

اثر الحرارة والأشعة فوق البنفسجية على المواد المغلفة لمسطحات الخلايا الشمسية وتأثيرها على الخصائص الكهربائية للمسطحات*

م. محمد موسى* د. ابراهيم صالح**

مقدمة

يتم تصنيع المسطحات الشمسية عن طريق ربط مجموعة من الخلايا الشمسية على التوالي أو التوازي أو الاثنين معا وذلك للحصول على التيار أو الجهد المطلوب لمواجهة متطلبات الأحمال ويتم تغليف الخلايا الشمسية بمواد مصنوعة من البوليمرات ومن خواص تلك المواد أنها شفافة وتسمح بنفاذ الإشعاع الشمسي لكي يصل إلى الخلايا الشمسية. وتستخدم تلك المواد لحماية الخلايا الشمسية من تأثير العوامل المناخية الخارجية، كما تستخدم تلك المواد لحماية الخلايا الشمسية من دوائر القصر. وفي حين تعتبر تلك المواد ضرورية في بناء المسطح الشمسي فإنها تعتبر من المواد التي قد تشكل عنصرا سلبيا على أدائه، حيث لوحظ أن هذه المواد تتأثر سلبيا بالعوامل المناخية المحيطة بها. ولقد لوحظ حدوث تلون بدرجات مختلفة في تلك المواد في العديد من المنظومات التي مضت على استخدامها فترة طويلة، كما دلت القياسات التي أجريت على تلك المنظومات على انخفاض في الكفاءة والقدرة المولدة من تلك المنظومات.[1]

التجاري وهما (إيثينيل فيل اسيتايت (EVA) والابوكسي (Epoxy)) والمجموعة الثانية تحتوي بالإضافة إلى ذلك على خلايا شمسية مختلفة التقنيات والمساحات والمواد المخفضة للانعكاس. ولقد تم اختبار تلك العينات تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية ودرجات حرارة مختلفة في غرفة خاصة معدة لهذا الغرض لفترات زمنية معينة ولقد تم قياس الخصائص الضوئية والخصائص الكهربائية للعينات التي تم اختبارها تحت الظروف القياسية. جدول رقم (1) يبين الخواص الفيزيائية لعينات المجموعة الأولى ويبين الجدول رقم (2) الخصائص الفيزيائية لعينات

وتشير نتائج الدراسات الحديثة إلى فاعلية استخدام ولدراسة تأثير بعض العوامل المناخية على المواد المغلفة لمسطحات الخلايا الشمسية وأثرها على معاملات المسطحات الشمسية وخصوصا القدرة والكفاءة فلن ذلك يتطلب مراقبة ودراسة أداء تلك المسطحات لفترات زمنية طويلة ولهذا السبب فان قياسات معملية معجلة تم إجراؤها للتعرف على تلك التأثيرات وأثرها على أداء المسطحات.

التجارب والقياسات المعملية:

تم تصنيع مجموعتين من العينات المجموعة الأولى تحتوي على مادتي التغليف المستخدمين على المستوى

* مركز دراسات الطاقة الشمسية ** كلية الهندسة جامعة الفاتح

جدول رقم (1) الخواص الفيزيائية لعينات المجموعة الأولى

العينة	المادة المغلفة	أبعاد العينة (سم)	نوع الاختبار	مدة الاختبار
Glass			UV+125 °C	18 يوم
E ₁	EVA	10x10x0.62	UV+80 °C	26 يوم
E ₂	EVA	10x10x0.62	UV+125 °C	16 يوم
P ₁	Epoxy	10x10x0.82	UV+80 °C	26 يوم
P ₂	Epoxy	10x10x0.82	UV+125 °C	16 يوم

حرارة 80 درجة مئوية، وتم قياس نفاذية الضوء لهاتين العينتين قبل وبعد الاختبار وبين الشكل رقم 1 العلاقة بين نسبة التغير في النفاذية والأطوال الموجية للضوء حيث يلاحظ تناقص نفاذية الضوء ذي الأطوال الموجية في المدى المنظور، كما يلاحظ أن

قبل وبعد الاختبارات مقسوما على القراءات قبل الاختبار ويضرب الناتج في 100 وذلك لتحديد نسبة التغير في النفاذية منسوبا إلى القراءات التي قبل الاختبارات. ولقد تم رسم نسبة التغير في النفاذية كدالة في الطول الموجي.

جدول رقم (2) المواصفات والخصائص الفيزيائية للعينات التي تحتوي على خلايا شمسية

نوع الاختبار	رقم العينة	مانع الانعكاس	المادة المغلفة	نوع الخلية الشمسية	مساحة الخلية (سم ²)	مدة الاختبار
UV 50 °C	54	TiO ₂	Epoxy	Mono.	98	19 يوم
	9	TiO ₂	Epoxy	Multi.	156	19 يوم
UV 80 °C	11	TiO ₂	EVA	Mono.	98	21 يوم
	53	TiO ₂	Epoxy	Mono.	95	21 يوم
	8	SiN	Epoxy	Multi.	100	21 يوم
UV 125 °C	21	TiO ₂	EVA	Mono.	106	28 يوم
	3	TiO ₂	EVA	Multi.	100	28 يوم
	101	SiN	EVA	Multi.	98	18 يوم
	52	TiO ₂	Epoxy	Mono.	98	29 يوم

مادة (Epoxy) كانت أكثر تأثرا بهذا الاختبار من مادة (EVA) حيث بلغت نسبة التناقص بها 10% في حين كانت نسبة التناقص بالعينة الثانية حوالي 5%.

