

"تأثير التركيب النسجي على كفاءة النسيج الكهروضوئي"

إعداد الباحثين:

د. رحاب سعيد بازهير

دكتورة في الرسم والتصوير (فن النسيج)

أ.د. أميرة سعد يوسف

أستاذة دكتور في قسم الفنون التطبيقية جامعة حلوان

أ.د. المعز ميرغني مرزوق

أستاذ مشارك في قسم الفيزياء جامعة الملك عبد العزيز



الملخص:

تناول البحث تأثير متغير البناء النسجي على كفاءة الطاقة الناتجة من النسيج الكهروضوئي والذي يعد من الخامات الواعدة خاصة وأنها تعتبر من الخامات النظيفة والتي تسهم في المحافظة على البيئة والمساهمة في الحد من استهلاك مصادر الطاقة التقليدية وبذلك تحافظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.

ومن خلال هذا البحث تمت العديد من التجارب المعملية لعينات من النسيج بأنواع مختلفة من التراكيب النسجية والعمل على قياس كفاءتها معملياً ومقارنة النتائج المتحصلة معملياً في محاولة للوصول لأفضل تركيب نسجي ذو خواص وإمكانات عالية لتوليد الطاقة الكهربائية.

ويوصي البحث بالعمل على مجموعة من التجارب لتحسين أداء النسيج الكهروضوئي و توجيه مجال النسيج للاستفادة من الخامات وإمكاناتها.

مصطلحات البحث:

*النسيج الكهروضوئي (Photovoltaic Textile):

المعنى المعجمي: الكهروضوئية: photovoltaic: تتكون من كلمتين (photo) و هي كلمة من جذور يونانية بمعنى الضوء، و (voltaic) الفولت وهي وحدة تستخدم لقياس الطاقة الكهربائية. (عبدالهادي، 2012)

المعنى الإجرائي: النسيج الكهروضوئي هو نسيج ذكي نسج من أساس اسلاك معدنية مطلية ببوليمرات ذات خصائص ضوئية. يعمل على توليد التيار الكهربائي عبر تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء مستمرة، يقوم هذا النسيج بإنتاج الكهرباء بطريقة نظيفة غير ملوثة للبيئة وغير مزعجة.

*البوليمر (polymer):

البوليمر هو جزيء كبير يتكون من العديد من الوحدات الكيميائية الصغيرة والبسيطة المرتبطة ببعضها بواسطة تفاعل كيميائي، وهي مضاعفات للوحدات الكيميائية البسيطة التي تسمى المونومرات "monomers". المواد البوليمرية مرنة جداً ، ويمكن تشكيلها بسهولة إلى ألياف ، وأغشية رقيقة ، وما إلى ذلك. و تشكل الأساس للعديد من المعادن مثل الماس، والكوارتز، والمواد الصناعية مثل الخرسانة، والزجاج، والبلاستيك، والمطاط. وبشكل عام. (Doi, 1996)

*الطاقة المتجددة (Renewable energy):

هي الطاقة المستمدة من المصادر التي يمكن أن تعيد الطبيعة توليدها بشكل مستمر وبوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية... الخ. (العبد، 2019; للإحصاء، 2018)

الكلمات المفتاحية: النسيج الكهروضوئي - الطاقة الشمسية - الطاقة البديلة - الطاقة النظيفة - solar cells – photovoltaic.

مقدمة البحث:

مع ارتفاع الدعوات المطالبة باستخدام مصادر بديلة لمصادر الطاقة التقليدية لتغطية الاحتياجات المتزايدة من الطاقة، أصبح هنالك توجه عالمي نحو الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة والتي من المتوقع انها ستلعب دوراً رئيسياً في إمدادات الطاقة العالمية من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية للتغير المناخي. فهي تمتاز بكونها سهلة التوفر، رخيصة الثمن و صديقة للبيئة، كما أنها تستمد من الطبيعة مثل طاقة الرياح، الأنهار، طاقة المد والجزر و طاقة الشمس وغيرها. (R. R. Mather & J. I. Wilson, 2017; البديري, 2004; فليفل, 2017)

وتعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة والمصدر الرئيسي للطاقة على الأرض. فالطاقة الشمسية الساقطة على الكرة الأرضية في ساعة تكفي سكان العالم لمدة عام كامل، كما أن معدل الإشعاع الشمسي الذي تعترضه الأرض يزيد بحوالي 20000 مرة عن كمية الطاقة التي تستهلكها البشرية، حيث تبلغ شدة الإشعاع الطيفي الشمسي على سطح الأرض 1000 واط / م². (حكومي, 2016; محمد, 2013)

ومع تتالي الأختراعات تمكن العلماء على مر السنين من تسخير الطاقة الشمسية و تحويلها إلى الكهرباء من خلال استخدام الخلايا الكهروضوئية، فوجد أنه في عام 2015 م وفرت الطاقة الكهروضوئية 1.2 ٪ من الطلب العالمي للكهرباء (R. R. Mather & J. I. Wilson, 2017; الطائي, 2002; النقرش, 2005) وعلى الرغم من النجاح الذي حققته هذه الخلايا الكهروضوئية، إلا أن العلماء لا زالو يعملون على تطوير الخلايا الشمسية من خلال بناء خلايا تتميز بخفة الوزن، المرونة، انخفاض التكلفة و تتحمل البيئات القاسية. ومن الملاحظ خلال السنوات القليلة الماضية تزايد الاعتماد على النسيج بشكل كبير في التطبيقات التكنولوجية وذلك لكونه يمتاز بالمرونة وسهولة التشكيل، كما أن التصغير من الأجهزة الإلكترونية أعتمد بشكل كبير على النسيج مما أدى لتوسع تطبيقات النسيج التقنية. فالنسيج بإمكانياته المتقدمة قد يلعب دوراً في تطوير الخلايا الكهروضوئية لكونه أكثر المواد المرنة انتشاراً في الاستخدامات التقنية في وقتنا الحاضر. و نستطيع أن نلاحظ أن الدراسات العلمية بدأت في تركيز جهودها على ابتكار نسيج كهروضوئي يحل مكان الخلايا الكهروضوئية الصلبة. (R. r. Mather & J. I. b. Wilson, 2017)

مشكلة البحث: هل توجد فروق مؤثرة ذات دلالة إحصائية لتأثير التركيب البنائي النسجي على كفاءة النسيج الكهروضوئي؟

أهمية البحث: تكمن أهمية البحث في:

- المساهمة في الحد من استهلاك الطاقة الناتجة عن مصادر التوليد التقليدية والمحافظة على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.
- مواكبة التطور التكنولوجي العالمي من خلال توفير خامة جديدة ذات إمكانيات وظيفية عالية.

أهداف البحث:

- استحداث نسجيات من الالياف الكهروضوئية المصنعة تبعاً لمتغيرات التركيب البنائي النسجي.
- تحديد كفاءة وأداء النسيج الكهروضوئي بالقياس والتحليل.
- تطوير النسيج الكهروضوئي واستخداماته.

فروض البحث:

- وجود فروق مؤثرة ذات دلالة إحصائية لتأثير بعض متغيرات التركيب البنائي النسيجي على كفاءة النسيج الكهروضوئي.

حدود البحث: حدود موضوعية:

- نواع الاسلاك (التيتانيوم).
- التراكيب (سادة – مبرد – أطلس).

أدوات البحث: القياسات والاختبارات المعملية:

- محاكاة (IV).

منهج البحث وإجراءاته:

يتبع البحث الحالي المنهج الوصفي التحليلي من خلال الإطار النظري، المنهج التجريبي من خلال الإطار العملي.

أولاً: الإطار النظري والذي يتناول المحاور التالية:

- الخلايا الكهروضوئية أنواعها واستخداماتها.
- النسيج الكهروضوئي مواصفاته وطرق إنتاجه.

ثانياً: الإطار العملي والذي يتناول المحاور التالية:

- ابتكار نسيجيات من الاليف الكهروضوئية المصنعة تبعاً لمتغير التركيب النسيجي وتحديد كفاءة وأداء النسيج الكهروضوئي بالقياس والتحليل.
- توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الضوئية النسيجية البوليمرية.

الدراسات السابقة:

تعتبر الدراسات السابقة أساساً ينبغي توافره ليكون بمثابة نقطة البداية لأي دراسة سواء كانت نظرية أو تطبيقية وقد تمت الاستفادة من الدراسات التالية في موضوع البحث الحالي ومن أهمها:

- دراسة (Bedeloglu, Ayse & Other) 2010, بعنوان: (A Photovoltaic Fiber Design for Smart Textiles)

مجلة بحوث النسيج، مجلة الكترونية (<https://journals.sagepub.com/home/trj>).

تناولت الدراسة اليف الكهروضوئية نشطة تتكون من طبقات نانو من مركبات عضوية معتمدة على البوليمر لتكون خلية كهروضوئية مرنة. وتحليل الأداء الكهروضوئي للألياف عن طريق قياس خصائص التيار مقابل الجهد.

- دراسة (Zhang, Zhitao & Other) 2014, بعنوان:

Weaving Efficient Polymer Solar Cell Wires into Flexible Power Textiles) (

(مجلة مواد الطاقة المتقدمة, مجلة الكترونية, <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/16146840>).

تتاولت الدراسة محاولة لتطوير الألياف الكهروضوئية المرنة القابلة للنسج والتي تملك قدرة عالية على توليد الطاقة والتي يمكن استخدامها في صناعة المنسوجات.

• دراسة (Gao,Zhen & Other) 2019, بعنوان:

(Flexible self-powered textile formed by bridging photoactive and electrochemically active fiber
(مجلة كيمياء المواد) (<https://www.rsc.org/electrodes>)

تتاولت الدراسة تطوير نوع من المنسوجات الكهروضوئية ذاتية التشغيل ويمكن التحكم فيها بشكل جيد وتتدخل في صناعة مجموعة متنوعة من الأجهزة الإلكترونية مما يفتح الباب للمضي قدما في تطوير أجهزة يمكن ارتداؤها.

