ملخص الرسالة

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم بدائل الطاقة الغير متجددة مثل الوقود الحفرى والنووى وذلك لتميزها بالنظافة والامان. وإرتفاع التكلفة الاقتصادية لتصنيع الخلايا الشمسية كان عائقا لإنتشار تطبيقات الطاقة الشمسية فى الحياة العملية ، مما دعا للبحث فى اتجاهين:-

الأول: تحضير الخلية الشمسية بإستخدام تقنيات رخيصة.

الثانى: رفع كفاءه التحويل الضوئية بتركيز ضوء الشمس الساقط على الخلايا باستخدام مجمعات شمسية وميضيه (Fluorescent solar collectors)

وتتميز هذه المجمعات عن غيرها (مثل العدسات والمرايا) بما يلى:-

- ❖ يمكن بواسطتها الحصول على درجة تركيز عالية للضوء دون تتبع دوران الشمس.
- ❖ الكفاءة العالية فى تجميع الضوء المتفرق (Diffused light) وبالتالى تكون كفاءة المجمع فى الايام التى تكثر فيها السحب نهارا قريبه من الأيام المشمسة.
- ❖ جميع المكونات المستخدمة لتصنيع المجمع منخفضة التكاليف.
- ❖ وهذه المجمعات لها تطبيقات عديدة فى مجالات مختلفة مثل الصوبات الزراعية ومصادر الإضاءة .

وتعتمد فكرة تشغيل هذه المجمعات على أنه عند سقوط الضوء على سطح لوح رقيق (من البلاستيك أو الزجاج) والذى يتميز بدرجة نفاذية عالية ومدمج معه صبغات وماضة (Fluorescent Dye) فإن جزئيات الصبغة تمتص جزءا من الإشعاع الشمسى وتحوله إلى إشعاع وميضى ، ونظرا لأن معامل إنكسار اللوح أكبر من معامل إنكسار الهواء ، فإن

معظم الضوء المنبعث سوف يحتجز داخل المجمع حيث ينتقل عن طريق تكرار ظاهرة الانعكاس الكلى الداخلى (Total Internal Reflection) على وجهى المجمع الداخليين إلى حواف المجمع حيث يكون فى إستقباله خلايا شمسية مثبتة عند هذه الحواف. والتركيز هنا يكون نتيجة لكبر مساحة السطح المعرض مقارنة بمساحة الحواف .

وقد تم تحضير المجمعات من بولمر (PMMA) مدمج معه صبغه البريلين الوماضه (Fluorescent Perylene Dye) وذلك بإستخدام أرخص طريقتين لتحضير البولمرات وهما:-

١-**البلمرة الحرارية (Thermal Polymerization)** للمونمر (MMA) لمدة ٧٢ ساعة فى حمام مائى درجة حرارته ٦٠ °م.

٢-**الصب من محلول البولمر والمذيب (Solvent-Casting)** وفيها يتم إذابة كل من البولمر والصبغة فى الكلوروفورم وصبها فى قوالب زجاجية وتركها لتجف.

ويهدف البحث إلى تتبع الخواص الفيزيائية للعينات المحضرة بالطريقتين عند تركيزات مختلفة من الصبغة وذلك للحصول على أفضل كفاءه ضوئية للمجمع.

وتنقسم الدراسة إلى أربعة أجزاء رئيسية :-

أولا: تمييز العينات (Sample Characterization)

أ- قياسات المسح الحرارى التفاضلى (Differential Scanning Calorimeter)

أوضحت نتائج التحليل الحرارى التفاضلى ان درجة التحول من الحالة الزجاجية إلى الحالة المطاطية (Glass- Rubber Transition Temperature) أعلى من تلك

المحضرة بالصب من محلول البولمر بحوالى ٥٠ مم ، كما تبين ظهور درجة الانتقال الطورى (T_s) فى العينات المحضرة بطريقة الصب ، وذلك نتيجة احتباس جزئيات الكلوروفورم بين سلاسل البولمر .

ب- طيف الأشعة تحت الحمراء "FT-IR Spectroscopy "

تم دراسة نفاذية طيف الأشعة تحت الحمراء للعينات المحضرة بالطريقتين وتبين الآتى:-

- عدم تغير التردد الخاص بمجموعات (C = C aromatic) الخاصة بالبريلين وبالتالى عدم حدوث تفاعل بين البولمر والصبغة .
- الترددات الخاصة بمجموعات السلسلة الرئيسية فى العينات المحضرة حراريا اقل منها فى العينات المحضرة بالصب بحوالى النصف
- بتعرض العينات لضوء الزينون (Xenon Arc Lamp) لوحظ إختفاء الروابط C=O الخاصة بالبولمر و C = C الخاص بالصبغة وذلك لأن طاقة الأشعة فوق البنفسجية قصيرة الطول الموجى اعلى من طاقة تفكك هذه الروابط.