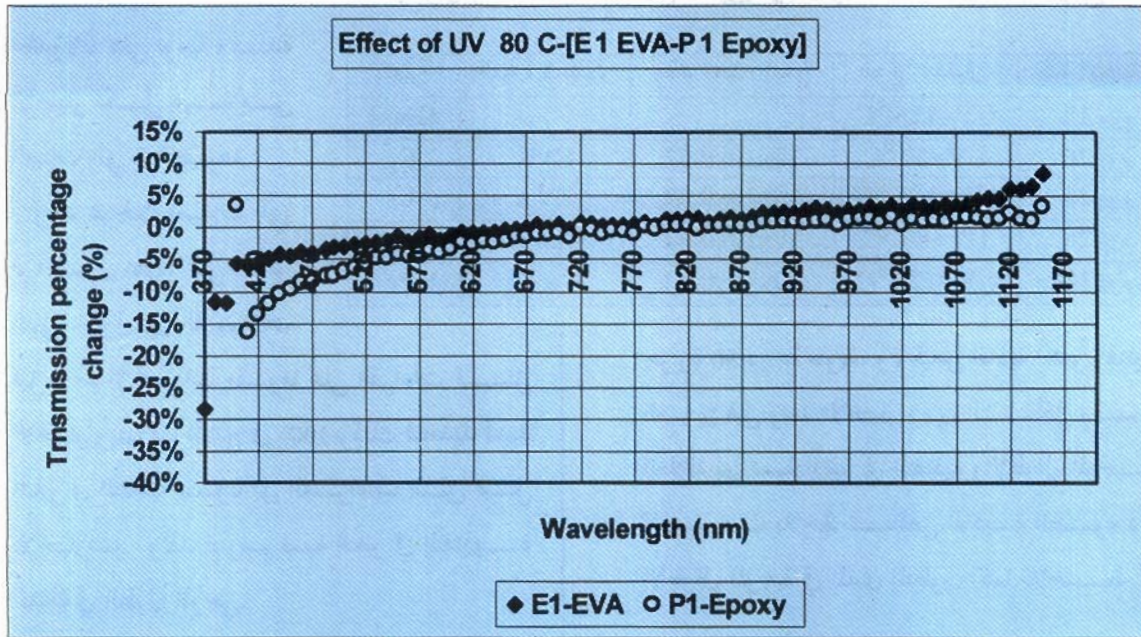
2.1 - أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 125 درجة مئوية

ثلاث عينات (Glass, E₂-EVA, P₂-Epoxy) تم

1- أثر نوعية الاختبار على نوع المواد المغلفة:

1.1 - أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية

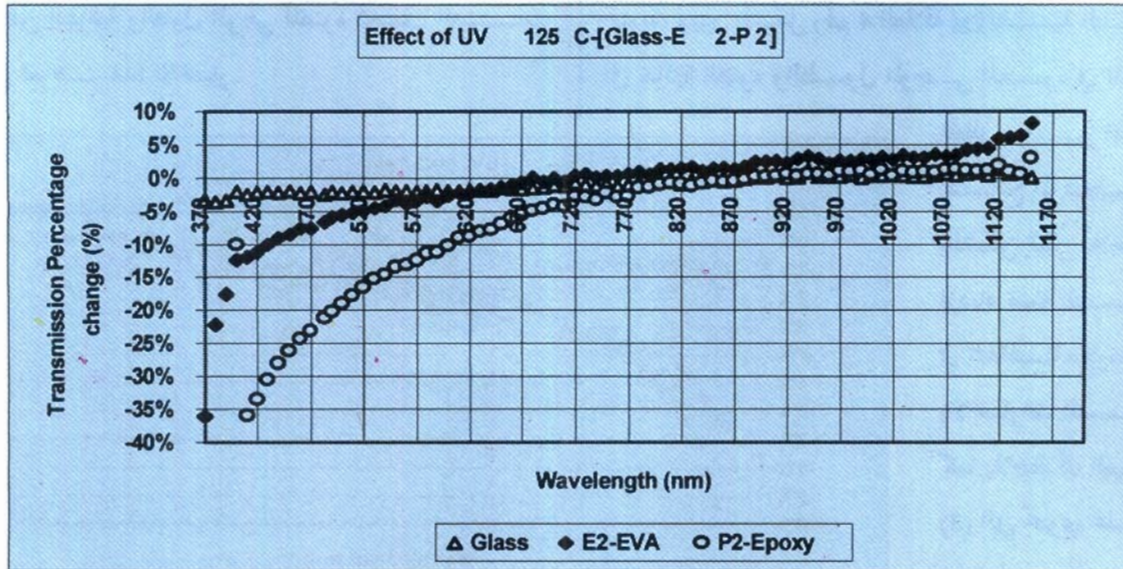
في هذا الاختبار تم تعريض العينات (E1-EVA and P1-Epoxy) للأشعة فوق البنفسجية عند درجة