الإطار النظري للبحث:

الطاقة المتجددة:

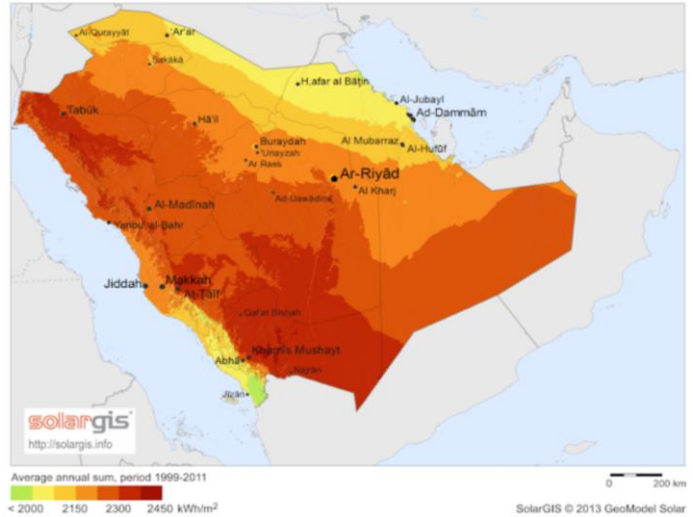
يشهد العالم منذ أواخر القرن العشرين زيادة حادة في كمية الاستهلاك للطاقة والتي بدورها فاقمت التحديات البيئية العالمية، مما جعل الطاقة التقليدية تواجه الكثير من المشاكل، حيث ان الاستخدام الغير سليم للموارد الطبيعية كان له بالغ الأثر على البيئة، خاصة القطع الجائر للغابات والرعي غير المنظم في الدول النامية التي يعتمد أغلب سكانها بشكل أساسي على موارد الغابات . مما تسبب في تعريض النظام البيئي الطبيعي للخطر وبالتالي أثرت على التنمية في العالم. فلم تعد المسائل البيئية مشكلة وطنية تقف عند حدود دولة معينة فحسب، بل أصبحت مسألة إقليمية وعالمية. فالمشكلات البيئية أصبحت تطال الإنسان في الدول النامية والدول المتقدمة على حد سواء، وتسهم في تهديد استقرار هذه البلدان. كما تنصدر هذه المتغيرات البيئية العالمية قائمة اهتمامات المجتمع العالمي حيث يُسخر من أجلها التقنيات والتكنولوجيات الحديثة.

فانصبت جهود الإدارة العالمية من منظمات دولية وإقليمية وشركات متعددة الجنسيات على إيجاد خيارات بديلة في مجال الطاقة المتجددة، لتقادي تداعيات الأخطار البيئية، حماية البيئة والحفاظ على الطاقة للأجيال القادمة ولخلق توازن بين التنمية المستدامة وبين الحفاظ على البيئة.

ويمكن تقسيم مصادر الطاقة المتجددة إلى نوعين:(عبدالرؤوف, 2012)

- مصادر قيد الاستخدام والتي تأكدت جدواها الاقتصادية والفنية مثل الطاقة الشمسية والمائية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوفية وطاقة الكتلة الحيوية.
- مصادر لا تزال في مرحلة التجارب والأبحاث مثل طاقة الهيدروجين وطاقة المد والجزر.

الطاقة الشمسية في السعودية:



شكل رقم (1) خريطة توضح شدة الإشعاع الشمسي للمملكة العربية السعودية

المصدر: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download>

تعد الطاقة الشمسية أكثر أنواع الطاقة المتجددة والمستدامة أهمية، فالمصدر الأساسي الذي تستمد منه كافة مصادر الطاقة المتجددة قوتها بشكل مباشر أو غير مباشر هو الشمس. كما أن هذه الطاقة متوفرة بكميات كبيرة في البيئة الطبيعية ولا تمس البيئة بأي أضرار ولا تؤثر بشكل سلبي على صحة الإنسان والحيوان في أثناء استخدامها. كما تتميز بالوفرة في كل مكان تقريبا على اختلاف عدد ساعات سطوع الشمس في مناطق مختلفة من العالم. (عبد الرؤوف، 2012؛ ع. أ. عبدالله، 2009)

في ظل سعي المملكة للحفاظ على البيئة والتقليل من الانبعاثات السامة للغازات الناتجة عن استخدام الوقود الاحفوري، وسعيها للحفاظ على الثروة النفطية للأجيال القادمة تسعى المملكة بناءً على رؤية ٢٠٣٠م الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة عوضاً عن الاعتماد الكلي على البترول كمصدر رئيس للطاقة.

فالمملكة العربية السعودية واحدة من أغنى الدول عالمياً بالثروة الشمسية، فهي تستقبل سنوياً ٣٢٤٥ ساعة من الشمس. ويتضح من الخريطة في شكل رقم (1) أن شدة الإشعاع الشمسي في السعودية تتراوح ما بين ٢٠٠٠ إلى ٢٤٥٠ كيلو وات/ساعة لكل متر مربع، أي أن كل متر مربع من مساحة المملكة العربية السعودية يجني سنوياً كمية من الطاقة الشمسية تتراوح ما بين ٢٠٠٠ إلى ٢٤٥٠ كيلو وات/ساعة. ويتم حالياً في المملكة إنتاج ما يقارب من 4 ميغا وات عن طريق الطاقة الشمسية باستخدام شرائح الخلايا الكهروضوئية وسيتم إنتاج ١٠ ميغا وات في المستقبل القريب وذلك لتحقيق رؤية المملكة ٢٠٣٠م. (الشرماني، 2017)

مقومات الطاقة الشمسية في السعودية: (س. ه. عبدالله, 2013)

- وفرة الأراضي الصحراوية المشمسة أغلب أيام السنة كما أن أشعة الشمس تمد كل متر مربع بنحو 7000 واط من الطاقة وذلك لمدة 12 ساعة يوميا.
- امتداد مساحة اراضي المملكة من الشرق إلى الغرب مما يعرضها إلى الشمس لفترة زمنية أطول وبالتالي تستطيع إنتاج الطاقة أكثر.
- استواء الأرض وعدم وجود غابات، أو محميات، أو أمطار موسمية، أو أي عوائق لاستغلال الطاقة الشمسية.

تطوير الخلايا الكهروضوئية:

على مر التاريخ طور الإنسان ووسع قدرته على استخدام وحصاد الطاقة بجميع أشكالها، بدءًا من اكتشاف النار وحتى الجيل الأخير من محطات الطاقة النووية. فمنذ الثورة الصناعية إلى يومنا هذا زاد الاستهلاك العالمي للطاقة بشكل كبير استجابةً لمستويات المعيشة الحديثة في البلدان المتقدمة، والتي ادت إلى التوسع المستمر في الطلب العالمي على الطاقة وإنتاجها.

وأكثر أنواع الطاقة النظيفة والمتجددة والمستدامة المعروفة للبشرية هي الطاقة الشمسية، والتي تعمل بطريقة مشابهة لعملية التمثيل الضوئي الطبيعي في النباتات، حيث تقوم النباتات بتحويل طاقة الإشعاع الشمسي إلى شكل آخر من أشكال الطاقة وفي المقابل يقوم الجهاز الكهروضوئي بتحويل طاقة الفوتونات إلى طاقة كهربائية. (للإحصاء, 2018)

وتُقسم الخلايا الشمسية إلى ثلاث أجيال مختلفة مصنفة بحسب المواد المستخدمة:

1. الجيل الأول من الخلايا الشمسية:

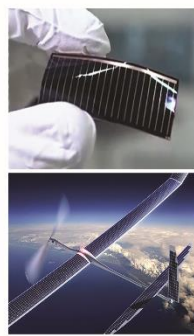


شكل رقم (2) يوضح الجيل الأول من الخلايا الشمسية

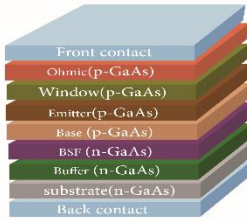
يعتمد الجيل الأول من الخلايا الشمسية و التي يشار إليها بالخلايا الشمسية التقليدية على رقائق من السيليكون ذات الخطوط البلورية (c-Si). والسيليكون هو العنصر الأكثر وفرة على الأرض حيث يأتي في المرتبة الثانية بعد الأكسجين. كما أنها مادة شبه موصلة مناسبة للتطبيقات الكهروضوئية.

ويتم تصنيف خلايا السيليكون البلورية إلى ثلاث أنواع رئيسية اعتمادًا على نوع السيليكون المستخدم في صناعة الخلية: (Ranabhat et al., 2016)

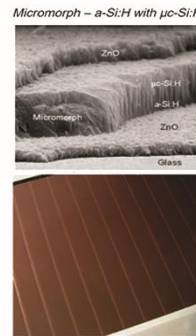
- أحادي البلورية (Mono-Si).
 - متعدد الكريستالات (Poly c-Si).
 - خلايا السيليكون غير المتبلورة.
2. الجيل الثاني من الخلايا الشمسية:



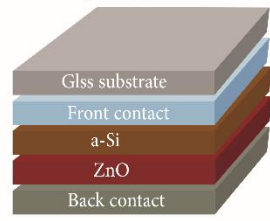
Second Generation
الجيل الثاني



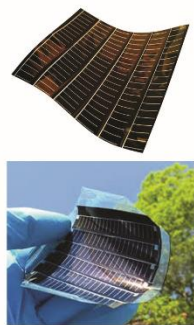
* GaAs-based solar cell



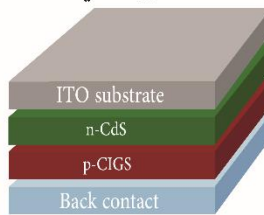
Second Generation
الجيل الثاني



* a-Si based solar cell



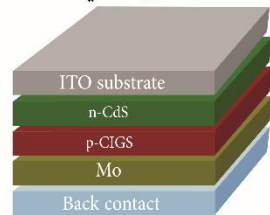
Second Generation
الجيل الثاني



* CdTe-based solar cell



Second Generation
الجيل الثاني



* CIGS-based solar cell

شكل رقم (3) يوضح الجيل الثاني من الخلايا الشمسية

هناك بعض الاختلافات الأساسية بين الخلايا الشمسية من الجيل الثاني والجيل الأول و يتمثل الاختلاف الأكثر وضوحًا في أن مادة أشباه الموصلات المستخدمة في الخلية لها فجوة نطاق مباشرة على عكس فجوة النطاق غير المباشرة للسيليكون ، لكن هذه الخلايا لا تزال تعتمد على تصميم تقاطع p-n. حيث تحتوي خلايا الأغشية الرقيقة على طبقة علوية تسمى طبقة اللفاف ، وهي مصنوعة من مادة ذات فجوة شريطية كبيرة تمتص فوتونات الطاقة الأعلى وطبقة سفلية تسمى الطبقة الماصة مصنوعة من مادة فجوة نطاقها أصغر

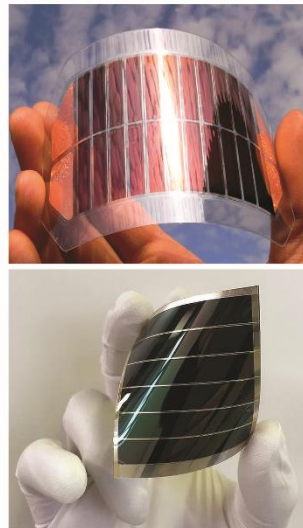
تمتص فوتونات الطاقة المنخفضة ، والتي لا يتم امتصاصها من طبقة النافذة. هذا التصميم يسمح بكفاءة أفضل بطبيعته. (Ranabhat et al., 2016)

هناك ثلاثة أنواع أساسية من الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرقيقة التي تم تطويرها تجاريًا:

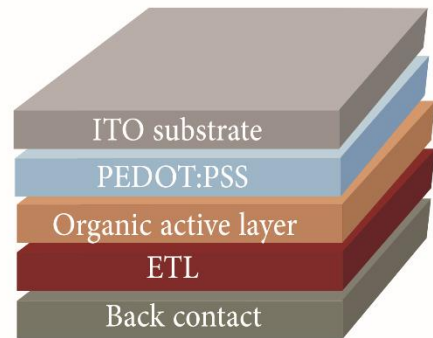
- السيليكون غير المتبلور (a-Si / $\mu\text{c-Si}$, a-Si).
- الكادميوم تيلورايد (Cd-Te)
- النحاس – الإنديوم – سيلينيد (CIS) و إنديوم-جاليوم-ديسيلينيد (CIGS).
- زرنيخيد الغاليوم (GaAs).

