Summary in Arabic

ملـــخص الرســـالـــة

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم بدائل الطاقة الغير متجددة مثل الوقود الحفرى والنووى وذلك لتميزها بالنظافة والأمان كما لها أثر كبيرفى معالجة مشكلة تلوث البيئه. و كان ارتفاع التكلفة الاقتصادية لتصنيع الخلايا الشمسيه (PV Cells) عائقا كبير الأثر فى عدم انتشار تطبيقات الطاقه الشمسيه مما دعانا للبحث فى اتجاه رفع كفاءة التحويل للطاقه الشمسيه باستخدام المجمعات الشمسيه الوماضه (Fluorescent Solar Concentrators).

وتعتمد فكرة المجمعات الشمسيه الوماضه على أنه عند سقوط ضوء الشمس على سطح لوح رقيق (من البلاستيك أو الزجاج) والذى يتميز بدرجة نفاذية عالية للضوء المرئى والمدمج معه أصباغ وماضة (Fluorescent Dyes) فإن جزئيات الصبغة تمتص جزءا من الطيف الشمسى وتحوله إلى طيف وميضى ونظرا لأن معامل إنكسار اللوح أكبر من معامل إنكسار الهواء ، فإن معظم الضوء المنبعث سوف يحتجز داخل المجمع و 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. و هنا يتركزضوء الشمس نتيجة لكبر مساحة السطح المعرض مقارنة بمساحة الحواف .

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

١) يمكن بواسطتها الحصول على درجة تركيز عالية للضوء دون تتبع دوران الشمس.
٢) لها كفاءة عالية فى تجميع الضوء المتفرق (Diffused Light) وبالتالى تكون كفاءة المجمع فى الايام التى تكثر فيها السحب نهارا قريبه من تلك التى فى الأيام المشمسة.
٣) جميع المكونات المستخدمة لتصنيع هذه المجمعات منخفضة التكاليف الاقتصاديه.
٤) تعمل على حماية الخلايا الشمسيه من الأتربه والحراره و العوامل الجويه الأخرى.
٥) لها تطبيقات عديدة فى مجالات مختلفة مثل الصوبات الزراعية ومصادر الإضاءة .

و يعتبر تطويركفاءه التحويل الضوئى (Optical Efficiency, η_{opt}) للمجمعات الشمسيه الوماضه من الموضوعات التى أثارت اهتمام الكثير من الباحثين لما لها من أهميه

كبيره فى مجال التطبيق العملى و ذلك بواسطة التغلب على العديد من المشاكل الرئيسيه التى تعوق زيادة كفاءة التحويل الضوئى وهى كما يلى:

١) انخفاض كفاءة الامتصاص (Absorption Efficiency, η_{abs}) للطيف الشمسى نظرا لصغر تركيزات الصبغه المدمجه مع مادة المجمع.
٢) عدم الثبات الضوئى للأصباغ العضويه الوماضه (Organic Fluorescent Dyes) والذى يقلل بدوره من العمر الافتراضى للمجمع.
٣) إضمحلال كفاءه الوميض الفلوريسينى (Fluorescence Quantum Efficiency, η_F) و يحدث ذلك عندا ستخدام تركيزات عاليه للصبغه نتيجه تكون تجمعات ثنائيه لجزيئات الصبغه فى الحاله المثاره (Excited State Dimers) والتى لها خواص وميضيه ضعيفه كما تعمل على زيادة الامتصاص الذاتى للضوء الفلوريسينى (Self-absorption) بواسطة جزيئات الصبغه المجاوره.
٤) فقد قدر كبير من الضوء الفلوريسينى من سطحى المجمع العلوى والسفلى عبر المخروطات الحرجه (Critical Cones) والتى تعتمد على معامل انكسار مادة المجمع وتؤثر على كفاءة الاحتجاز للفوتونات الساقطه (Trapping Efficiency, η_{trap}).