شكل (1) تأثير الأشعة فوق البنفسجية على نسبة التغير في النفاذية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية على المواد المغلفة

- التغير في الخصائص الضوئية كان سلبيا حيث تقلصت نفاذية الضوء في مدى الموجات الضوئية القصيرة في حين أن التأثير لا يكاد يذكر في مدى الموجات الضوئية الطويلة.
- يلاحظ أن مادة (Epoxy) كانت الأكثر تأثرا بالمقارنة بمادة (EVA) وهذا يدل على أن مادة (EVA) أكثر مقاومة لظروف الاختبارات.
- نسبة التناقص في نفاذية الضوء متغيرة حسب نوع الاختبار حيث يلاحظ أن ازدياد درجة الحرارة بوجود الأشعة فوق البنفسجية كان تأثيرها الأكبر على العينات.
- لوحظ تلون يميل إلى الاصفرار في عينات (EVA) وتزيد نسبة التلون بزيادة درجة الحرارة، في حين يلاحظ أن التلون أصبح يميل إلى البني في عينات (Epoxy).

- اختبارها تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 125 درجة مئوية، وتم إجراء نفس القياسات السابق ذكرها، وبين الشكل رقم 2 العلاقة بين نسبة التناقص في نفاذية الضوء والأطوال الموجية للضوء لجميع العينات التي أخضعت لهذا الاختبار. ومن خلال الشكل يتضح أن العينة التي تحتوي على مادة (Epoxy) كانت الأكثر تأثرا بالمقارنة بالعينات الأخرى حيث بلغت نسبة التناقص في نفاذية الضوء حوالي 40% في حين وصلت نسبة التناقص في مادة (EVA) حوالي 10%، في حين أنه لم يلاحظ أي تأثير على عينة الزجاج.
- ومن خلال الاختبارين السابقين تم استخلاص الملاحظات التالية:
- كل العينات التي تم اختبارها تأثرت خصائصها الضوئية نتيجة لتأثير الاختبارات التي أجريت عليها باستثناء عينة الزجاج.



شكل (2) تأثير الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية على المواد المغلفة

1.2 - أثر نوعية الاختبار على نفاذية المواد المغلفة التي تحتوي على خلايا شمسية

1.1.2 - أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 50 درجة مئوية

العينات (9) و(54) تم تعريضها لاختبار الأشعة فوق البنفسجية تحت درجة حرارة 50 درجة مئوية، وتم قياس نفاذية الضوء لهذه العينات قبل وبعد الاختبارات. لم تتم مشاهدة أي تلون على المواد المغلفة لهذه العينات نتيجة لهذا الاختبار. نسبة التغير في النفاذية لم تتعدى ($\pm 1.5\%$).

2.1.2 - أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية

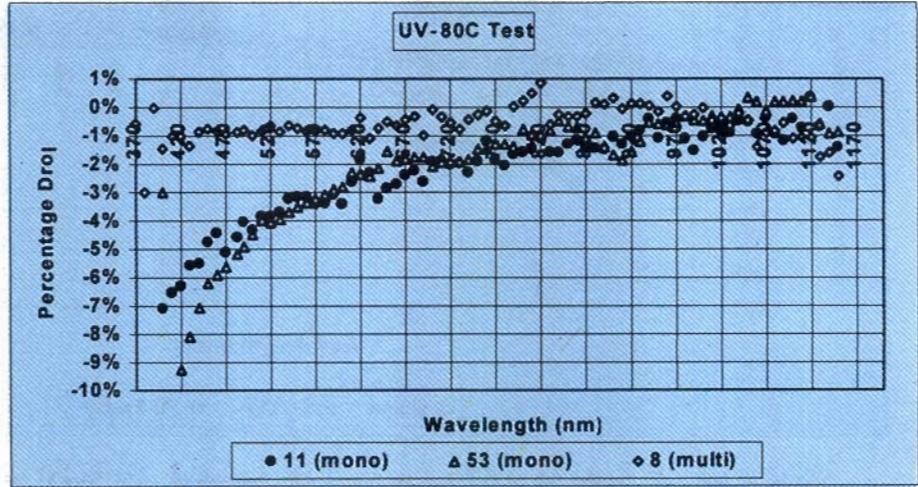
في هذا الاختبار تم تعريض العينات (11، 53، 8) إلى الأشعة فوق البنفسجية تحت درجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة 21 يوما. وبين الشكل رقم 3 العلاقة بين نسبة

2- أثر نوعية الاختبار على نوع المواد المغلفة التي تحتوي على خلايا شمسية:

تحتوي المجموعة الثانية على عدد 9 عينات تحتوي على خلايا شمسية (أحادية التبلر-متعددة التبلر) مختلفة المواصفات، كما تحتوي العينات على مادتي التغليف اللتين سبق التعرض لهما. وبين الجدول رقم 2 أهم المواصفات لهذه العينات.