على الرغم من الانخفاض الملحوظ في تكلفة الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرقيقة، فإن PCE للجيل الثاني من الخلايا الشمسية لا يزال أقل من الجيل الأول من الخلايا الشمسية، كما أن معظم المواد الخام التي تتكون منها خلايا الجيل الثاني القائمة على (CdTe) و (CIGS) إما أن تصبح نادرة بشكل متزايد وأكثر تكلفة (الإنديوم) أو شديدة السمية وغير مستقرة (الكادميوم). قد يستغرق الأمر عدة سنوات أخرى لحل مشاكل التصنيع وجعل تكاليف الإنتاج تتماشى مع المنتجين الرئيسيين الآخرين للألواح الشمسية. (Ranabhat et al., 2016; Yi-Bing Cheng, 2016)

3. الجيل الثالث من الخلايا الشمسية:



Third Generation الجيل الثالث



* Organic solar cell

شكل رقم (4) يوضح الجيل الثالث من الخلايا الشمسية

بسبب ارتفاع تكاليف الجيل الأول من الخلايا الشمسية وسمية ومحدودية توافر المواد للخلايا الشمسية من الجيل الثاني، ظهر جيل جديد من الخلايا الشمسية يهدف لتحسين الخلايا الشمسية وجعلها أكثر كفاءة وأقل تكلفة وبدون أي سمية بحيث يمكن استخدامها على نطاق أوسع وفي مجالات عديدة.

هذه الخلايا تختلف بطبيعتها عن الجيلين السابقين وذلك لأنها لا تعتمد على تصميم تقاطع p-n كالآخرين. كما ويتم إنتاجها يتم باستخدام مجموعة متنوعة من المواد الجديدة إلى جانب السيليكون، بما في ذلك المواد النانوية وأسلاك السيليكون النانوية والأحبار الشمسية والأصباغ العضوية والمواد البلاستيكية الموصلة. وتُظهر هذه الخلايا كفاءة عالية مع تكلفة أقل لكل واط، كما انها سهلة التصنيع وقليلة العيوب مما يميزها عن الخلايا الشمسية في جيلها الأول والثاني. (Mrinalini, Islavath, Prasanthkumar, &) (Giribabu, 2019; Ranabhat et al., 2016)

- الخلايا الشمسية الصبغية الحساسة (DSSCs)
- خلايا بيروفسكايت الشمسية (PSCs)
- الخلايا الكهروضوئية العضوية (OPVs)

2-6 تطور أداء الخلايا الكهروضوئية البوليمرية:

خلال السنوات الماضية تم اكتشاف الخلايا الكهروضوئية القائمة على البوليمرات على نطاق واسع واجتذبت الكثير من الاهتمام بسبب قدرتها على تسخير الطاقة الشمسية بطريقة فعالة. حيث تتميز الخلايا الشمسية البوليمرية بتكلفة تصنيع منخفضة، سهولة المعالجة، الوزن الخفيف، تعدد استخدامات التركيب الكيميائي والمرونة الميكانيكية. وعلى الرغم من هذه الميزات الهائلة إلا أن كفاءة الخلية الشمسية العضوية تعد أقل بالمقارنة مع الخلية الشمسية غير العضوية. نتيجة لذلك تم تقييد استخدام الخلايا الشمسية العضوية في الاستخدام التجاري. (Sharma, 2016)

لقد تم استخدام البوليمرات شبه الموصلة مثل بولي (نيتريد الكبريت) والبولي أسيتيلين لأول مرة في الخلايا الشمسية في الثمانينات. ففي عام 1986م، حدث تحول كبير عندما استخدمت هياكل غير متجانسة (النحاس فثالوسيانين (CuPC) كمانح ومشتق رباعي الكربوكسيل بيريلين كمستقبل) في خلية واحدة مما نتج عنه زيادة PCE بشكل ملحوظ إلى ~ 1%. فتح هذا الانتقال الباب لاستكشاف استخدام مواد رخيصة وخفيفة الوزن ومرنة لإنتاج الخلايا الشمسية. (Rahaq, 2017)

في أواخر عام 1990 م جاء الدفعة الرئيسية في كفاءة الخلية الشمسية العضوية مع إدخال هيكل غير متجانسة في الخلية الشمسية البوليمرية غير المتجانسة السائبة. فعلى عكس أشباه الموصلات غير العضوية، التي تولد إلكترونًا حرًا وتقبّلًا عند امتصاص الفوتونات في درجة حرارة الغرفة، فإن أشباه الموصلات العضوية المترافقة تولد الأكسيدات (أزواج ثقب إلكترونية مرتبطة). ولتوفير عملية نقل شحنة مستحثة بصور أكثر كفاءةً يلزم لذلك وجود بوليمر شبه موصل (مانح) وفوليرين (متقبل) لفصل زوج ثقب الإلكترون المرتبط (إكسيتون) في حاملتي شحن منفصلتين. ومن أجل تحرير الطاقة الكهربائية في هذه البنية يتم خلط البوليمرات المترافقة شبه الموصل مع فصل طور إنتاج مشتق الفوليرين على مقياس نانومتر. (Sharma, 2016)

في عام 1995م تحقق تقدم عندما اخترعت مجموعة Heeger ومجموعة Friend أول جهاز PV غير متجانسة (BHJ) من البوليمرات شبه الموصلة بشكل منفصل. ومنذ ذلك الحين ، تم إجراء الدراسات وتكثيف الجهود لتطوير على مدار السنوات الماضية. (Rahaq, 2017)

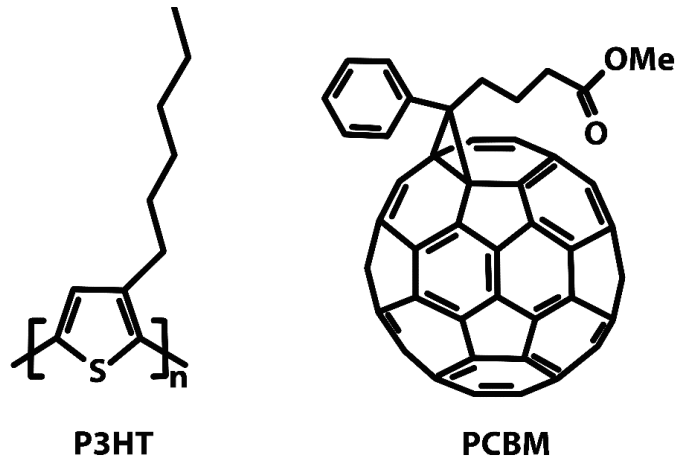
بعد اكتشاف البوليمرات الموصلة، تم تصنيع مجموعة متنوعة من البوليمرات المترافقة، من حيث القابلية للذوبان، والاستقرار، والتوصيل الكهربائي، في التسعينيات. وبالتالي، فقد تم استخدام مجموعات مختلفة من المواد المانحة والمقبلة لشركات الأمن الخاصة لتعزيز نفقاتها الشخصية. التركيب الأكثر استخدامًا لـ BHJ PSCs هي مزيج من بوليمر أشباه الموصلات كمانح ومشتق Buckminsterfullerene (C60).

كان Buckminsterfullerene (C60) هو المستقبل المهيمن المستخدم في كل مكان في كل من OPVs الجزيئي الصغير و PSCs ، نظرًا لمستوى LUMO العميق وحركة الإلكترون العالية. علاوة على ذلك، أظهرت الاكتشافات الرائدة في 1992-1993م حركتها المثالية لفصل الشحنة بالاشتراك مع البوليمرات المانحة، من خلال توفير الطاقة الكافية لتفكك الأكسيتون.

فأبلغ Sariciftci وآخرون عن نقل إلكترون فائق السرعة ناتج عن ضوئي من MEH-PPV إلى فوليرينات في الواجهة عند الإضاءة من خلال مراقبة التبريد الضوئي في طبقة رقيقة PHJ من MEH-PPV و C60. بعد ذلك، أفاد Lee et al أن الموصلية الضوئية للحالة المستقرة للبوليمرات المترافقة زادت بعدة أواخر من حيث الحجم عند إضافة C60. يظل PCBM ، وهو مشتق قابل للذوبان من Buckminsterfullerene ، أكثر ناقلات الإلكترون شيوعًا في PSCs.

بالنسبة للبوليمرات المانحة، تم استخدام بولي (فينيلين فينيلين) (PPV) على نطاق واسع من منتصف التسعينيات حتى أوائل القرن الحادي والعشرين. المادتان التمثيلتان القائمتان على PPV هما بولي 2-ميثوكسي-5-(2-إيثيل هكسيلوكسي) -1،4-فينيل نيفينيلين (MEH-PPV) وأظهروا خصائص كهروضوئية مماثلة. ويعد مركب P3HT: PCBM البوليمري من أهم المواد المستخدمة في تصنيع الخلايا الشمسية. (Berger & Kim, 2018)

مركب P3HT: PCBM الكهروضوئي:



شكل رقم (5) يوضح التركيب الجزيئي لـ P3HT و PCBM

(Aneesh, Kumar, Varma, Vivek, & Namboothiry, 2015)

يمكن القول أن P3HT هو أحد البوليمرات المعروفة باسم أ- مترافق (a-conjugated). حيث جذبت اهتمامًا كبيرًا نظرًا لخصائصها المتميزة بما في ذلك الخصائص الإلكترونية الممتازة، حركة الشحن العالية نسبيًا (10⁻¹⁰⁴ سم) والاستقرار البيئي الممتاز.