ثانيا:التوصيل الكهربى (Electrical Conduction)

تم دراسة تأثير طريقة التحضير وتركيز الصبغة على كل من الموصلية الكهربية للتيار المستمر (σ_{dc}) فى مدى درجات الحرارة (٣٠٣-٤٣٣) كلفن والموصلية الكهربية للتيار المتردد (σ_{ac}) فى مدى التردد(10^{3} - 5×10^{6}) هيرتز وتبين من هذه القياسات:-

- زيادة الموصلية الكهربية بزيادة نسبة البريلين فى العينات المحضرة بصب المحلول على عكس العينات المحضرة حراريا.

❖ تزداد الموصلية الكهربية بزيادة درجة الحرارة قبل T_g وتقل بعدها.

أوضحت النتائج تغير الموصلية σ_{ac} مع التردد طبقا للعلاقة $\sigma_{ac}=A\omega^s$ ووجد ان قيمة الاس s تزداد مع زيادة درجة حرارة العينات قبل T_g ويقل بزيادة درجة حرارة العينات بعدها. من علاقة s مع درجة الحرارة تم اقتراح ميكانيكية التوصيل طبقا لنموذجي التوصيل التاليين:-

❖ نموذج الكم النفقى (Quantum Mechanical Tunneling Model)

❖ نموذج القفز عبر حواجز الجهد (Correlated Barrier Hopping)

وعليه تكون السيادة فى التوصيل للنموذج الاول عند درجات حرارة أقل من T_g والنموذج الثانى عند درجات حرارة أعلى منها.

ثالثا:- خواص العزل الكهربى (Dielectric Properties)

تم دراسة خواص العزل الكهربى لجميع العينات المحضرة فى مدى التردد(10^{-3}-5×10^{6}) هيرتز عند درجات حرارة تبدأ من درجة حرارة الغرفة إلى ٤٣٣ كلفن.وأظهر سلوك هذه الخواص مع التردد ودرجات الحرارة ، الطبيعة القطبية والأمورفيه للعينات،كما تبين من علاقة ε'',tan δ مع التردد عند درجات حرارة مختلفة وجود نوعين من ثنائيات القطب فى العينات ،الاول يؤثر عند ترددات منخفضة نسبيا ويقع فى السلسلة الرئيسية (main chain segment) والثانى يظهر تأثيره عند الترددات العالية وهو المجموعة الفرعية (ester side group). تم حساب زمن الإسترخاء لحركة ثنائيات القطب حيث أظهرت الحسابات تناقصه مع درجة الحرارة تابعا لداله أسية.

رابعا:-الخواص الضوئية (Optical Properties)

١- قياسات فجوة الطاقة (Optical Energy Gap)

وفية تم دراسة طيف الامتصاص للعينات المحضرة فى مدى من الطول الموجي (٢٠٠-٩٠٠) نانومتر كما تم حساب معامل الامتصاص (α) أوضحت علاقة معامل الامتصاص (α) وطاقة الفوتون ($E = h\nu$) للضوء الساقط أن أسلوب الانتقال الإلكترونى السائد هو الإنتقال المباشر (Direct Transition) وذلك لجميع العينات المحضرة.

وبتعيين قيمة الفجوة الطاقية E_g (Optical Energy Gap) أوضحت بعض التغيرات والتي يمكن تلخيصها فى الآتى:-

- ❖ زيادة E_g للعينات المحضرة بالصب عن المحضرة حراريا.
- ❖ تناقص E_g لجميع العينات بعد تعريضها مباشرة لضوء الزينون و بعد تركها فى الظلام(Dark Aging) تعود لقيمتها الأصلية (للعينات النقية فقط) .
- ❖ عدم تغير E_g للعينات النقية المحضرة بالطريقتين بعد تعرضها لضوء الشمس ثمانية أشهر (صيف ٢٠٠٠- شتاء ٢٠٠١م).
- ❖ عدم تغير E_g للعينات المطعمة بالصبغة والمحضرة بطريقة الصب مع إختفاء القمة الخاصة بالصبغة من طيف الامتصاص بعد تعرضها لضوء الشمس لمدة أسبوعين.