ولقد تم تقسيم هذه العينات إلى ثلاث مجموعات (2-3-4) تم اختبارها تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية عند درجات حرارة مختلفة (50-80-125) درجة مئوية على الترتيب وذلك حسب المدد الزمنية المبينة في الجدول رقم 2. ولقد تم قياس الخصائص الكهربائية (جهد الدائرة المفتوحة - تيار دائرة القصر - نقطة أقصى قدرة - الكفاءة - معامل الملء) والضوئية لهذه العينات قبل وبعد الاختبارات.

تناقص النفاذية والطول الموجي للضوء لمختلف العينات التي تعرضت لهذا الاختبار.



شكل (3) تأثير الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية على المواد المغلفة التي تحتوي على خلايا شمسية

منوية، وبين الشكل رقم 4 العلاقة بين نسبة التناقص في نفاذية الضوء والطول الموجي للضوء في المدى المنظور. ومن خلال

النتائج الموضحة

بالشكل يمكن ملاحظة

ازدياد نسبة التناقص

في النفاذية مقارنة

بالاختبارات السابقة،

كما يلاحظ أن العينة

(3) التي تحتوي على

خلية شمسية متعددة

التبلر بها أكبر نسبة

تناقص في النفاذية

بالمقارنة مع العينة (21)

(التي تحتوي على خلية شمسية أحادية التبلر وذلك لنفس مادة التغليف (EVA). ومن خلال تفحص العينات بعد فترة الاختبارات لوحظ حدوث تلون بالمواد المغلفة يميل إلى الاصفرار وذلك على سطح الخلية الشمسية والمنطقة التي حولها وبدأ تركيز اللون في التناقص في اتجاه الحواف الخارجية للعينة. كما تمت ملاحظة حدوث تشققات في الزجاج العادي المغلف للعينة (101) وظهور لون ابيض حول تلك الشقوق وذلك ناتج من دخول الأكسجين إلى المادة المغلفة.

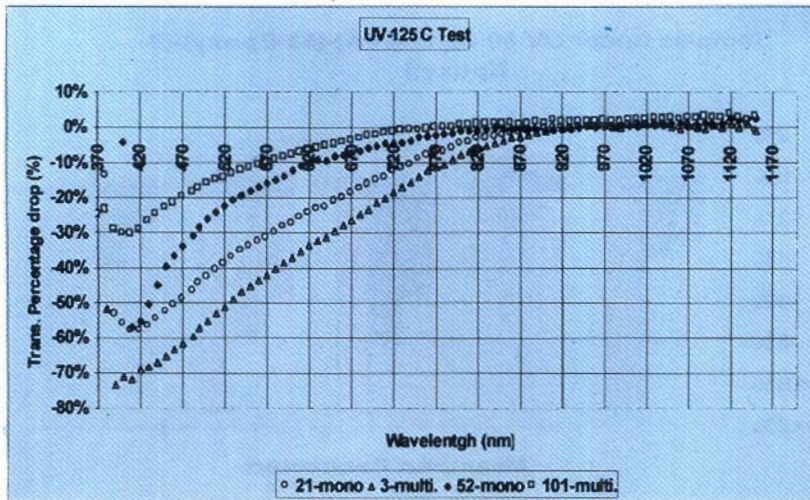
2.2 - اثر نوعية الاختبار على معاملات مميزة التيار- الجهد للعينات التي تحتوي على خلايا شمسية

لقد سبق وأن تعرضنا لتأثير الاختبارات على الخصائص الضوئية للعينات وفي هذا الجزء سنقوم باستعراض اثر

وضح الشكل السابق أن احتواء مواد التغليف المختلفة على خلايا شمسية أحادية التبلر (EVA-11) و (EVA-53) Epoxy) ساهم بشكل أكبر في تناقص نسبة النفاذية للضوء في المدى المنظور، كما يلاحظ أن نسبة تناقص النفاذية في مادة (Epoxy) أكبر منها في مادة (EVA). كما يلاحظ أن نسبة تناقص النفاذية قد ازدادت بالمقارنة مع الاختبار السابق وبينت الصور الفوتوغرافية للعينات ظهور تأثيرات على المواد المغلفة وذلك على شكل نتؤات على حواف العينة وفوق بعض أجزاء الخلية الشمسية. هذا التناقص في النفاذية يدل على مدى تأثير المواد المغلفة بالأشعة فوق البنفسجية ودرجات الحرارة.