حيث يحتوي P3HT على فجوة نطاق تبلغ حوالي 1.9 فولت، ويمكن تقليله بشكل أكبر عن طريق زيادة الطابع الكينويدي في البوليمر. بشكل عام، تُظهر OSCs المستندة إلى P3HT كفاءة كمومية خارجية عالية (EQE)، والتي يتم تعريفها على أنها عدد حاملات الشحنة المقاسة المتولدة لكل حادث فوتون على الجهاز. يمكن أن تصل EQE إلى 88% وتصل PCE إلى < 5% بعد التعديلات، مثل زيادة انتظام البوليمر واستخدام التلدين الحراري أو البخاري أثناء تصنيع الجهاز.

ويلعب النظام التنظيمي لسلاسل P3HT دورًا مهمًا في تصنيع OSCs، حيث أظهرت أطياف الامتصاص الخاصة بـ P3HT البكر ميزات نموذجية لـ P3HT عالية للغاية، في حين أظهر P3HT العشوائي غير المنتظم أطياف امتصاص غير منتظمة وعديمة الملامح. (Kadem, 2017).

إن مزيج البوليمر (P3HT) (poly (3-hexylthiophene)) مع مشتق الفوليرين (PCBM) (6,6-phenyl-C61-butyric acid methyl ester) يستخدم على نطاق واسع للخلايا الشمسية البوليمرية ذات فجوة المرح الفعالة بحوالي 1.8 فولت (بعد أقصى يمتص الطول الموجي للضوء حوالي 680 نانومتر) في مزيج P3HT: PCBM، وجد أن الإلكترونات وحركة الثقوب متشابهة في حالة الأجهزة القائمة على P3HT ذات النظام المرتفع للغاية، وبالتالي يكون نقل الشحنة متوازنًا. أن التنظيم المرتفع جدًا قد لا يؤدي إلى زيادة كبيرة في الترتيب الهيكلي ونقل حامل الشحنة داخل مزيج P3HT: PCBM حيث من المعروف أن درجة النظام الانتظامي تعمل على تحسين الخصائص البصرية وخصائص نقل الشحنة. (Kadem, 2017; Sharma, 2016)

تُعرف درجة التنظيم على أنها النسبة المئوية للمونومرات التي تتبنى ترتيبًا من الرأس إلى الذيل (H-T) بدلاً من رأس إلى رأس (H-H) ويميل النظام التنظيمي لسلاسل P3HT إلى التكديس في ترتيبات مستوية تُعرف باسم هيكل الصفيفة. (Kadem, 2017)

بعد مركب P3HT: PCBM الأكثر انتشارًا في أبحاث PSC لما يقرب من عقد من الزمان منذ الإبلاغ عنها لأول مرة في عام 2002م. حيث تحول اهتمام البحث بسرعة إلى بوليمرات البولي ثيوفين، وخاصة (P3HT) حيث تلقى اهتمامًا هائلًا باعتباره عنصرًا جذابًا لاستبدال المواد المستندة إلى PPV لأبحاث PSC. يتميز P3HT بمزايا مقارنة بالمواد القائمة على PPV من حيث تقليل فجوة النطاق وحركة الثقوب العالية التي تتجاوز 0.1 سم² / فولت · ثانية، مع التحكم في الشكل المناسب. حققت PSC (P3HT: PCBM) أفضل كفاءة قياسية معتمدة من NREL-certified record 5.4%. (Berger & Kim, 2018)

المنسوجات:

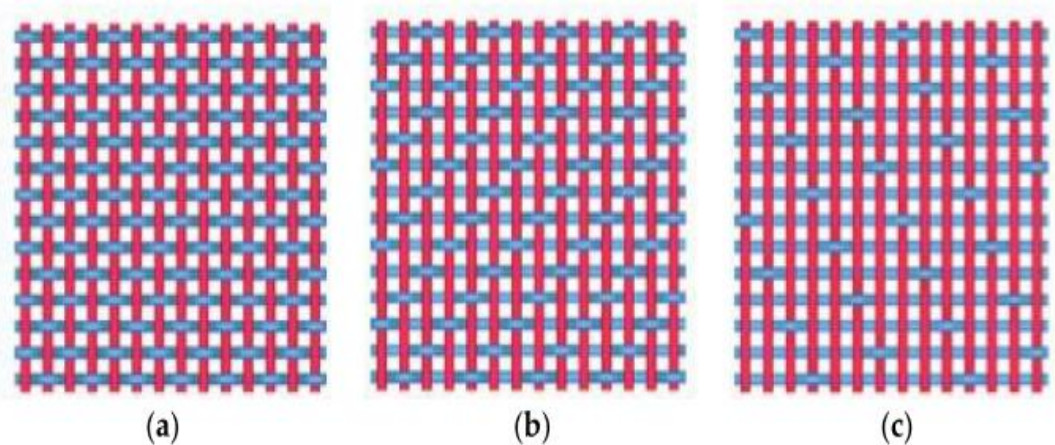
النسيج عبارة عن جسم مسطح يتكون من مجموعة من الخيوط الطولية "السداة" تتقاطع مع خيوط عرضية "اللحمة" بطريقة منتظمة ويختلف النسيج تبعاً لاختلاف تقاطع الخيوط، تركيبها واختلاف نوع الخيوط وغيرها من متغيرات التركيب البنائي النسيجي. فمنذ العصور القديمة والإنسان يمارس صناعة المنسوجات ليقى نفسه من تقلبات الجو، ولقد اختلف المؤرخون في تحديد نشأة النسيج، إلا أن صناعة الغزل والنسيج تعدمن أوائل الصناعات التي قام بها الإنسان يجرب أنواع مختلفة من الألياف والتركيب ليعرف مدى صلاحيتها لصناعة النسيج. فالنسيج كغيره من مجالات الفنون التشكيلية يحتاج إلى التجريب والاستحداث لمجموعة من المتغيرات التي من شأنها إحداث إضافة جديدة تسهم في إثراء هذا الفن، والتجريب في الفن هو سلوك يساعد على نمو التفكير، والأداء الإبداعي، والطلاقة التشكيلية من خلال عرض الجماليات والحلول المختلفة للموضوع. (ناجي، 2010؛ بلال، 2019)

كما وتطورت في العصر الحالي مع دخول التكنولوجيا وتطورت الآلات والخامات وكذلك التقنيات المستخدمة في طرق النسيج، وما يترتب على هذه الطرق من زخارف منسوجة تمتاز بالنقوش والملامس والألوان الأكثر تدرجاً وبعضها يمتاز بالشفافية مثل الشيفون، والدانتيل. إلى جانب تطور الخامات وهو عنصر أساسي في تركيب أي منسوج حيث الخامات ومواصفاتها، التركيب وتنوعها، طرق الأداء، الأنوال ومواصفاتها جميعاً تتحكم في مواصفات المنسوج الناتج. (بلال، 2019)

التركيب النسيجية:

التركيب النسيجية هي الكيفية التي يتم بواسطتها بناء المنسوج عن طريق تعايش خيوط السداة مع اللحمة أثناء عملية النسيج. ولقد مرت التركيب النسيجية بمراحل مختلفة تطورت من خلالها بتطور النسيج واختلاف أنواعه، واختلفت أنواع النسيج باختلاف أغراضه وخاماته الأولية وكذلك طريقة تنفيذه، ولقد عرف الإنسان عبر العصور القديمة التركيب النسيجية المختلفة وذلك بتعرفه على عملية النسيج نفسها حيث تطورت معرفته بالتركيب النسيجية بتطور النسيج في مراحلها المختلفة. (سلامة، 2013)

وتنقسم التركيب النسيجية إلى تركيب أساسية وتركيب مشتقة من هذه التركيب الأساسية. وهناك ثلاث تركيب أساسية كما هو موضح في الشكل رقم (6) وهي تركيب النسيج السادة، تركيب نسيج المبرد وتركيب نسيج الاطلس.



شكل رقم (6) يوضح المظهر السطحي لبعض التركيب النسيجية البسيطة

(a) تركيب سادة 1/1, (b) تركيب مبرد 2/2, (c) تركيب اطلس 8

(R. R. Mather & J. I. Wilson, 2017)

تركيب السادة (Plain weave):

هو أبسط أنواع التركيب النسجية علي الإطلاق، وأكثرها استخداما حيث تمثل الأقمشة التي يتم نسجها بواسطة النسيج السادة 80% من الأقمشة المنسوجة، وذلك لسهولة صباغتها، سهولة تنظيفها، العمر الاستهلاكي الطويل لها ، كما أنها أيضاً أكثرها متانة مقارنة بالأقمشة المنسوجة باستخدام التركيب الأخرى وذلك نتيجة اندماج وتعاشق خيوط السداء واللحمة وتبادلها في الظهور والتعاشق مع بعضها بطريقة منتظمة وبزاويا ٩٠ درجة كما هو موضح في شكل رقم (6) (a) .

ورغم بساطة تركيب النسيج السادة إلا أنه يستخدم في إنتاج أخف الأقمشة وزنا وأكثرها تماسكاً يمكن الحصول منه على تأثيرات مختلفة تؤثر تأثيراً مباشراً في مظهر وملبس القماش الناتج مع الغرض من الاستخدام. (سلامة, 2013; يشار, 2016)

تركيب المبرد (Twill weave):

يعتبر النسيج المبرد ثاني أنواع المنسوجات استعمالاً، وهو يختلف في مظهره و تركيبه عن النسيج السادة نتيجة لطريقة بنائه وتداخل خيوط السداء واللحمة معا، ويتميز بوجود تأثيرات خطوط مائلة من الشمال إلى اليمين أو العكس أو بوجود خطوط مائلة متعاقبة، وهذه الخطوط المائلة تكون بزوايا مختلفة الدرجات وهي ما تسمى بالزوايا المبردية كما هو موضح في شكل رقم (6) (b). وأبسط أنواع النسيج المبرد هو الذي يتكرر من استخدام ثلاثة خيوط من السداء مع ثلاثة خيوط من اللحمة ويسمى مبرد ١/٢. وكذلك المبرد الذي يتكرر نسجه باستخدام أربعة خيوط من السداء مع أربعة خيوط من اللحمة ويعرف باسم مبرد ٢/٢. ويعتبر هذان النوعان هما الأساس لجميع أنواع الأنسجة المبردة المشتقة. (سلامة, 2013; يشار, 2016)

تركيب الأطلس (satin weave):

يعتبر النسيج الأطلس ثالث أنواع التركيب النسجية البسيطة بعد النسيج السادة والنسيج المبرد، وأحيانا ما يعتبر مشتقا من النسيج المبرد، ويتميز النسيج الأطلس بوجه عام بسطح لامع نتيجة لتفرقة موضع تقاطع خيوط السداء واللحمة في التصميم وقد عرف النسيج الأطلس منذ العصور القديمة واشتهر الشرق بالمنسوجات المدبجة التي نسجت بهذه الطريقة.

