

**University of Mosul  
College of Science**



**Comparative study on biodegradation of  
some synthetic polymers blended with some  
different naturally occurring polymers**

By

**Alarqam Ziyad Tareq**

M.Sc. Thesis in  
Industrial Chemistry/Polymer

Supervised by

**Assist. Prof. Dr. Fawzi. H. Jabrail**

**1431 A.H**

**2010 A.D**

## Abstract

A serious problem that has been recognized recently was the environmental pollution of waste plastic, where most synthetic polymers have a resistance to degradation by microorganisms in spite of their good physicochemical properties such as transparency and flexibility and their mechanical properties. Therefore, various studies were carried out to achieve the promotion of the degradation of synthetic polymers. To overcome the problems met, different ways could be carried out; the common and active one is the polymer blends with natural polymers derived from plants or biosynthetic polymers from microorganisms which were readily decomposed in the environment during their lifetimes and enhanced the biodegradability of plastic products in landfills and composts, and the plastic must still retain all of the physical properties expected by the consumer and then, when placed in the environment, degrade more rapidly in comparison with untreated polymers.

In this work two types of synthetic polymers are investigated that are of highly resistant to microbiological degradation or deterioration and are accumulating in the environment, these polymers are the high density polyethylene and polystyrene the most common plastics used in the world. The natural polymer choiced for blending was used in different percentages weight by weight [% (w/w)] of synthetic polymers in order to select the best weight percent capable to keep the physical properties on minimum level like the virgin polymers : Chitosan, Cellulose, Starch, Alginate, Pectin, Shellac and Xanthan which are the natural polymers with their hydrolysable linkages along the polymer and their stereo-orientation in chains to keep it fit to the enzyme which adds an hydrophilicity character to their nature making them bioassimilate for the microorganisms.

Several types of fungus along with their extracted enzyme were used for inoculation of blended samples normally isolated from the same environments suppose waste plastic are *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Fusarium solani*, *Trichoderma harziauum* and *Tricoderma vivide*.

The study includes different types of chemical, physical and mechanical analysis of the blended samples after being prepared with

different percentages (2,5,10 % w/w) and inoculated with different types of fungus and their enzymes and incubated at a constant conditions almost similar to that of the environmental landfill.

According to the ASTM standard, the average molecular weight, inherent viscosity and the percentage weight loss was estimated before and after inoculation. FT-IR characterization of the polymers was carried out and the blend between the polymers was investigated and a new functional groups were explored which indicated a significant changes in their chemical structures that occurred after inoculation with fungi's enzymes.

The mechanical properties include stress-strain investigations, Young's modulus and elongation at break pointed to a decrease in the mechanical properties of the blended plastic films after incubation with the microorganisms for three months.

Thermal studies of the blended polymers indicated that the percentages of weight loss decrease with temperature increase in thermogravimetric analysis (TG) after inoculation with fungi's enzymes and their percentage crystallinity were decreased due to the difficulties of polymer chains rearrangement after polymer chains cleavage because of fungi's cultured.

The SEM micrographs show the homogeneous blending between the polymers, and also explained the long cracks with deep cleavages after germination of fungi's colonies along the film surface.

The above investigation was concluded depending on the evidences that HDPE and PS polymers were biodegraded after inoculated with microorganisms and incubated for three months or enzyme solution and incubated for one month at a convenient conditions with the help of blended natural polymers.



