	0.8	3.9	100

نلاحظ من خلال الجدول (1) أن هناك حوالي 4% مخلفات بلاستيكية لذلك قمنا بدراسة ميدانية في محافظة اللاذقية لأهم المعامل التي تنتج مواد بلاستيكية بأشكال مختلفة وخاصة العبوات البلاستيكية والأغطية.

جدول(2) استهلاك شركة اوغاريت من قطع PVC

الاستهلاك	النوع	ملاحظة
عبوات:4800000/8ساعات يوميا أي:4800000*3 ورديات يوميا أي:4800000*3*360 بالسنة	P.V.C	وزن العبوات: العبوة الكبيرة= 55 g العبوة الصغيرة= 27 g
أي 35400 م/باليوم أي (1.5–2) طن/اليوم	رول جلتنة (للتغليف)	
أغطية نفس عدد العبوات		

جدول رقم (3): استهلاك شركة الجود من PET

الاستهلاك	النوع
31500000 قطعة/سنوياً	عبوات / PET
31500000 قطعة/سنوياً	أغطية / PET
1075 kg / 8 ساعات أي: 1075 kg × 3 × 360 / سنة	رول بلاستيكي

جدول رقم (4): استهلاك العربية للتنقيط من PET

النوع	الاستهلاك
L.L.D.P.E	600 طن / سنة
L.D.P.E	1800 طن / سنة
P.S (للحقن)	300 طن/سنة

H.D.P.E	100 طن/سنة
كتل متنوعة (لنر) Master batch	200 طن/سنة

نلاحظ من الجداول السابقة بأن الكميات الأكبر المنتجة هي من مادة البولي ايتلينPET العالي الكثافة والمنخفض الكثافة لذلك كان لابد من التخلص من هذه المخلفات الناتجة عن هذه المادة بإحدى أهم الطرائق المستخدمة في التخلص من النفايات البلاستيكية و هي:

1- طريقة الترحيل إلى مسافات بعيدة
2- طريقة السحق
3- طريقة المعالجة بالحرق والترميد
4- طريقة إعادة التدوير

وقد استخدمنافي دراستنا هذه طريقة مفيدة و هي طريقة إعادة التدوير **Recycle**للتخلص من النفايات و إعادة استخدامها، الأمر الذي يساهم في حل إحدى المشكلات البيئية التي تتجلى بتجميع و تراكم المواد البلاستيكية القديمة و التي لا يمكن أن تتفكك من تلقاء نفسها و هذا يؤثر على الناحية الجمالية و يسبب أخطاراً صحية على البيئة في منطقة اللاذقية.

2- أهداف البحث و أهميته: يهدف البحث إلى إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية التي أساسها بولي إيتلين عالي الكثافة ، و بولي إيتلين منخفض الكثافة، و دراسة الخواص الميكانيكية للمواد المعاد تدويرها و المواد البكر، و دراسة أفضل النسب لمزج المواد البلاستيكية المعاد تدويرهامع المواد البلاستيكية النقية بهدف التخلص من مشكلة تراكم النفايات البلاستيكية و الاستفادة منها اقتصادياً. من هنا تأتي أهمية هذا البحث في أنه يحد من تلوث البيئة بهذه المخلفات بالإضافة إلى الأهمية الاقتصادية و الصناعية للمواد المعاد تدويرها في تخفيض استهلاك مصادر الطاقة و الحفاظ عليها و تنشيط النظام الاقتصادي و توفير فرص عمل.

3- الأجهزة المستخدمة:

- آلة بثق المواد البلاستيكية.
- آلة تحبيب للمواد البلاستيكية.
- آلة طحن.
- آلة تجفيف المواد.
- آلة كبس.
- جهاز الشد.
- الجهاز الهيدروليكي.
- مقياس اللزوجة ذو القالب الشعري (capillary rheometer):

- P بنوعيه المرتفع العالي الكثافة H.D.P.E والمنخفض الكثافة L.D.P.E المستوردة من إحدى الدول العربية.
- مخلفات بلاستيكية مصنوعة من البولي إتيلين تم جمعها من الأراضي الزراعية.

4- العمل المخبري:

4-1- جمع العينات:

تم جمع المخلفات البوليميرية البلاستيكية بشكل عشوائي من مصانع المواد البلاستيكية والأراضي الزراعية ثم يتم تقطيعها إلى أجزاء صغيرة نوعاً ما.