ويتميز النسيج الأطلس بتقاطع خيط السداء مع خيط اللحمة مرة واحدة في كل تكرار بمعنى أن بناء النسيج الأطلس يتم بمرور خيط اللحمة فوق خيط سداء واحد وتحت عدد من خيوط السداء في كل تكرار أو بالعكس. أما تقاطع خيوط السداء واللحمة في النسيج الأطلس فعادة ما تكون متفرقة عن بعضها البعض تماما مما يتسبب عنه وجود تشييفات للخيوط (flats) على سطح النسيج وتختفي تقاطعات خيوط السداء واللحمة عادة تحت هذه التشييفات (قلة التقاطعات بين الخيوط) مما يساعد في نعومة ملمس القماش وظهور اللمعة المميزة للأطلس الناتجة عن انعكاس الضوء على سطح النسيج كما هو موضح في شكل رقم (6) (c).

وأبسط أنواع النسيج الأطلس هو ما ينتج من استخدام أربعة خيوط سداء وأربعة حدفات ويعرف بنسيج أطلس، أما أكثر أنواع الأطلس انتشاراً هو نسيج خمسة أطلس ونسيج ثمانية أطلس ويمكن عمل النسيج الأطلس باستخدام أي عدد من القتل واللحمت. (سلامة, 2013; يشار, 2016)

ونتيجة للتطور التكنولوجي في جميع المجالات بشكل عام ومجال النسيج بشكل خاص مما أدى إلى تنوع الأداء في الاستخدام ومن أحدث هذه الاستخدامات في مجال الطاقة.

إن النسيج الكهروضوئي المقدم في هذا البحث يعد إضافة جديدة في مجال تحويل الطاقة الشمسية. مما يجعل للمنسوجات الكهروضوئية تطبيقات واسعة ليس فقط في مجال الإلكترونيات المرنة والقابلة للارتداء فحسب ، بل ستكون بديلاً صديقاً للبيئة للطرق التقليدية. (Gao et al., 2019; Zhang et al., 2016; Velten, et al., 2013)

الإطار العملي للبحث:

الإطار العملي للبحث يهدف إلى استحداث الياف نسجية بوليمرية مولدة للطاقة الشمسية وابتكار نسجيات من هذه الاليف الكهروضوئية ذات كفاءة عالية ولتحقيق هذه الأهداف يتطلب منا الخطوات التالية: تركيب المحلول البوليمري (P3HT: PCBM) , وخطوات ترسيب الطبقات و تصنيع الخلية الشمسية بشكل كامل على أنواع مختلفة من الأسلاك المعدنية . كما تم عمل مجموعة من التركيب المختلفة للنسيج الكهروضوئي لتحديد أفضل كفاء وطاقة مولدة. وبناء على ذلك تمت الإجراءات التالية:

الإجراءات العملية لتحضير المواد المكونة للخلايا البوليمرية:

الاسلاك المعدنية (ابعاد الاسلاك -خطوات التجهيز): استخدمت اسلاك التيتانيوم بسماكة 0.5ملمتر وبطول 5 سم . تم تجهيزها من خلال الخدش باستخدام ورق صنفرة ناعمة جداً ثم تم تنظيف الاسلاك لإزالة الشوائب وذلك باستخدام الأسيتون .

تصنيع البوليمر (P3HT: PCBM):

تم تحضير محلول البوليمر بإذابة 50 مل جم من بوليمر P3HT (مادة مانحة للإلكترون) و 50 مل جم من بوليمر PCBM (مادة متقبل للإلكترون) في 1 مل من (1,2-dichlorobenzene) في صندوق القفازات (Glovebox) المفرغ من الأكسجين والمملوء بالنيتروجين مع تقليب محلول البوليمر بواسطة المغناطيس المتحرك (Magnetic stirrer) عند درجة حرارة 55 درجة مئوية لمدة 12 ساعة.

تصنيع الخلية البوليمرية النسجية الكهروضوئية:

ترسيب (PEDOT: PSS) على الاسلاك المعدنية: لترسيب PEDOT: PSS بسمك ~60 نانومتر على الأسلاك المعدنية تم استخدام تقنية الغمس في المحلول البوليمري لمدة 30 ثانية ثم التجفيف والتلدين في الفرن عند درجة حرارة 130 درجة مئوية لمدة 10 دقائق .

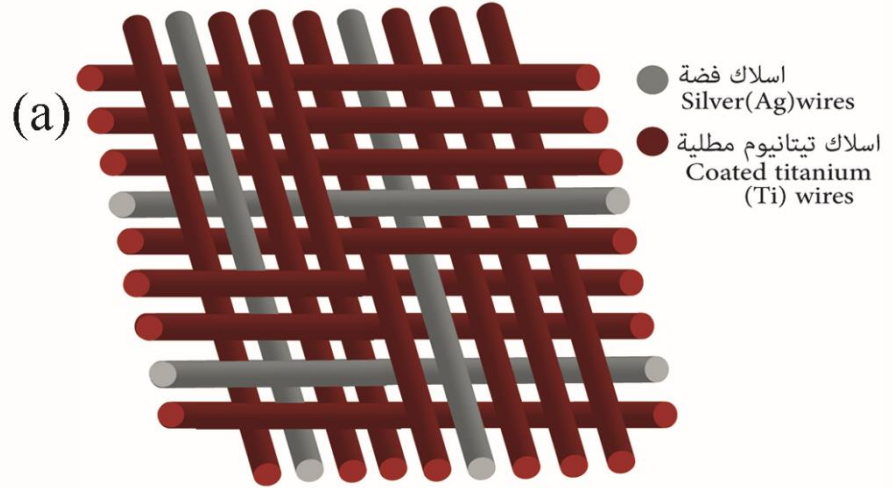
ترسيب (P3HT: PCBM) على الأسلاك المعدنية: لترسيب ~ 120 نانومتر من بوليمر P3HT: PCBM تم غمس الأسلاك المطلوبة بطبقة PEDOT: PSS في المحلول البوليمري P3HT: PCBM لمدة 30 ثانية ثم التجفيف والتلدين في الفرن عند درجة حرارة 130 درجة مئوية لمدة 10 دقائق.

النسج باستخدام الأسلاك المعدنية المعالجة:

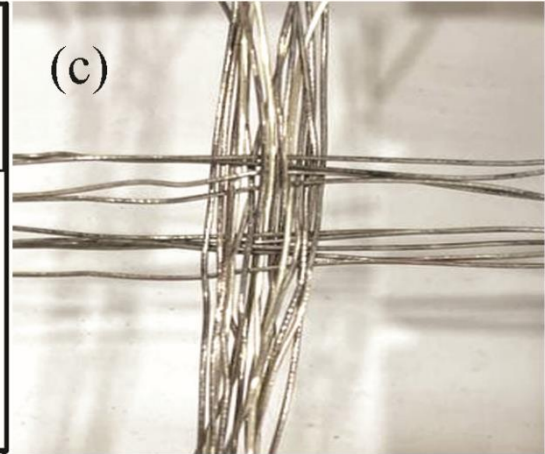
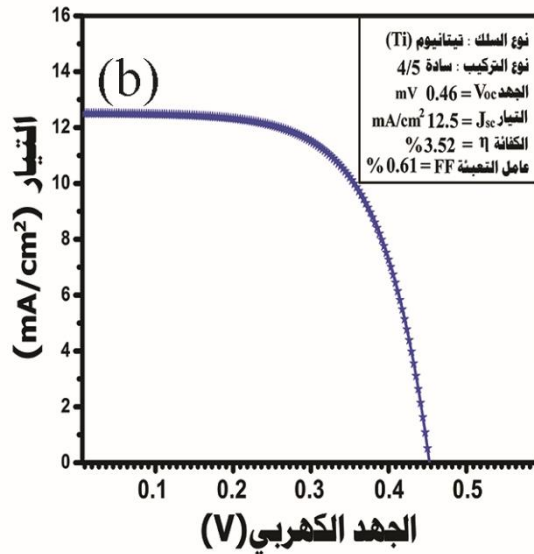
في هذا البحث تم اعتماد أسلاك التيتانيوم تحصل على أعلى كفاءة وذلك لأن أسلاك التيتانيوم ذات موصلية عالية كما تم اعتماد مجموعة مختلفة من التراكيب النسجية البسيطة لدراسة مدا تأثير التركيب النسجي على كفاءة النسج الكهروضوئي في توليد الطاقة الكهروضوئية . التراكيب المنفذة (سادة ممتد من الجهتين 5/4 - سادة ممتد من اللحمة 3/3 - مبرد 5/4 - مبرد 3/3 - أطلس 5 - أطلس 9) .

عينات من النسج الكهروضوئي المنفذ في البحث:

تركيب سادة ممتد من الجهتين 5/4:

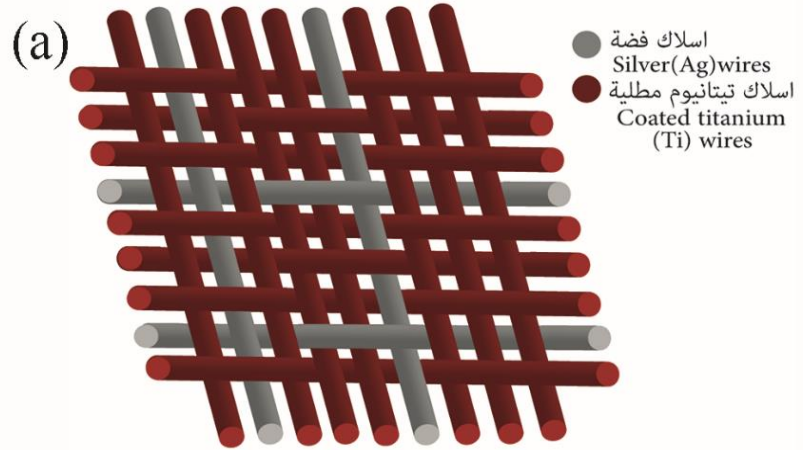


تركيب نسيج سادة ممتد من الجهتين 0/4
Plain weave 4/5

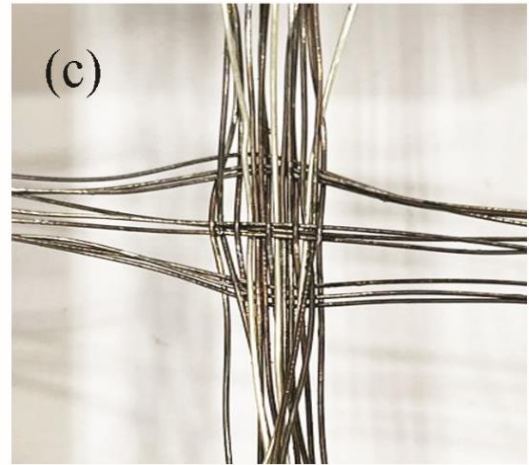
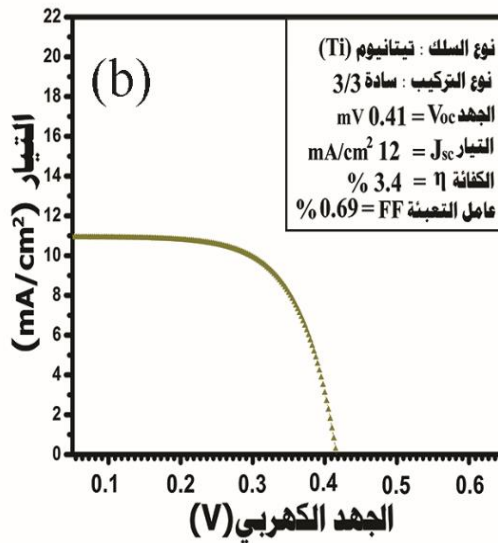