3.1.2 - اثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 125 درجة مئوية

أربع عينات (21، 3، 52، 101) تم اختبارها تحت الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 125 درجة

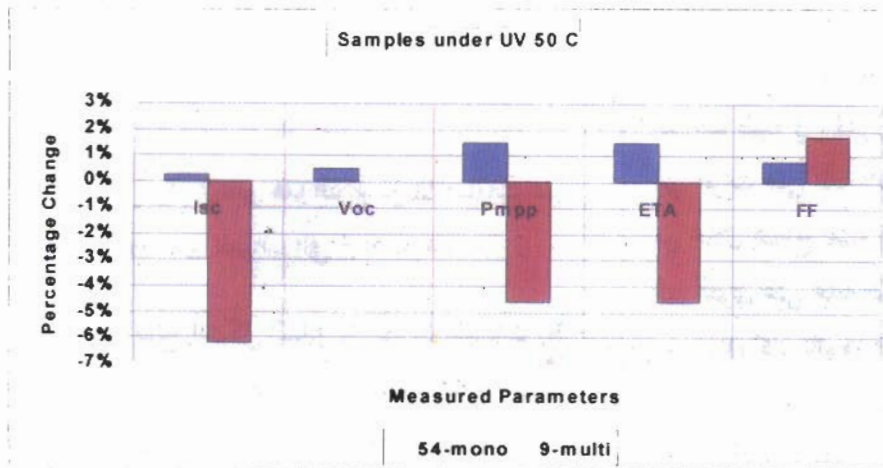


شكل (4) تأثير الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 125 درجة مئوية على المواد المغلفة التي تحتوي على خلايا شمسية

الشكل رقم 6 يبين التغيرات السلبية التي طرأت على المعاملات الأساسية للعينات التي خضعت لهذا الاختبار. وبمقارنة نتائج العينات (11-53) التي تحتوي نفس النوع من الخلايا الشمسية (أحادية البلورة) وتختلف في نوعية مادة التغليف، نجد أن معاملات العينة 53 المغلفة بمادة (Epoxy) كانت الأكثر تأثراً بالمقارنة بمعاملات

متعددة البلورة في مادة (Epoxy) العينة 9 قد أثر على تيار دائرة القصر بالتناقص (- 6.25 %) في حين أن وجود الخلايا أحادية البلورة في مادة (EVA) العينة 54 سبب في زيادة طفيفة (0.23 %) في تيار دائرة القصر. أما جهد الدائرة المفتوحة فقد زاد بنسب طفيفة (0.51 % - 0.03 %) لكلا العنيتين 54 و 9 على الترتيب. ولقد حدث

فقد لكل من القدرة والكفاءة للعينة (9) بنسبة (4.61 %) في حين أن نفس المعاملات للعينة (54) حدثت بها زيادة طفيفة بنسبة (1.53 %). كما أن معامل الملء للعنيتين شهد زيادة طفيفة.



شكل (5) أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 50 درجة مئوية على المعاملات الكهربائية للعينات

الاختبارات على المعاملات الكهربائية للعينات التي تم اختبارها

1.2.2 - أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 50 درجة مئوية

يبين الشكل رقم 5 التغيرات على المعاملات (تيار دائرة القصر - جهد الدائرة المفتوحة - القدرة القصوى - الكفاءة - معامل الملء) نتيجة لتأثير هذا الاختبار على العينات (9 - 54). ويلاحظ أن وجود الخلايا

2.2.2 - أثر اختبار الأشعة

فوق البنفسجية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية

البلورة.

كما نلاحظ أن عوامل العينات (21-52) المغلفة بملدني (EVA) و (Epoxy) على الترتيب ولهما نفس النوع من الخلايا الشمسية قد تأثرت بدرجات مختلفة حيث نلاحظ أن عوامل العينة المغلفة بملدنة (Epoxy) كانت الأكثر تأثراً حسب النسب المبينة في الشكل.

كما نلاحظ أن جميع

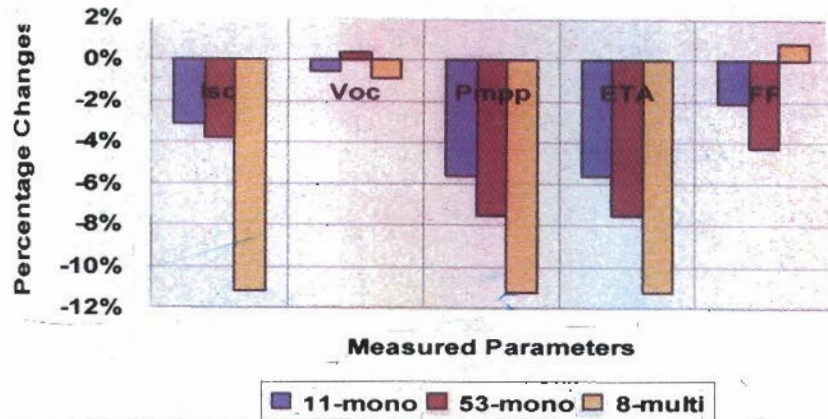
المعاملات قد شهدت تناقصاً باستثناء معامل الشكل الذي أظهر تزايداً بدرجات مختلفة، والمعامل الأقل تناقصاً هو جهد الدائرة المفتوحة وذلك لجميع العينات.

3- تأثير المدة الزمنية للاختبارات على أداء العينات:

العينات (3-21-52) تم اختبارها تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية ودرجة حرارة 125 درجة مئوية تم قياس خواصها الكهربائية (I-V curves) في بداية الاختبارات وخلال الاختبارات وعند نهاية الاختبارات وذلك حسب الفترات المبينة في الجدول رقم 3 والذي يوضح التغيرات التي طرأت على المعاملات عند كل فترة.