4-2- تنظيف العينات:

تم تنظيف المخلفات البوليميرية من آثار الملوثات مثل (شحوم، أتربة، رمال، مواد عالقة...) وهي التي قد تؤثر في مستوي مراحل المعالجة اللاحقة وقد تمت العملية ضمن أحواض يمر خلالها تيار من الماء مع إضافة مواد تنظيف مناسبة عند الحاجة وبعد ذلك يجري غسل المخلفات بواسطة تيار مائي قوي حتى زوال آثار مواد التنظيف.

4-3- **الفصل:**

فصل الأنواع المدروسة عن بعضها البعض قبل عملية الطحن.

4-4- **الطحن:**

تم طحن المخلفات البوليميرية إلى أبعاد صغيرة مختلفة تمهيداً لعملية تحبيبها (تحويلها إلى حبيبات ذات أبعاد متشابهة لأبعاد المواد النقية).

4-5- **التجفيف:**

تم تجفيف العينات المطحونة باستخدام آلة تجفيف بسيطة تعتمد على توليد الحرارة باستخدام الغاز المنزلي وهي تقوم بتجفيف حوالي 200 kg في كل ساعة ومعدل التجفيف يتوقف على نسبة الرطوبة في المواد المطحونة حيث أن يتم تجفيفها في آلة التجفيف يتم تجفيفها باستخدام أشعة الشمس.

4-6- **التحبيب:**

لإنجاز عملية التحبيب تم استخدام آلة تحبيب خاصة محلية الصنع ويتم تحويل المواد المطحونة ذات الأبعاد الكبيرة إلى حبيبات صغيرة تماثل الحبيبات النقية [11،12].

هذه الآلة تعمل بمعدل 100 kg من المخلفات البوليميرية في الساعة وهذه العملية هامه لأنها تزيد من سطح التماس للعينات المدروسة وهذا ضروري من أجل زيادة سطح التفاعل بين المخلفات البوليميرية والمواد النقية خلال المعالجة النهائية الحرارية لهذه المخلفات وكذلك يساعد على صهر المخلفات البوليميرية مع بعض المواد النقية.

3-7-تجهيز المواد :حضرت عينات على شكل أنابيب بأطوال حوالي (1m) و مصنوعة من مزائج حبيبات وفق الجدول (5).

3-8-مرحلة المعالجة النهائية:

وتضم هذه المرحلة معالجة حرارية و معالجة كيميائية قمنا في هذه المرحلة بمعالجة حرارية للعينات المدروسة و التي تشمل عملية إعادة القولبة بواسطة آلة بثق وبزمن ودرجة حرارة محددين وبعد تكسيرها وطحنها مع إضافة نسب متدرجة من المادة الخام وقد تم في هذه المرحلة دراسة تغيرات المواصفات الميكانيكية الريولوجية للعينات المعالجة ذات النسب المتدرجة من خلال مقارنة مواصفاتها مع بعضها البعض من جهة ومقارنتها أيضاً مع المواصفات لعينات أخرى لا تحوي أي نسبة من المخلفات البوليميرية المعاد تدويرها بل تحوي على المادة الخام فقط.

قمنا بتحضير المزائج (P.E مدور/P.E نقي) بنسب مختلفة وكانت نسبة المزج بين البولي ايتلين المعاد تدويره و النقي هي (100،75،50،25،0%) من البولي ايتلين مرتفع الكثافة و منخفض الكثافة ويوضح الجدول (5)نسبة المكونات للمزائج المدروسة [13،14].

لقد تمت دراسة الخواص الميكانيكية للعينات المدروسة و أجريت الاختبارات الميكانيكية و الحرارية و الهيدروليكية و تم تحديد قيم الـ MFI.

الجدول (5) نسب المكونات للمزائج المدروسة

رقم العينة	رمز العينة (P.E مدور/P.E نقي) H.D/L.D	معدل المزج P.E نقي (Wt%)	معدل المزج P.E مدور (Wt%)
0	100 /0	100%	0%
1	75/25	75%	25%
2	50/50	50%	50%
3	25/75	25%	75%
4	15/85	15%	85%
5	0/100	0%	100%

مناقشة النتائج:

دراسة الخواص الميكانيكية:

- لقد أجريت الاختبارات الميكانيكية و الحرارية و الهيدروليكية و تم تحديد قيم الـ MFI

- كيفية قياس تحمل الضغط : قمنا بإغلاق الأنبوب الذي طوله حوالي (1m) من الجهتين ثم ضخ فيه الماء بالتزامن مع تفريغه من الهواء و يتم رفع الضغط حتى (9bar) و اذا تجاوزت هذه القيمة و لم ينفجر الأنبوب فهذا دليل على جودة التصنيع و يظهر الجدول (6) بأن جميع العينات للمزائج المدروسة قد أبدت تحمل للضغط 9 بار لمدة ساعة و هذا مطابق للمواصفات القياسية السورية و دليل على جودة التصنيع.