شكل رقم (7) (a) رسم 3D للتركيب النسيجي سادة ممتد من الجهتين 5/4، (b) رسم لمنحنى يوضح قياسات $J-V$ لـ الخلية الشمسية ذات التركيب النسيجي سادة ممتد من الجهتين 5/4 والمكونة من أسلاك التيتانيوم المقاسة تحت إضاءة شمسية محاكاة تبلغ 1.5 AM، (c) صورة فتوغرافية للنسيج سادة ممتد من الجهتين 5/4 والمكونة من أسلاك التيتانيوم.

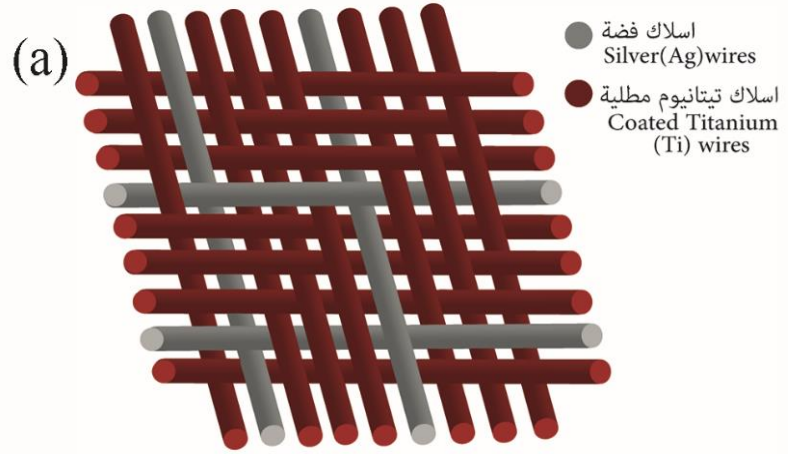
تركيب سادة ممتد من اللحمة 3/3:



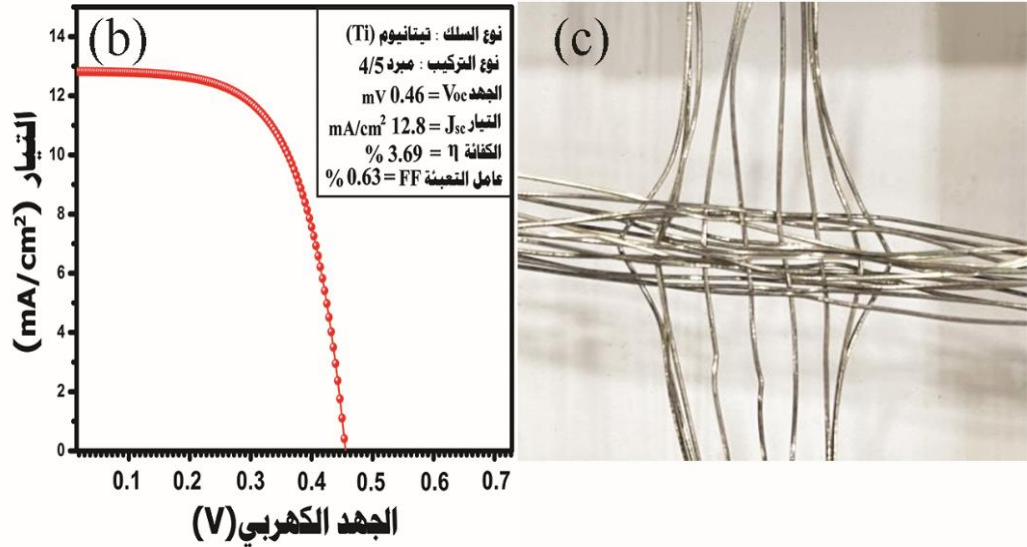
تركيب نسيج سادة 3/3
Plain weave 3/3



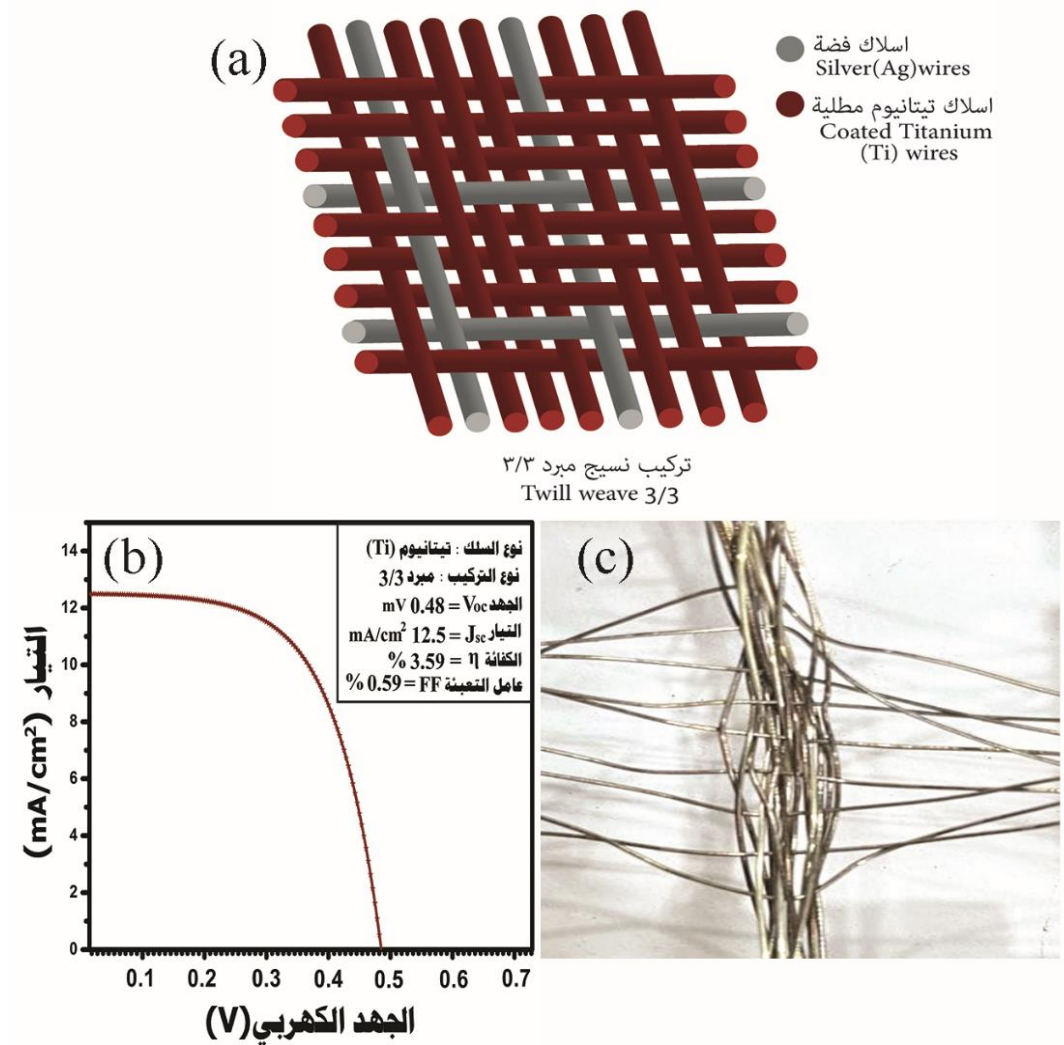
شكل رقم (8) (a) رسم 3D للتركيب النسيجي سادة ممتد من اللحمة 3/3، (b) رسم لمنحنى يوضح قياسات J-V لـ الخلية الشمسية ذات التركيب النسيجي سادة ممتد من اللحمة 3/3 والمكونة من أسلاك التيتانيوم المقاسة تحت إضاءة شمسية محاكاة تبلغ 1.5 AM، (c) صورة فتوغرافية للنسيج سادة ممتد من اللحمة 3/3 والمكونة من أسلاك التيتانيوم.