٢- الثبات الضوئى (photostatbitity)

عدم الثبات الضوئى من أهم العوامل التى تقلل من عمر المجمع الوميضى وعليه تم إختبار الثبات الضوئى للعينات على مدى ثمانية أشهر (صيف ٢٠٠٠- شتاء ٢٠٠١م) ، حيث لوحظ إختفاء طيف الإمتصاص الخاص بالصبغة بعد أسبوعين من التعرض لضوء الشمس للعينات

المحضرة بالصب وتناقصها الطفيف مع إزاحتها فى اتجاه اللون الأحمـــر(Red Shifted) للعينات المحضرة حراريا كما اتضح من علاقة الترابط الخطى بين النسبة المئويـــة للتكســير الضوئي (Photodegradation) وزمن تعرض العينات المحضرة حراريا لضوء الشـــمس أنها تتبع داله أسية وان معدل تكسير الصبغة يســاوى ٦×١٠$^{-٨}$ و ٢,٢×١٠$^{-٨}$ ث$^{-١}$ حتـى ١٠ أسابيع و ٣٢ أسبوع على الترتيب .

٣-الانبعاث الوميضى (Fluorescence Spectroscopy)

تم دراسة طيف الإنبعاث الوميضى Fluorescence Spectra للعينات المحضـــرة حراريـا وحساب كل من إتساع تداخل طيفى الإنبعـــاث والإمتصـــاص ($\Delta\lambda_s$ Stokes Shift و (ϕ_f Fluorescence Quantum Yield) والتى يمكن تلخيصها فى الآتى:-

- تناقص كل من ϕ_f , $\Delta\lambda_s$ بزيادة تركيز الصبغة.
- تناقص كل من ϕ_f , $\Delta\lambda_s$ بتعرض العينات للضوء المباشر للشمس لمدة فصـــل كـــامل (صيف ٢٠٠٠).

وبناء عليه تم إختيار أفضل ثلاثـــة تركـيزات للصبغـــة (Optimum Concentration) ودمجها مع البولمر بطريقة البلمرة الحرارية لتحضير المجمعات الشمسية الوميضية FSCs

٤- الكفاءة الضوئية للمجمع (Optical Efficiency)

تمت الدراسة على ثلاثة نماذج لمجمعات محضرة حراريا من بولمر PMMA مدمج معـــه صبغة البريلين بالتركيزات المشار إليها فى الجزء السابق لمدة فصل كامل (صيـــف ٢٠٠٠) وقياس طاقة الخرج فى أوضاع مختلفة على مدار يوم شمسى كامل بدءا من شروق الشـــمس حتى الغروب ، وقد أختير يوم ٢١، من كل شهر كيوم مرجعى لهذه القياسات.

وأوضحت الدراسة أن طاقة الخرج تقل بزيادة تركيز الصبغة ، كما ان تأثير زاوية الميـــل ، (Tilt Angle) ودوران المجمع للتتبع الشمس (Sun Tracking) ليست له أهميـــة إذا مـــا قورن بالخلايا الشمسية والانواع الأخرى من المجمعات مما يســـاهم فـــى خفـــض التكلفـــة الاقتصادية الناجمة عن أنظمة التتبع الشمسي. كما أوضحـــت الدراســـة أن كفـــاءة التحويـــل الضوئية (Optical Efficiency) للمجمعات الثلاثة يمكن تلخيصها فيما يلى:-

- ❖ الوضع الأفقي هو أفضل الأوضاع من حيث التكلفة الاقتصادية مقارنة بالوضع التتبعي.
- ❖ كفاءة المجمع الضوئية تزداد صباحا ومساء وتقل عند ساعات الظهيرة وذلـــك لارتفـــاع درجة حرارة المجمع والتناقص النسبى للضوء المتفرق (Diffused Light).
- ❖ تقل الكفاءة الضوئية بزيادة تركيز الصبغة فى المجمع.

و تخلص الدراسة إلى أنه يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية كمصدر متجدد لما تتمتـــع بـــه بلادنا من كمية الطاقة الشمسية الساقطة عليها حيث يبلغ متوسطها على مـــدار العـــام فـــي منطقة الصحراء الغربية على المتر المربع الواحد يوميا حوالي ٧ كيلووات/ساعة وهي مـــن أعلى كمية للطاقة الشمسية في العالم.

عنوان الرسالة : " تحضير ودراسة خواص مجمع شمسى وميضى"

الباحثـــــــة : سماح محمد البشير عبد العزيز

لجنـــــة الإشراف

م	الإســـــــــم	الوظيفـــــة	التوقيـــــع
١	أ.د/ محمود همام إبراهيم	أستاذ ورئيس قسم الفيزياء كلية علوم -حلوان	
٢	أ.د/ مبروك كامل رمضان المنسى	أستاذ فيزياء الجوامد كلية علوم- بنها	
٣	د/ أسماء فهيم منصور	أستاذ الفيزياء المساعد كلية علوم -الزقازيق	
٤	د/ مرفت جمال الشعراوى	أستاذ الفيزياء المساعد كلية علوم -بنها	