- كيفية تعيين معامل السيولة MFI :قمنا بتعيين الMFI للعينات المدروسة في جهاز السيلان وفق الشروط التالية: تم في هذا الجهاز صهر المادة عند درجة حرارة $190^{\circ}c$هذا الجهاز مزود بمكبس ذو حمولات مختلفة يحددها نوع المواصفة 5Kgm أو 2.16Kg و لقد استخدمنا حمولة 5Kgو تقدر السيولة بكمية المادة المسالة مقدرة بالغرام كل 10 min[15].

و الجدول التالي يبين أهم النتائج التي توصلنا إليها بالاعتماد على العلاقة:

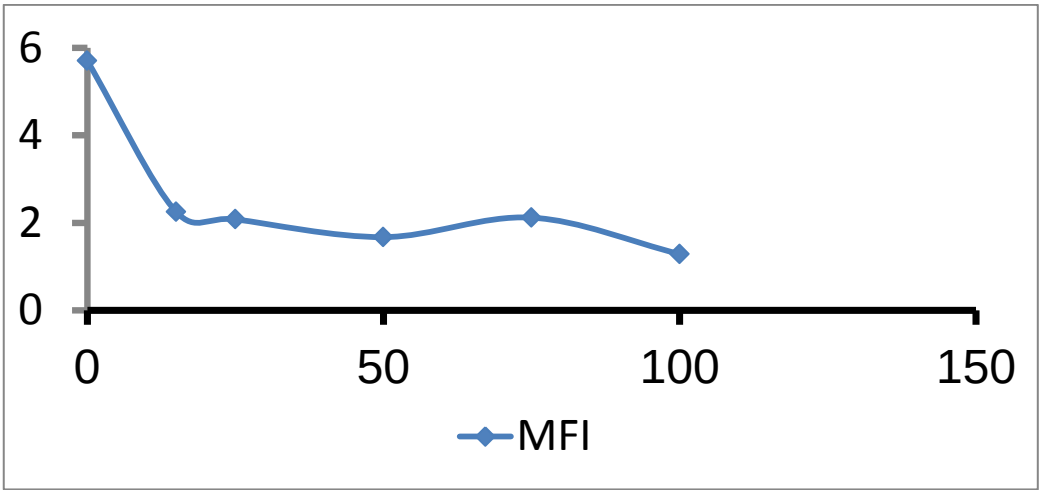
MFI=600Q

حيث Q : غزارة التدفق الحجمية (gr/s)

يبين الجدول التالي قيم معامل السيولة للمزائج المدروسة عند درجة الحرارة $190^{\circ}c$و الحمولة 5Kgو يلاحظ من الجدول أن أعلى قيمة كانت للعينة (0) و أخفض قيمة للعينة رقم (5) و يعود ذلك إلى أن معامل السيولة يزداد كلما ازداد نسبة البولي ايتلين الدور.

الجدول (6) قيم معامل السيولة للمزائج المدروسة عند درجة الحرارة 190°c

رقم العينة الاختبار	0	1	2	3	4	5
السيلان (غ/10 دقائق)	2.9	1.433	1.193	1.246	1.74	1.003
الاستطالة عند القطع(%)	56.9	112.8	74.3	63.4	162.5	143.7
تحمل الضغط الداخلي لمدة ساعة	لم تتأثر عند ضغط 9 bar					



يبين الشكل (2)تحولات معامل السيولة MFI بدلالة نسبة المدور في المزيج

نلاحظ من الشكل أن معامل السيولة ينخفض بازدياد نسبة المدور في المزيج وتعد هذه الخاصية الحجر الأساس في طرائق تشكل البوليميرات[16]، وبالتالي من خلال قيم معامل السيولة نستطيع أن نختار طريقة التشكيل المناسبة[17].