تركيب نسيج مبرد 5/4
Twill weave 4/5

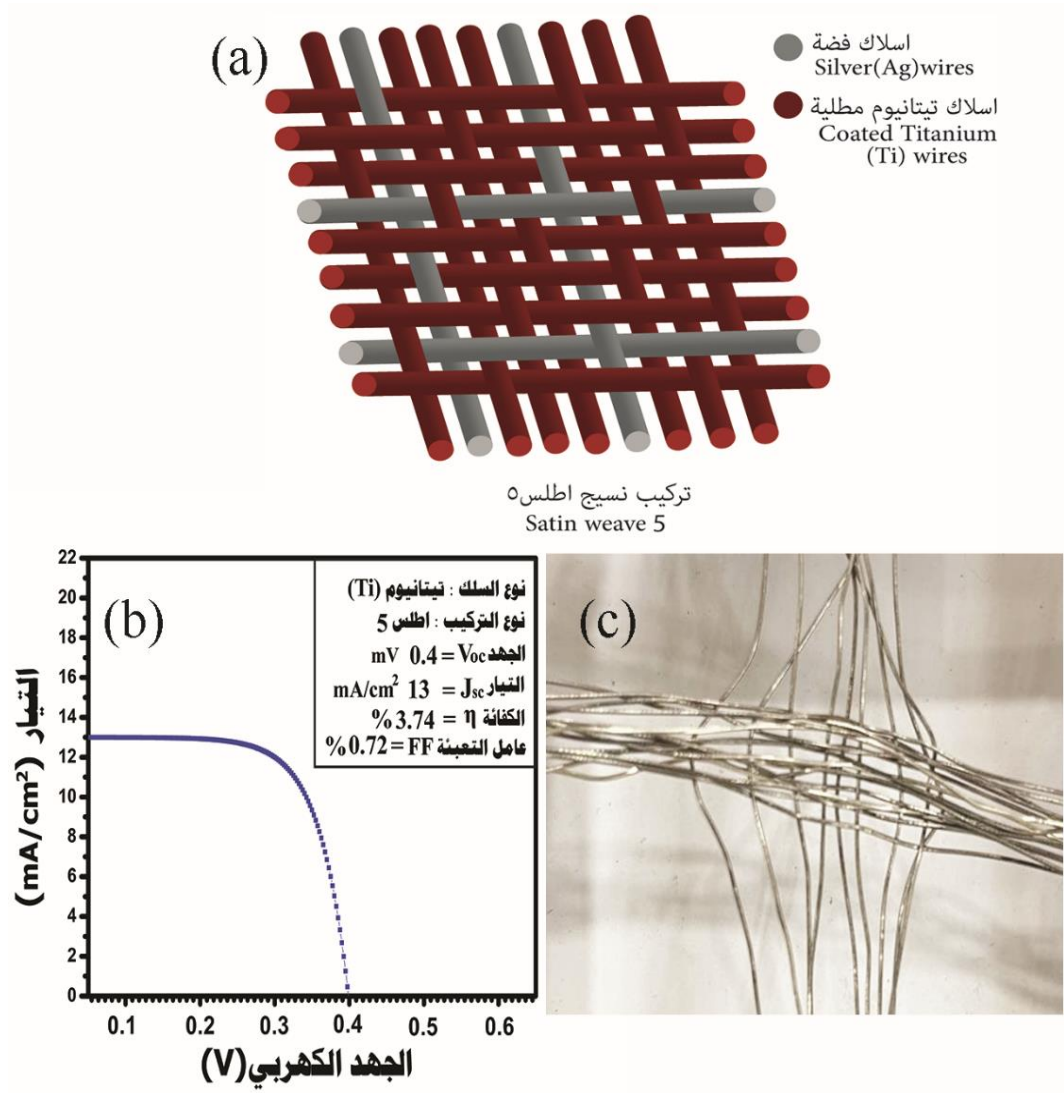


شكل رقم (9) (a) رسم 3D للتركيب النسيجي مبرد 5/4، (b) رسم لمنحنى يوضح قياسات J-V لـ الخلية الشمسية ذات التركيب النسيجي مبرد 5/4 والمكونة من أسلاك التيتانيوم المقاسة تحت إضاءة شمسية محاكاة تبلغ 1.5 AM، (c) صورة فتوغرافية للنسيج سادة مبرد 5/4 والمكونة من أسلاك التيتانيوم.



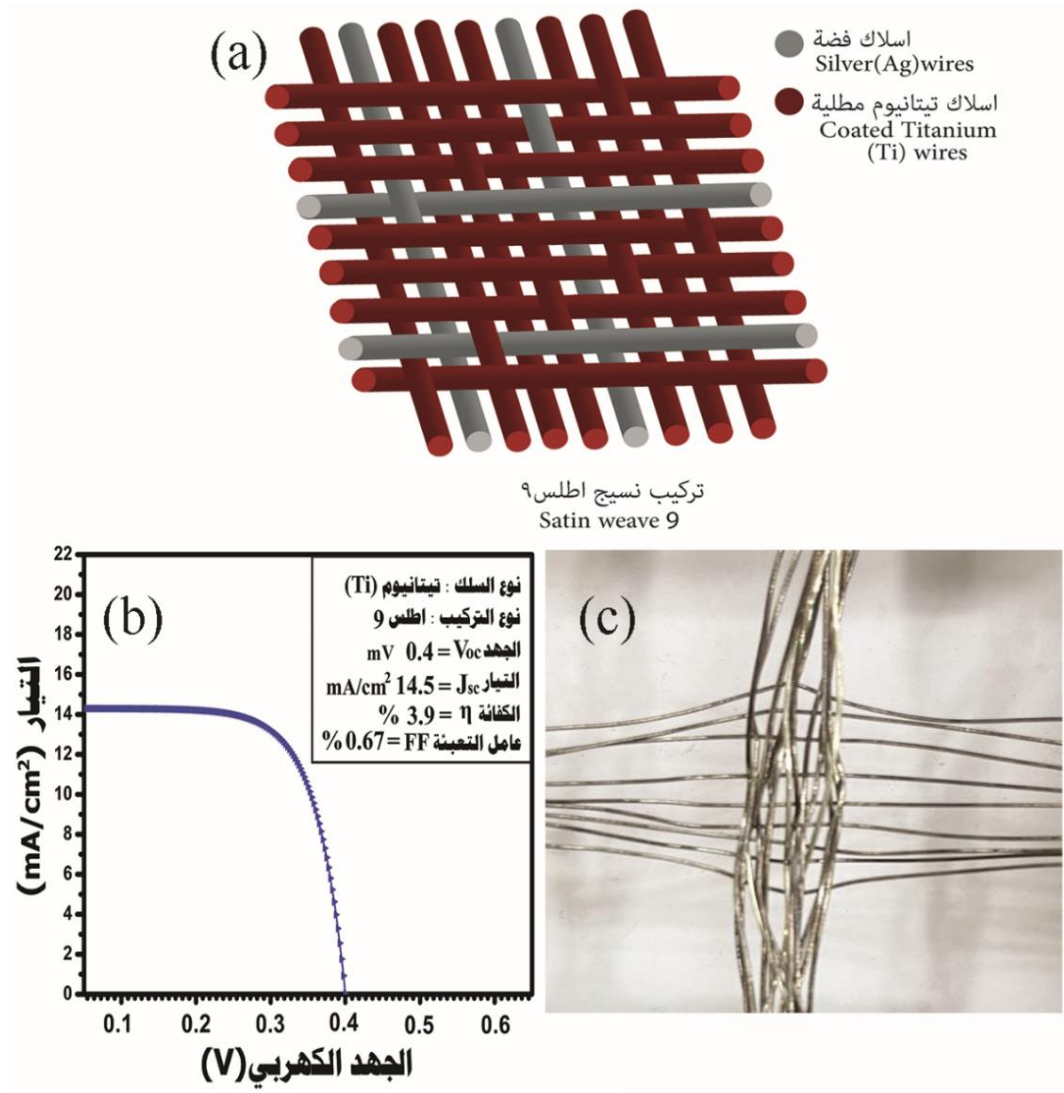
شكل رقم (10) (a) رسم 3D للتركيب النسيجي مبرد 3/3، (b) رسم لمنحنى يوضح قياسات J-V لـ الخلية الشمسية ذات التركيب النسيجي مبرد 5/4 والمكونة من أسلاك التيتانيوم المقاسة تحت إضاءة شمسية محاكاة تبلغ 1.5 AM، (c) صورة فتوغرافية للنسيج مبرد 3/3 والمكونة من أسلاك التيتانيوم.

تركيب أطلس 5:



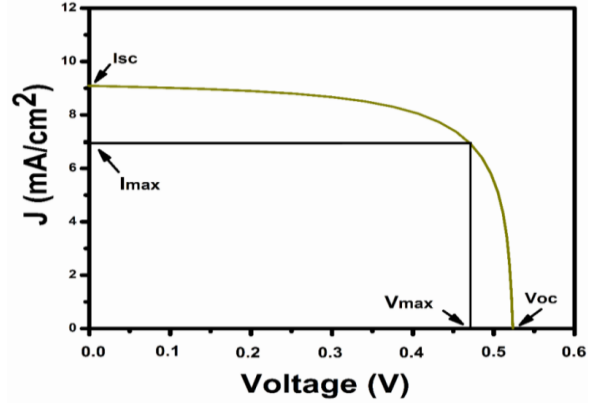
شكل رقم (11) (a) رسم 3D للتركيب النسيجي أطلس 5، (b) رسم لمنحنى يوضح قياسات J-V لـ الخلية الشمسية ذات التركيب اطلس 5 والمكونة من أسلاك التيتانيوم المقاسة تحت إضاءة شمسية محاكاة تبلغ 1.5 AM، (c) صورة فتوغرافية للنسيج اطلس 5 والمكونة من أسلاك التيتانيوم.

تركيب أطلس 9:



شكل رقم (12) (a) رسم 3D للتركيب النسيجي أطلس 9، (b) رسم لمنحنى يوضح قياسات J-V لـ الخلية الشمسية ذات التركيب اطلس 9 والمكونة من أسلاك التيتانيوم المقاسة تحت إضاءة شمسية محاكاة تبلغ 1.5 AM، (c) صورة فتوغرافية للنسيج اطلس 9 والمكونة من أسلاك التيتانيوم.

تحليل نتائج كفاءة النسيج الكهروضوئي:



شكل رقم (13) الشكل التخطيطي لمنحنى خصائص JV لخلية كهروضوئية تحت الإضاءة. (Al-Malki, 2020)

تم تحليل النسيج الكهروضوئي عبر نظام محاكاة للطاقة الشمسية لفحص خصائص J-V للجهد الحالي لجميع العينات تحت الإضاءة في 1.5G one-Sun (Air Mass) للإضاءة (100 مللي واط/سم²) المنطقة الفعالة من جهاز الخلية الشمسية 0.5 سم².

