



جامعة الموصل  
كلية العلوم  
قسم الفيزياء

تحضير ورفع كفاءة الخلايا الشمسية باستخدام  
بوليمرات شبه موصلة

هيثم احمد ايوب

أطروحة دكتوراه

باختصاص فيزياء الحالة الصلبة

بإشراف

الاستاذ الدكتور

اسعد فيصل خطاب

بإشراف

الاستاذ الدكتور

ليث محمد سعدون الطعان

## الخلاصة

إن استخدام الخلايا الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية تعد من إحدى أهم الطرق المستخدمة كبديل للطاقة. وتصنيع الخلايا الشمسية العضوية من البوليمرات شبه الموصلة تعد من الطرق الواعدة لإنتاج هذا النوع من الخلايا وبتكاليف قليلة. إلا أن هذه الخلايا مازالت في قيد التطور حيث كفاءتها قليلة. في هذه الأطروحة قدمت بعض الأساليب لزيادة كفاءة الخلايا الشمسية العضوية ومحاولة وضع بعض المفاهيم الجديدة في هذا الموضوع حيث تم تحضير مونومرات للمركبتوبنزوثايازول وثنائي المركبتوبنزوثايازول من مركبات بارا ثنائي فيلين الامين والبنزيدين بتفاعلها مع كبريتيد الكاربون والكبريت. حضرة ثمانية أنواع من البوليمرات من هذه المونومرات باستخدام البلمرة التكتيفية مع كلوريد الترفثالويل ومع ثنائي كلوريد المثلين و 1,4-ثنائي برومو البيوتان. شوبت هذه البوليمرات مع اليود وايوديد الصوديوم، تم تشخيص هذه البوليمرات باستخدام التحليل الدقيق للعناصر (C.H.N) والأشعة تحت الحمراء (IR) والتحليل الحراري (DSC) وتم فحص طبوغرافية السطح للأغشية الرقيقة باستخدام تقنية مجهر القوة الذرية (AFM)، حيث أظهرت النتائج أن جميع الأغشية المحضرة ذات تجانس جيد وأن معدل الخشونة ومعدل الحجم الحبيبي يزداد مع زيادة نسبة التشويب. درست الخصائص البصرية للبوليمرات المحضرة من خلال قياس طيف الإمتصاص كدالة للطول الموجي في مدى الأشعة فوق البنفسجية (UV) عند الأطوال الموجية (200-800) نانومتر. بينت النتائج أنه مع زيادة نسب التشويب يزداد معامل الإمتصاص، في حين تقل فجوة الطاقة مع زيادة نسبة التشويب، مما يجعل هذه البوليمرات المحضرة مناسبة لإستخدامها في تطبيقات الخلايا الشمسية. درست الخصائص الكهربائية والمتضمنة التوصيلية الكهربائية المستمرة وقياس معامل هول. حيث أظهرت النتائج أن التوصيلية الكهربائية تزداد مع زيادة نسبة التشويب، وأن المادة تمتلك طاقة تنشيط واطئة تقل مع زيادة نسبة التشويب، كما أظهرت نتائج قياسات تأثير هول أن المادة هي من النوع الموجب p-type للبوليمرات المشوبة بايوديد الصوديوم. ومن النوع السالب n-type للبوليمرات المشوبة باليود. تم تصنيع ست عشرة خلية شمسية، ثمانية منها إستخدام البوليمر n على أرضية السيليكون نوع p، وثمانية خلايا من البوليمر p على أرضية السيليكون n. وتم قياس خصائص كثافة التيار والفولتية (J-V) لها وحساب الكفاءة، وبلغت أعلى قيمة لكفاءة تحويل الطاقة للخلية نوع n (1.07%)، بينما أعطت أعلى كفاءة للخلية نوع p (1.13%). تم تحسين كفاءة التحويل لأربعة خلايا شمسية مختارة من نوع n على أرضية السيليكون نوع p، وذلك بمزجها مع مركب الأنثوب الكاربون النانوي وإجراء قياس (J-V)، حيث أظهرت النتائج زيادة ممتازة للكفاءة وكانت (3.71%)، (3.10%، 2.60%، 4.48%) على التوالي، حيث تحسنت كفاءة الخلايا الشمسية أربعة أضعاف ما كانت عليها. وتم أيضاً دراسة إستقرارية الخلية الشمسية مع مرور الزمن ولجميع الخلايا الأربعة الممزوجة بالأنثوب الكاربون النانوي، حيث قيست الكفاءة لشهرين متتالين ولكل عشرة ايام ولدرجات حرارة مختلفة.

أظهرت نتائج الفحص تطابق مع النتائج السابقة مع إختلاف بسيط لا يتجاوز 0.15%، وهذا يعني أن التقدم الزمني لايؤثر على كفاءة الخلايا الشمسية المحضرة.

## Abstract

Production of electrical power by using the solar cell is a very important method used as an alternative energy. The organic solar cell which can be manufactured from semiconductor polymers is the aim of the scientist in this field, where it has very low costs but with poor efficiency. In this work, we proposed some manners to increase the efficiency of the polymeric organic solar cell and trying to put some fundamental information in this field. Monomers of Mercaptobenzothiazole and bis- Mercaptobenzothiazole were prepared from the reaction of p- phenylene diamine and benzidine with sulfur and carbon sulfide. Eight polymers were prepared by using condensation polymerization of the prepared monomers with terephthaloyl chloride and with m-phenylene chloride and with 1,4- dibromobutane. The prepared polymers were doped with iodine and with sodium iodide. The characterization of the prepared polymers were recognized by using different techniques like CHN, FTIR and DSC. The optical properties were studied by measuring the absorption spectrum as a function of the wavelength in ultraviolet spectrum range (400-900nm). The results show that with increasing the doping level, the absorbance and the absorption coefficient are increased, while the energy gap decreased. These results encourage to use these polymers for building the solar cells. The electrical conductivity and the Hall effect were measured for the doped polymers. The results demonstrated that the electrical conductivity increased with increasing doping level. In the other hand the Hall effect measurements show that the doping with iodine produced n-type semiconductor polymer, while doping with sodium iodide produced p-type semiconductor polymers. Sixteen solar cells have been built from the doped polymers. Eight cell built from n- type polymers casted on p-type silicon while the eight p- type polymers were casted on n- type silicon substrate. The characterization of the cells were recorded, current density- voltage (J-V) and the efficiency. The highest efficiency obtained from n- type polymer is 1.07%, while the highest efficiency of p- type polymer records 1.13%. Carbon nano tube was used in order to develop the efficiency of the cell. Four cells were built from n- type polymers that have higher electrical conductivity mixed with the carbon nano tube. The efficiencies were increased to reach 3.71%, 3.1%, 2.6%, 4.48%. It was noticed that the efficiency have been developed by four order from the original one. Aging effect was also studied for the developed cells. The measurements have been followed for two

months. The measurements were carried out every ten days. The results show that there are no aging effect on the efficiency of the cells.

**University of Mosul  
College of Science  
Physics Department**



# **Preparation and Efficiency Enhancement of Solar Cells Using Semiconducting Polymers**

**Haitham Ahmed Ayoob Abo**

**Ph.D.Thesis**

**Solid State of Physics**

**Supervised by**

**Prof. Dr**

**Laith Mohammed Al Taan**

**Prof. Dr**

**Asaad Faisal Khattab**

**1441 A.H.**

**2020 A.D.**