من خلال النتائج المبينة في الجدول يتضح أن العينة 52 التي تحتوي على خلية شمسية أحادية البلورة ومغلقة بمادة (Epoxy) كان تأثيرها الأقل على تيار دائرة القصر وذلك بالمقارنة مع العينات 3 و 21 والتي تحتوي على خلايا شمسية مختلفة الأنواع مغلفة بمادة (EVA) والتي أظهرت تأثيراً أكبر على نفس المعامل وذلك في الفترة الأولى من الاختبارات. أما خلال الفترة الثانية من الاختبارات

Samples under UV 80 C[(11-EVA)-(53-Epoxy)-(8-Epoxy)]



شكل(6) اثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 80 درجة مئوية

على المعاملات الكهربائية للعينات

العينة 11 المغلفة بمادة (EVA). وكما هو واضح من الشكل فإن المعاملات الأساسية (I_{sc} , P_{mpp} , and FF) للعينة المغلفة بمادة (Epoxy) كانت الأكثر انحطاطاً بالمقارنة بالعينة المغلفة بمادة (EVA). أما العينة وقم 8 التي تحوي خلية شمسية متعددة التبلر مغلفة بمادة (Epoxy) فإن معاملاتها كانت الأكثر تأثراً بهذا الاختبار بالمقارنة مع العينات الأخرى.

3.2.2- أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند

درجة حرارة 125 درجة مئوية

يبين الشكل رقم 7 تأثير هذا النوع من الاختبارات على المعاملات الأساسية للعينات التي تم اختبارها.

ومن خلال نتائج الشكل السابق نلاحظ أن العينات (3-21) التي تحتوي على خلايا شمسية مختلفة النوع ونفس المادة المغلفة (EVA) أن وجود الخلايا الشمسية المتعددة البلورات في المادة المغلفة المذكورة أدى إلى انخفاض أكبر في المعاملات بالمقارنة بمعاملات الخلايا الشمسية الأحادية

جدول رقم (3) التغيرات التي طرأت على معاملات الخلايا الشمسية خلال فترات الاختبارات المختلفة لكل عينة

21			3			52			العينة
28	28-17	17-0	28	28-17	17-0	29	29-19	19-0	الفترة
يوم	يوم	يوم	يوم	يوم	يوم	يوم	يوم	يوم	المعامل
-20.9%	-5.8%	-16.0%	-25.5%	-6.3%	-20.4%	-17.1%	-13.3%	-4.4%	I_{sc}
0.2%	0.0%	0.3%	-2.9%	0.5%	-3.4%	-0.4%	-0.8%	0.4%	V_{oc}
-17.3%	-4.4%	-13.5%	-25.2%	-5.1%	-21.2%	-16.9%	-14.3%	-3.1%	P_{mpp}
-17.3%	-4.4%	-13.5%	-25.2%	-5.1%	-21.2%	-16.9%	-14.3%	-3.1%	ETA
4.3%	1.5%	2.8%	3.3%	0.8%	2.5%	0.7%	-0.3%	1.0%	FF

لمدة الاختبارات وتأثيرها على كفاءة العينات. ويبين الجدول رقم 4 النتائج التي تم الحصول عليها.

من خلال النتائج المبينة في الجدول السابق يمكن استخلاص

الآتي:

العينات 9 و 54 لهما نفس مادة التغليف ويختلفان في نوع الخلايا الشمسية ومساحتها، تم اختبارهما تحت الأشعة فوق البنفسجية ودرجة حرارة 50 درجة مئوية حيث يلاحظ أن العينة رقم 9 التي تحوي على خلية شمسية متعددة التبلر مغلفة بمادة (Epoxy) شهدت انخفاضاً في الكفاءة بنسبة

فلاحظ أن العكس تماماً هو الذي حدث. وتنطبق هذه النتائج على بقية المعاملات للعينات.

4- تحويل مدة الاختبارات إلى الوقت المكافئ الحقيقي

لكي تتم الاستفادة من التجارب العملية المسرعة فإن الأمر يتطلب تحويلها إلى الزمن الحقيقي المكافئ لها ولقد تم بالفعل استخدام بيانات حقيقية مقاسة لمركبة الأشعة فوق البنفسجية في مركبة الإشعاع الشمسي واستخدام طريقة الحساب المبينة في المراجع [3] لحساب السنوات المكافئة

جدول رقم (4) الزمن المكافئ لفترة الاختبارات وأثره على كفاءة العينات

نوع الاختبار	رقم العينة	المادة المغلفة	السنوات المكافئة	نسبة الانحطاط في الكفاءة (%)
UV 50 °C	54	Epoxy/TiO ₂	8.9	1.5
	9	Epoxy/TiO ₂	8.9	-4.6
	11	EVA/TiO ₂	8.9	-5.59
UV 80 °C	53	Epoxy/TiO ₂	9.9	-7.52
	8	Epoxy/SiN	8.9	-11.22
	21	EVA/TiO ₂	13.2	-17.3
UV 125 °C	3	EVA/TiO ₂	13.2	-25.2
	101	EVA/SiN	8.9	-6.47
	52	Epoxy/TiO ₂	13.6	-16.88

13.2 سنة. أما بقية العينات الأخرى 21 و 101 و 52 فقد شهدت نسب انخفاض في الكفاءة تقدر بالقيم (17.3% و 6.47% و 16.88%) وذلك على الترتيب وكانت المدة الزمنية المكافئة تقدر بالقيم (13.2 و 8.9 و 13.6) سنة على الترتيب وتعزى قلة انخفاض نسبة الكفاءة للعينات 101 إلى فترة الاختبار الأقل.