ولقياس المعلمات الكهروضوئية للنسيج الكهروضوئي (الجهد التيار المفتوح للخلايا الشمسية (V_{OC})) ، ومقاومة السلسلة (R_s) ، وعامل التعبئة (FF) ، وكثافة تيار الدائرة القصيرة (J_{SC}) ، ومقاومة التحويل (R_{sh}) ، وكفاءة (η) للخلية (تم استخدام المعلومات الظاهرة من منحنى J-V في الشكل رقم (4-19) وباستخدام المعادلات التالية :

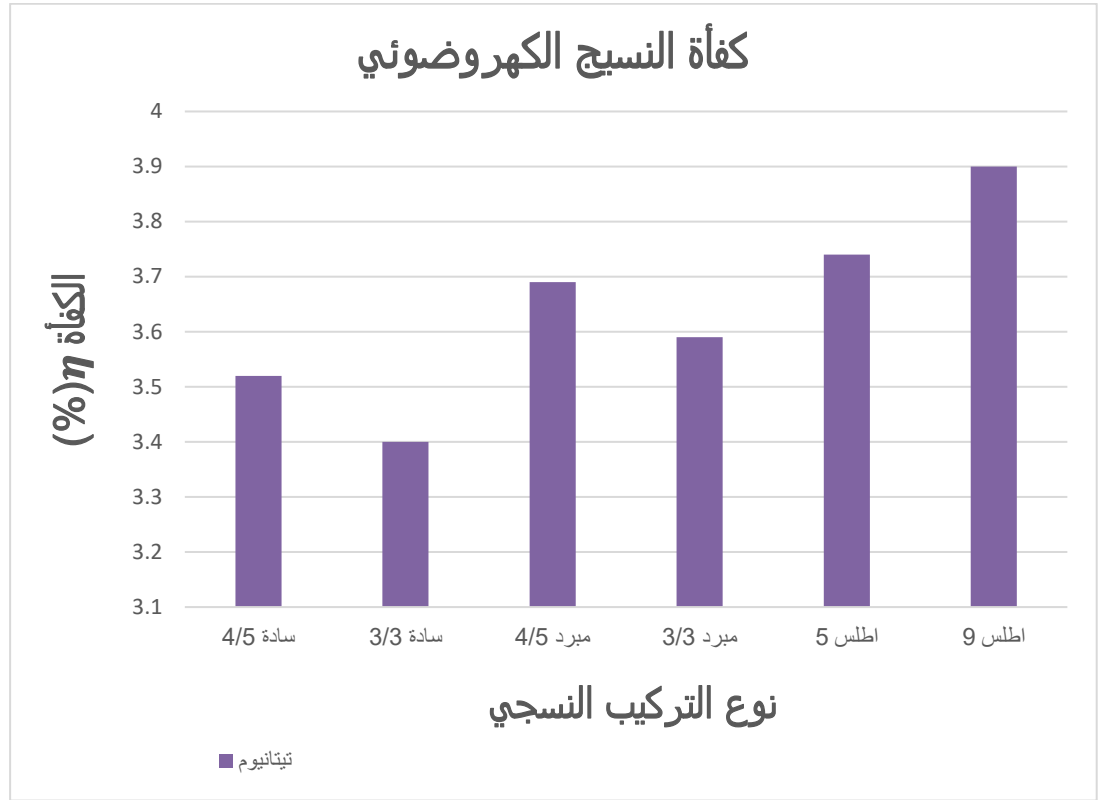
$$FF = \frac{J_{max} \times V_{max}}{J_{sc} \times V_{OC}} \quad (\text{PCE}) \eta \text{ given by}$$

$$PCE = \frac{J_{sc} \times V_{OC} \times FF}{P_{input}} \quad \eta = \frac{V_{oc} J_{sc} \times FF}{P_{in}}$$

حيث J_{SC} هو تيار الدائرة القصيرة، V_{OC} هو جهد دائرة مفتوحة ، FF هو عامل التعبئة و P_{in} هو كثافة طاقة الفوتونات الساقطة.

جدول رقم (1) يوضح الاختلافات في قيمة كفاءة للخلية النسيجية الكهروضوئية بناء على اختلاف التركيب النسيجي.

التركيب النسيجي	4/5 سادة	3/3 سادة	4/5 مبرد	3/3 مبرد	أطلس 5	أطلس 9
كفاءة الخلية	3.52	3.4	3.69	3.59	3.74	3.9



شكل رقم (14) رسم بياني يوضح الاختلافات في قيمة كفاءة للخلية النسيجية الكهروضوئية بناء على اختلاف التركيب النسيجي.

النتائج:

- تم تأكيد وجود فروق مؤثرة ذات دلالة إحصائية لتأثير بعض متغيرات التركيب البنائي النسيجي على كفاءة النسيج الكهروضوئي.
- أفضل التراكيب النسيجية والتي أعطت أعلى كفاءة هي الأطلس بأنواعه ويرجع ذلك إلى زيادة الامتدادات (التشبيقات) على سطح المنسوج وقلة التقاطعات بين خيوط السداء واللحمة والتي أدت إلى زيادة المساحة المعرضة للضوء.
- أقل التراكيب النسيجية كفاءة السادة بأنواعه ويرجع السبب إلى التقاطعات الكثيرة بين خيوط السداء واللحمة وانحناء الأسلاك بسبب التقاطعات مما يعيق مرور التيار في الأسلاك كما أن مساحة النسيج المعرضة للضوء محدودة.

التوصيات:

- يوصي البحث بالعمل على مجموعة من التجارب لتحسين أداء النسيج الكهروضوئي.
- يوصي البحث بالعمل على توجيه مجال النسيج للاستفادة من الخامات.
- يوصي البحث بقياس تأثير تراكيب أخرى على كفاءة الطاقة مثل (تركيب اللحمة الزائدة).

Abstract:

The research dealt with the effect of the textile structure variable on the energy efficiency of the photovoltaic fabric, which is considered one of the promising materials, especially as it is considered one of the clean materials that contribute to preserving the environment and contributing to reducing the consumption of traditional energy sources and thus preserving natural resources for future generations.

Through this research, many laboratory experiments were carried out on tissue samples with different types of tissue structures, and work on measuring their efficiency in the laboratory and comparing the results obtained in the laboratory in an attempt to reach the best tissue structure with high properties and capabilities to generate electrical energy.

The research recommends working on a set of experiments to improve the performance of photovoltaic fabric and directing the field of fabric to take advantage of the material and its capabilities.

المراجع:

- Al-Malki, R. M. M. (2020). Study of Deposited Photoactive Antimony Sulfide (Sb₂S₃) Thin Films Synthesized by Simple Solvothermal and Sulfurization Methods .
- Aneesh, P., Kumar, C. R., Varma, P. R., Vivek, K., & Namboothiry, M. A. (2015). Enhancement in photovoltaic properties of plasmonic nanostructures incorporated organic solar cells processed in air using P3HT: PCBM as a model active layer. *Organic Photonics and Photovoltaics*, 3 .(1)
- Berger, P., & Kim, M. (2018). Polymer solar cells: P3HT: PCBM and beyond. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 10(1), 013508 .
- Doi, M. (1996). Introduction to polymer physics: Oxford university press.
- Gao, Z., Liu, P., Fu, X., Xu, L., Zuo, Y., Zhang, B., . . . Peng, H. (2019). Flexible self-powered textile formed by bridging photoactive and electrochemically active fiber electrodes. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(24), 14447-14454 .
- Kadem, B. Y. (2017). P3HT: PCBM-based organic solar cells: Optimisation of active layer nanostructure and interface properties: Sheffield Hallam University (United Kingdom).
- Mather, R. R., & Wilson, J. I. (2017). Fabrication of photovoltaic textiles. *Coatings*, 7(5), 63 .
- Mather, R. r., & Wilson, J. I. b. (2017). Fabrication of Photovoltaic Textiles. In artical: MDPI.
- Mrinalini, M., Islavath, N., Prasanthkumar, S., & Giribabu, L. (2019). Stipulating Low Production Cost Solar Cells All Set to Retail...! *The Chemical Record*, 19(2-3), 661-674 .
- Rahaq, Y. S. (2017). Fabrication of solution-processed photoactive polymer-and halide perovskite-based solar cells. Sheffield Hallam University ,
- Ranabhat, K., Patrikeev, L., Antal'evna-Revina, A., Andrianov, K., Lapshinsky, V., & Sofronova, E. (2016). An introduction to solar cell technology. *Journal of Applied Engineering Science*, 14(4), 481-491 .
- Sharma, A. (2016). Energy harvesting using photovoltaic and betavoltaic devices. Louisiana Tech University ,
- Yi-Bing Cheng, A. P., Fuzhi Huang & Yong Peng (2016). Print flexible solar cells. *Nature*. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/539488a>
- Zhang, N., Chen, J., Huang, Y., Guo, W., Yang, J., Du, J., . . . Tao, C. (2016). A wearable all-solid photovoltaic textile. *Advanced materials*, 28(2), 263-269 .
- البدري, ك. د. (2004). تحسين كفاء أداء الخلايا الشمسية باستخدام أنواع جديدة من المركبات الشمسية. (ماجستير). جامعة تكريت,
- الشمراي, ع. ص. (2017). استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة في المشاعر المقدسة. جامعة أم القرى الملتقى العلمي الـ 17 لـابحاث الحج والعمرة والزياره.
- الطائي, و. ع. (2002). نحو تشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية. (ماجستير). جامعة بغداد.,
- العيد, ق. (2019). خطة الطاقة الشمسية في منطقة البحر الأحمر المتوسط "MSP" كحافز لتجسيد التنمية المستدامة في الجزائر (Vol. 006): جامعة العربي بن مهدي أم البواقي - كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.
- النقرش, ع. (2005). الطاقة مفاهيمها , انواعها, مصادرها. وزارة الطاقة والثروة المعدنية الاردنية حكومي, ت. (2016). 2030 رؤية <https://www.vision2030.gov.sa/ar> /Retrieved from

- سلامة, ر. ا., مصطفى, أشرف, زلطر, بسمة. (2013). التراكيب النسجية والاستفادة منها في إثراء المشغولة النسجية اليدوية جامعة المنصورة مجلة بحوث التربية النوعية, 32.
- عبدالرؤوف, إ. ع. (2012). الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة: دراسة تحليلية وتطبيقية على الطاقة الشمسية في مصر. مجلة البحوث القانونية والإقتصادية (المنصورة), 3(3).
- عبدالله, أ. ع. أ. (2009). أثر الطاقة البديلة على التنمية المستدامة بالتطبيق على مشروع الطاقة الشمسية محلية أم روابة. أم درمان. عبدالله, س. ه. (2013). اقتصاديات الطاقة المتجددة في دول مختارة. البصرة.
- عبدالهادي, م. ع. (2012). نحو تشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية. كلية الهندسة جامعة المنصورة.
- فليف, ع. س. (2017). الخلايا الكهروضوئية المتكاملة مع غلاف المبنى وأثرها على التصميم المعماري للمباني العامة مباني المدارس في قطاع غزة كحالة دراسية. (ماجستير). الجامعة الإسلامية غزة,
- للإحصاء, ا. ا. (2018). مؤشرات الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. Retrieved from stats.gov.sa
- محمد, ا. ج. ع. (2013). استخدامات الطاقة والتنمية المستدامة في السودان بالتركيز على الطاقة المتجددة. الخرطوم.
- يشار, ح., الدسوقي, هبة, الشاعر, منال, درويش, بسمة. (2016). دراسة تأثير اختلاف بعض التراكيب البنائية للأقمشة المطبوعة والاستفادة بها في تنفيذ الملابس الخارجية للسيدات مجلة كلية التربية النوعية 5.