وللتغلب على الصعوبات السابقه يهدف البحث إلى رفع كفاءة التحويل الضوئى للمجمعات الشمسيه الوماضه وذلك بدراسة العمليات الضوئيه الفيزيائيه والانتقالات الضوئيه عبر فجوة الطاقه (Interband Transitions) و اختبار الثبات الضوئى والحرارى لعينات من الأغشيه السميكه (Thick-Films) يتراوح سمكها من ٠,٥ إلى ١,٥ ميكرون محضره لهذا الغرض و فيما يلى التقنيات المستخدمه لتشخيص العينات المحضره:

١) الميكروسكوب الالكترونى النافذ (Transmission Electron Microscope TEM).
٢) حيود الأشعه السينيه (X-ray Diffraction XRD).
٣) طيف نفاذية الأشعه تحت الحمراء (FT-IR Transmission Spectra) فى المدى من ٤٠٠ إلى ٤٠٠٠ سم$^{-1}$.
٤) طيف الامتصاص الضوئى (Optical Absorption Spectra) فى مدى الأطوال

الموجيه من ١٩٠ إلى ١١٠٠ نانومتر.

٥) طيف النفاذيه الضوئيه (Transmission Spectra) فى مدى الأطوال الموجيه من ١٩٠ إلى ١١٠٠ نانومتر.

٦) طيف الانعكاسيه (Reflection Spectra) فى مدى الأطوال الموجيه من ٣٠٠ إلى ١١٠٠ نانومتر.

٧) طيف الوميض الفلوريسينى (Fluorescence Spectra) فى مدى الأطوال الموجيه من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ نانومتر.

٨) طيف الوميض الفلوريسينى المستقطب (Polarized Fluorescence Spectra).

٩) اختبار الثبات الضوئى لطيفى الامتصاص والوميض (Indoor Photostability Test)

١٠)اختبار الثبات الحرارى لطيفى الامتصاص والوميض فى مدى درجات الحراره من ٢٧٣ إلى ٣٥٣ كلفن.

و تنقسم العينات المحضره إلى ثلاثة مجموعات رئيسيه:-

أولا: أغشيه سميكه وماضه محضره من بوليمر بولى ميثيل ميثاكريلات الشهيرتجاريا باسم الأكريليك (Polymethylmethacrylate, PMMA) و المدمج معه صبغة ليزرعضويه وماضه (MACROLEX Fluorescent Red G) بتركيزات مختلفه تقع فى مدى من١٠إلى١٠٠ جزء/ مليون. و أظهرت هذه الدراسه زيادة كفاءة الامتصاص بزيادة تركيز الصبغه فى الأكريليك. من ناحيه أخرى أظهرت زيادة التركيز تأثيرا سلبيا على كفاءة الوميض الفلوريسينى (٢٣,٢ %) وأيضا كفاءه التحويل الضوئى التى انخفضت إلى ٤,٤٣ %.

ثانيا: أغشيه سميكه شفافه محضره من مهجنات الأكريليك و جزيئات السيليكا ذات قطر حوالى ٧ نانومتر(Hydrophilic SiO_2 Nanoparticles) بتركيزات مختلفه فى مدى من ٠,١ % إلى ٠,٥%. وأثبتت الدراسه تحسن نفاذية هذه المهجنات للأشعة فوق البنفسجيه و معامل الانكسار مقارنة بالأكريليك. وقد تم اختيار العينه المهجنه التى تحتوى على تركيز ٠,١% كعينه مثلى لحمل الأصباغ فى المجمعات الشمسيه الوميضيه لما تتمتع به من نفاذيه عاليه للضوء فوق البنفسجى (٩٢ %) وكفاءة احتجاز لنسبة ٧٥,٤ % للفوتونات الساقطه.