(4.5%) في مدة زمنية تقدر بحوالي 9 سنوات تقريبا في حين أن العينة الثانية 54 التي تحوي على خلية شمسية أحادية البلورة ونفس مادة التغليف لم تشهد أي انخفاض خلال المدة الزمنية المكافئة لفترة الاختبار.

أما العينات 8 و 11 و 53 التي تم اختبارها تحت الأشعة فوق البنفسجية ودرجة حرارة 80 درجة مئوية فإنه يلاحظ أن العينات 11 و 53 اللتين تحويان نفس النوع من الخلايا

الشمسية وتختلفان في نوع

مادة التغليف قد تأثرتا

بشكل أكبر وذلك

بالمقارنة بنتائج الاختبار

السابق ويلاحظ أن العينة

11 المغلفة بمادة

(EVA) انخفضت

كفاءتها بنسبة (5.59%)

في حين أن العينة 53

المغلفة بمادة (Epoxy) قد

انخفضت كفاءتها بنسبة

(7.52%) لنفس مدة

الاختبار والتي تكلف 8.9

و 9.9 سنة على الترتيب.

وتحت اختبار الأشعة

فوق البنفسجية ودرجة حرارة 125 درجة مئوية فقد تم

اختبار العينات 3 و 21 و 52 و 101 حيث يلاحظ أن العينة 3

التي تحوي على خلية شمسية متعددة التبلر ومغلفة بمادة

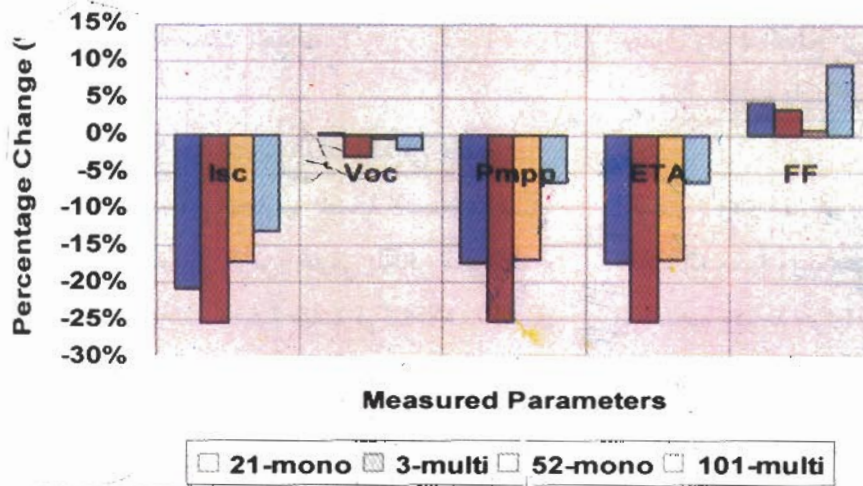
(EVA) أعطت أكبر نسبة تناقص في النفاذية بالمقارنة

بالعينات الأخرى لنفس مدة الاختبار وذلك باستثناء العينة

رقم 101. وكانت نسبة الانخفاض في الكفاءة لهذه العينة

حوالي (25.2%) وكانت المدة الزمنية المكافئة تقدر بحوالي

Samples Under UV 125 C [(21-EVA)-(3-EVA)-(52-Epoxy)-(101-EVA)]



شكل (7) أثر اختبار الأشعة فوق البنفسجية عند درجة حرارة 125 درجة مئوية

على المعاملات الكهربائية للعينات

5- الخلاصة والتوصيات

في هذا العمل تم الاعتماد على نتائج قياس الخواص الضوئية والكهربائية فقط دون الخوض في أية تحاليل كيميائية أو فيزيائية، كما لم يؤخذ في الاعتبار مساحة الخلايا الشمسية أو نوع وسمك طبقة مادة مانع الانعكاس وبناء على ذلك تمكنا من استخلاص الأتي:

التبلر في مادة التغليف (EVA) كانت الأكثر تأثراً بالمقارنة بالعينات الأخرى تحت هذا الاختبار.

وبناء على ما سبق يمكن استخلاص التوصيات التالية:

- كان من الصعب الوصول إلى مقارنة دقيقة بين نتائج الاختبارات وربطها ببعضها وذلك لعدم اتحاد خواص العينات في جميع الاختبارات مما يتطلب تطوير هذا العمل بشكل موسع ومخطط وان يتم وضع منهجية محددة المعالم بحيث تشمل على إجراء قياسات واختبارات معملية وخارجية (حقليّة) لعدد كبير من العينات المتشابهة من مختلف التقنيات المعروفة وذلك لتحقيق مبداء اختبار التقنية تحت الظروف المناخية المحلية.
- نوصي بإجراء قياسات واختبارات مرجعية لمسطحات الخلايا الشمسية لاي منظومة يتم تركيبها لأغراض التطبيقات ويتبع ذلك إجراء نفس تلك القياسات والاختبارات بصفة دورية وعلى مدى زمني طويل نسبياً بشرط تسجيل كافة المعلومات عن العوامل المناخية المرافقة لعمليات التشغيل.
- المؤشرات الميدانية المستخلصة من التجارب العملية تؤكد على أهمية ضرورة اختيار وتحديد مواصفات المواد الداخلة في تصنيع المسطحات بما يلائم الظروف المناخية المحلية.