جامعة الموصل  
كلية العلوم

# دراسة مقارنة للانحلال البايولوجي لبعض البوليمرات الصناعية المولفة مع بعض البوليمرات الطبيعية

الأرقم زياد طارق

رسالة ماجستير في  
الكيمياء الصناعية/بوليمر

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

فوزي حبيب جبرائيل

## المستخلص

تُعد البوليمرات احد مكونات التلوث الصلب التي إذا ما تركت في مناطق الطمر الصحي وبدون معالجه فأنها ستتراكم بكميات كبيرة، وذلك لمقاومتها العالية للظروف البيئية المحيطة بها ولعدم وجود أحياء مجهرية لها القابلية على تفكيكها والتغذية عليها، أو لقلّة تأثيرها بالرياح والرطوبة والحرارة فضلاً عن الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. إن هذا يعزى لعدم وجود مجاميع فعالة في سلسلها البوليمرية تساعد على أكسبتها ومن ثم تكسيرها وتقليل وزنها الجزيئي. ومن أجل تقليل حجم مشكلة التلوث هذه كثفت الجهود من أجل تحويل البوليمرات غير الصديقة للبيئة إلى تلك التي يمكن مع الزمن أن تتحول إلى صديقة للبيئة، ومن تلك المحاولات عملية التّوليف مع بوليمرات طبيعية تتآكل بمرور الزمن تحت الظروف البيئية الطبيعية وبوجود الأحياء المجهرية حيث تتحول هذه البوليمرات إلى غاز ثاني اوكسيد الكربون وماء، وتعود إلى الطبيعة بالعناصر نفسها التي خرجت منها. وهذه البوليمرات الطبيعية تساعد على نمو مستعمرات من الفطريات على السطوح الخارجية للبوليمر المصنعة بعد أن تستهلك البوليمرات الطبيعية، تضطر الفطريات المتنامية إلى أستهلاك الكاربون الموجود في السلاسل الطويلة للبوليمرات المصنعة.

لقد تضمنت هذه الدراسة تحضير وتشخيص اثنين من البوليمرات البلاستيكية ذات الشهرة العالمية التي لها مقاومة عالية للظروف الخارجية وهما بولي اثيلين عالي الكثافة وبولي ستايرين، وقد تم توليف هذين البوليمرين مع عدد من البوليمرات الطبيعية وبنسب وزنية مختلفة وهي الكايتوسان، السيليلوز، النشأ، الألبينيت، بكتين، شلك والزانتان إذ أن لهذه البوليمرات وعلى طول سلسلها مجاميع فعالة متأينة لها القابلية على عمل أواصر هيدروجينية، كما أن لها القابلية على الدوران في الفراغ كي تكون بالاتجاه المناسب لعمل الأنزيم المفروز من قبل الفطريات، إن خاصية الاتجاه هذه نحو الماء تضي على البوليمرات الطبيعية القابلية على استخدامها من قبل الفطريات كغذاء حيوي .

لقد تم في هذه الدراسة عزل فطريات عديدة و استخلاص أنزيماتها أيضاً واستخدمت الفطريات في تطعيم نماذج البوليمرات المولفة حيث تم عزلها من البيئة نفسها التي يتم رمي المواد البلاستيكية فيها، وتمت تحت دراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية للنماذج المحضرة كما تم اعتماد الطرق العالمية في قياس نسبة التحلل البايولوجي للبوليمرات وذلك

بالاعتماد على نسبة الفقدان في الوزن والهبوط في اللزوجة الحقيقية وانخفاض معدل الوزن الجزيئي للبوليمر المولف بعد أن يطعم بالفطريات ويحضان لمدة ثلاثة أشهر. كما تمت دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء للمواد المولفة قبل وبعد التوليف لتحديد طبيعة التوليف بين البوليمرات ثم تمت دراسة طيف هذه الأشعة قبل وبعد التطعيم للبوليمرات، وقد أظهرت الأطياف الجديدة ظهور مجاميع فعالة لم تكن موجودة في الأطياف التي سبقت التطعيم كدليل إضافي على حصول الانحلال البايولوجي لهذه البوليمرات.

أما الاختلاف في الصفات الميكانيكية للنماذج المولفة قبل و بعد التطعيم فقد أظهرت البوليمرات المولفة ضعفاً في تلك الصفات وهذا دليل على أنها قد فقدت تماسكها وطول سلاسلها وقابليتها العالية على الاستطالة. كما أن دراسة التحليل الحراري لها قد أظهر فقدانها لثباتها الحراري والنسبة المئوية للتبلور لجزيئاتها مع انتشار المواقع العشوائية فيها وانخفاض طاقة التنشيط.

أن صور المسح الإلكتروني أظهرت طبيعة التوليف المتجانس بين البوليمرات المولفة مع ظهور التشققات على طول السطوح الخارجية للرقائق كما أظهرت نمواً لمستعمرات الفطريات بشكل كبير وواسع على سطح البوليمر خاصة على الحافات الخارجية للبوليمرات وفيما بين بلوراتها.

نستنتج مما تقدم أن البوليمرات المولفة مع البوليمرات الطبيعية والمستخدمة في البحث كان لها القابلية على الانحلال البايولوجي بمساعدة الفطريات المتوفرة في مناطق الطمر الصحي.