ثالثا: أغشيه سميكه مهجنه وماضه (Fluorescent Hybrid Thick Films) محضره بدمج صبغه (MACROLEX Fluorescent Red G) مع العينه المثلى المشار إليها فى الجزء السابق. و تم تحميل هذه العينه بتركيزات عاليه من الصبغه تتراوح من ٥٠ إلى ٢٠٠ جزء/ مليون. و كان لهذه الأفلام المهجنه عظيم الأثرفى زيادة كفاءة الامتصاص دون حدوث تأثير سلبى على كفاءة الوميض الفلوريسينى وكفاءه التحويل الضوئى. كما تم تقليل احتمالية حدوث التجمعات الثنائية لجزيئات الصبغه (Excited State Dimers) حيث أظهرت قياسات الوميض الفلوريسينى حدوثها عند تركيز ٢٠٠ جزء/ مليون والذى يمثل ضعف تركيز حدوثها فى الأكريليك. بالاضافه إلى ذلك هذه المجمعات لها القدره النسبيه على الحد من التفاعلات التى تحدث بين جزيئات الصبغه والشوائب الناتجه عن التكسير الضوئى و بالتالى تعمل على زيادة الثبات الضوئى للمجمعات. وتم اختيار العينه المهجنه التى تحتوى على ١٥٠ جزء/ مليون من الصبغه كعينه مثلى لتطبيقات المجمعات الشمسيه الوماضه حيث أنها تتمتع بأعلى كفاءة تحويل (Conversion Efficiency, η_{conv}) تصل إلى ٣٥,١٧ % بالاضافه إلى تميزها بالثبات الضوئى والحرارى.

و نتيجه لما سبق تم اقتراح بعض التطبيقات فى مجال تحويل الطاقه الشمسيه:

التطبيق الأول: تم دراسة إمكانية استخدام الأغشيه السميكه المحضره كأغطيه للصوبات الزراعيه و ذلك بتحويل كل من الطيف الأخضر والأصفر الذى لا يستفيد به النبات إلى ضوء أحمر فى مدى امتصاص الكلوروفيل (٦٥٠-٦٨٠ نانومتر). و أظهرت هذه الدراسه أن هذه الأفلام تعمل على انفاذ الضوء الأحمر بنسبه عاليه تفوق ١٠٠ % مما يسمح بارتفاع مستوى الاضاءه فى الصوبات الزراعيه بالاضافه إلى تجميع الضوء المتفرق فى أيام الغيوم و فترة الليل و بالتالى زيادة شدة الإضاءه اللازمه لعملية التمثيل الضوئى. هذا التطبيق له أهميه كبيره كوسيله بديله للمواد الكيميائيه (مثبطات النمو) التى تستخدم للتحكم فى الاستطاله الزائده الغير مرغوب فيها لسوق النباتات و التى تنتج فى الزراعات الحديثه المكثفه داخل الصوب كنتيجه للانخفاض النسبى فى شدة الاضاءه داخل الصوبات الزراعيه خاصة فى فصل الشتاء.

التطبيق الثانى: تم تصميم عدد ١٣نموذج لمجمعات شمسيه وماضه من العينه المهجنه المثلى والتى تحتوى على تركيز ١٥٠ جزء/ مليون من الصبغه بمساحة ٢٠ ×١×٠,٣ سم^{٣}. كما تم

تشكيل هذه الألواح حراريا وثنيها من المنتصف بزوايا إنحناء (Bending Angle, β) تقع فى المدى من ٢٠° إلى ١٨٠°. تم اختبار هذه النماذج فى ضوء الشمس الطبيعى لمدة فصل كامل (صيف ٢٠٠٣) و قياس تيار الخرج على مدار يوم شمسى كامل بدءا من شروق الشمس حتى الغروب و قد أختير يوم ٢١ من كل شهر كيوم مرجعى. و قد أظهر هذا التصميم إضافه جديده لرفع كفاءة التحويل الضوئى إلى حوالى ٤٥ % للمجمع الذى له زاوية إنحناء ١٤٨,٣°. ووجد أن زاوية الانحناء المثلى تعتمد على دائرة عرض المكان الذى يتم فيه استخدام المجمع. كما ساعد هذا الشكل الهندسى على زيادة حماية الخلايا الشمسيه من العوامل الجويه بالاضافه إلى التقليل من مساحه الأسطح التى تشغلها.

و تخلص الدراسة إلى أنه يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية كمصدر متجدد للطاقه لما تتمتع به بلادنا من كمية الطاقة الشمسية الساقطة عليها حيث يبلغ متوسطها على مدار العام في منطقة الصحراء الغربية على المتر المربع الواحد يوميا حوالي ٧ كيلووات/ ساعة وهي أعلى دخل للطاقة الشمسية في العالم.