- **تعيين الاستطالة المئوية للعينات المدروسة** – : نقوم بقطع عينة من الأنبوب بواسطة قالب معين ثم توضع بين فكي الجهاز الذي يكون أحدهما ثابت و الأخر متحرك و يخضع لقوة شد متزايدة حتى انقطاع العينة و قياس الطول المتزايد للعينات المدروسة عند الشد حتى انقطاع العينة حيث يكون طول العينة حوالي (10 cm) و العرض في المنتصف 0.7 cm و العرض عند الطرفين 3 cm[19،18] .

ويبين الجدول (6) أهم النتائج التي توصلنا إليها باستخدام العلاقة التالية:

$$\text{Elongation} = 100 * \Delta L/L_0$$

حيث : L_0 : الطول الأصلي للعينة أو الجزء المطبق عليه الشد

ΔL: التغير في الطول عند الشد حتى الانقطاع

نتائج دراسة الخواص الميكانيكية:

نلاحظ أن جميع العينات للمزائج المدروسة لم تتأثر عند الضغط 9 bar وهذا مطابق للمواصفات القياسية السورية، وهو دليل على جودة التصنيع.

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال الدراسة العملية السابقة نستنتج ما يلي :

1- من خلال دراسة الخواص الميكانيكية للعينات المدروسة نلاحظ أن أفضل نسبة بين العينات كانت (15%) مدور.

2- تنتمي المزائج المدروسة في سلوكها الريولوجي الى المائع الشبيهة بالبلاستيك

3- تمتلك المزائج المدروسة قيم دليل جريان بين المدور 0% و المدور 100% و أقربها الى النسبة 0% كانت النسبة 15%

4- تمتلك العينة (15%) طاقة تنشيط منخفضة نسبيا بالمقارنة مع المزائج الأخرى

5- التوصيات:

1- دراسة الخواص الريولوجية و الميكانيكية للمزائج بين(20%-15%) مدور لتحديد النسبة الأكثر دقة

2- دراسة الخواص الكهربائية للمزائج المدروسة .

3- دراسة الخواص البنيوية للمزائج المدروسة .

4- ايجاد طرق جديدة للتخلص من النفايات البلاستيكية عن طريق تشكيل مزائج جديدة مع مواد غير المواد المعاد تدويرها .

المراجع:

1-محمد زهير الحمصي، 1996- موسوعة اللدائن. الطبعة الثانية، نصري للطباعة و التحضير الطباعي دمشق، سوريا، 496.

2-د. فواز الديري – الجزيئات الضخمة و الصناعات البلاستيكية – دمشق 1996.

3- W.H.Brown,Organic chemistry. Second edition. W.ww.viley.com/college/brown

4-الوكالة اليابانية للتعاون الدولي JICA – دراسة إدارة النفايات الصلبة في المدن السورية – وزارة الإدارة المحلية و البيئة، سوريا.

5-تكنولوجيا كيمياء البوليميرات: د. حسين كاشف الغطاء – جامعة البصرة

6- Brydson.JA, Plastics Material London 1999.

7- Ahmad J,RamaSwamy HS, J Food Engi 2007;78:1274.

8-إحصائيات المكتب الاتحادي السويسري لبيئة الغابات و الطبيعة في سويسرا 1999.

9- Robert. OE, Polymer science and Technology, Benin 2000.

10- Alexis Allan,2006-Recycling at Portland Community Collage, Community. Environmental Service 1st ed; City of Portland, 25.

11- Molding of Plastics ed. By N.MBIKALES Wiley – 1971.

12- Lazaridou A, Duta. D, papageorgiou M, BelcN,Biliaderis C.G,J Food ENGI 2007;79:1033.

13- MR.Liam. Tiernan, 2004- Recycling Plastic, Group 1 fpg 1st- ed, Dublin 22,6.www.repak.ie.

14- Hardesty, Britta Denise; Chris Wilcox (13 February 2015). "Eight million tonnes of plastic are going into the ocean each year". The Conversation. Retrieved 21 February 2015

15- "Plastic Recycling - Envirogreen Recycling - Cardboard Recycling – Plastic recycling". Retrieved 12 March 2016.
16- Joel R.F, 1995, Polymer science and Technology.
17- Liang JZ, Polym Test 2002;21:69
18- Martin PATEL., 2003- Recycling of plastics in Germany.
19- SIMON TRACE., 2006- Recycling of plastics