• الانحطاط في مادتي التغليف (EVA) و (Epoxy) يتناسب طردياً مع درجة الحرارة حيث لوحظ ازدياد الانحطاط في المواد المغلفة مع ازدياد درجة الحرارة، كما لوحظ الازدياد في انحطاط المواد المغلفة مع زيادة مدة الاختبارات. وعلى العموم فإن مادة (Epoxy) كانت الأكثر تأثراً بالمقارنة مع مادة (EVA).

• من نتائج الاختبارات حدوث تلون بالمواد المغلفة يزداد مع زيادة درجة الحرارة ومدة الاختبار ومع ازدياد التلون تقل نفاذية الضوء خلال العينات.

• المادة المغلفة (Epoxy) مع الخلايا الشمسية أحادية التبلر كانت الأكثر تأثراً وذلك بالمقارنة مع وجود الخلايا الشمسية المتعددة التبلر في نفس مادة التغليف في اختبار الأشعة فوق البنفسجية ودرجة حرارة 50 درجة مئوية.

• المادة المغلفة (Epoxy) كانت الأكثر تأثراً بالمقارنة مع مادة (EVA) بوجود نفس النوع من الخلايا الشمسية (أحادية التبلر) وذلك تحت تأثير اختبار الأشعة فوق البنفسجية ودرجة حرارة 80 درجة مئوية.

• المواد المغلفة تأثرت بدرجة أكبر تحت تأثير اختبار الأشعة فوق البنفسجية ودرجة حرارة 125 درجة مئوية وذلك بالمقارنة بالاختبارات الأخرى ذات درجات الحرارة الأقل، كما يلاحظ أن وجود الخلايا الشمسية الأحادية

irradiance on photovoltaic
M.Sc. thesis , Electrical Engineering department
, Al-fateh University , Libya 2001.

Gas Turbine Power Plant/ Leningrad,
Moshinostroine, 543 pp.

4. AMINOV R.Z. & KLEBALEN L.E. (1989)
Cogeneration Steam Power Plants and there
Exploitation/ Moscow, Vish. Shcola, 256 pp.
8. VOINOV A.P. & KUPERMAN L.E. (1989)
Heat Recovery Steam Boilers / Moscow, Energia,
pp.272
9. TAUBMAN E.I. & PASTUSHENKO B.L. (1990)
Multistage Flash Boiling Plants and Process /
Moscow Energy, 184 pp.

المراجع

- 1-A. W. Czanderna, F. J. Pern of
PV Modules Using Ethylene Vinyl Acetate
Copolymer As A Pottant
Solar Energy Material And Solar Cells, 43,
(1996), pp. 101-181.
- 2- F. J. Pern And A. W. Czanderna,
(EVA) Encapsulant: Effects of Thermal
Processing and Weathering Degradation on its
Cells, 25, pp.3-23, (1992).
- 3-M. A. Mussa

ملخص

تتكون مسطحات الخلايا الشمسية من عدة مكونات مثل الخلايا الشمسية وال الزجاج ومواد التغليف والايطرة والموصلات المعدنية وغيرها وذلك حسب التقنية المستخدمة في التصنيع، وتختلف هذه المواد في خصائصها الضوئية والحرارية والكهربائية. وفي حين تعتبر هذه المواد ضرورية لحماية الخلايا الشمسية من العوامل المناخية المحيطة بها فقد وجد أن هذه المواد تتأثر بتلك العوامل بدرجات مختلفة ويحدث بها تآكل بدرجات مختلفة مما يسبب في اضمحلال القدرة المنتجة من تلك المسطحات. وحيث إن هذه الظواهر تحدث عند استخدام تلك المسطحات في الفضاء الخارجي لفترات طويلة فقد تم إجراء اختبارات معملية معجلة لاستقصاء تلك الظواهر. وقد تم تحليل نتائج الخواص الضوئية والكهربائية التي تم قياسها، وقد بينت تلك النتائج الأثر الواضح لكل من الحرارة والأشعة فوق البنفسجية على المواد المغلفة لمسطحات الخلايا الشمسية وانعكاس ذلك على أداء الخلايا الشمسية. وقد وضحت النتائج أن المواد المغلفة تتآكل مع ازدياد تعرضها للحرارة والأشعة فوق البنفسجية وانعكاس ذلك مباشرة على قدرة المسطح الشمسي، كما لوحظ أثر ذلك على كفاءة التحويل للمسطح الشمسي. من ناحية أخرى أوضحت التجارب اختلاف تأثير مواد التغليف المختلفة بالعناصر المناخية المستخدمة في التجارب.