



كلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض و الكون

قسم طاقات المتجددة في الميكانيك

مذكرة مكملة لنيل شهادة الماستر

الميدان :الطاقات المتجددة

التخصص: الطاقات المتجددة في الميكانيك

من اعداد الطلبة :

العقون ميادة

بلعباس عبدالكريم

بعنوان :

الخلايا الشمسية الصبغية العضوية القائمة على ثاني أكسيد التيتان

(TiO_2)

تمت مناقشتها علنا يوم 10 جوان 2024 أمام اللجنة:

جامعة ورقلة

رئيسا

د. معمور حسين

جامعة ورقلة

مشرفا

د. رواق عمر

جامعة ورقلة

ممتحنا

د. أمحمد درنوني

السنة الجامعية 2023-2024

الإهداء

قدم نجاحي هذا الى نفسي اولا التي بقيت صامدة الى هذه اللحظة الى والداي اللذان كان سندا دائماً لي في كل مطبات هذه المسيرة و من شجعني اخوتي و بالأخص اختي الكبرى مسعودة

- الى تلك الروح الطاهرة التي غادرتني الى جوار ربه امال رحمها الله
- الى كل صديقاتي اللواتي حضرن معي في كل لحظة خاصة حياة.
- والى الدكتور الذي رافقني طوال مسيرة الدراسة في هذا التخصص وفي انجاز هذا العمل **عمر روائي**.

دمتم رفقاء في جميع نجاحاتي أن شاء الله

العقون ميادة

الإهداء

الحمد لله رب العالمين ، والصلاة والسلام على سيدنا محمد المبعوث رحمة للعالمين ومنار
هداية ودليل رشاد للناس أجمعين.

الشكر والفضل لله الذي أعانني ووفقني إلى إتمام هذه المذكرة ، ثم إلى والداي الكريمين.
والى جميع اصدقائي وخاصة محمد طاهر شبوبة و توفيق حمدون

كما أتقدم بالشكر الجزيل للمشرف على هذه المذكرة الدكتور عمر مرواق وما بذله
من جهد و نصح وتوجيه

بلعباس عبد الكريم

تشكرات

الحمد لله رب العالمين قال تعالى :

{رَبِّ أَوْزَعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ
وَأَصْلِحْ لِي فِي دُرِّيَّتِي إِنَّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ} سورة النمل الآية 19

نشكر الله العلي العظيم على إتمام هذا العمل

- كما نتقدم بخالص الدعاء و أصدق عبارات الشكر و الامتنان من قلوب فائضة بالمحبة و الاحترام و التقدير إلى المشرف الدكتور **رواق عمر** الذي كان له الفضل في إرشادنا للبحث في هذا الموضوع ،وثانيا لكرمه العلمي ونصائحه القيمة فجزاه الله خير ما قدمه لنا فله منا جزيل الشكر وخالص التقدير .

كما نتوجه بالشكر الجزيل لكل من **الدكتور غربي إبراهيم** و **الدكتور ركي فارس** **محمد العيد** على المجهودات المبذولة من نصح وتوجيه .

قائمة الأشكال

الفصل الأول

- الشكل-I-1: خلية شمسية 11
- الشكل-I-2: (b) الخلايا متعددة البلورات (a) الخلايا الأحادية البلورية 12
- الشكل-I-3: خلية السيليكون غير المتبلورة 13
- الشكل-I-4: خلايا CIGS 14
- الشكل-I-5: خلايا CdTe 14
- الشكل-I-6: الخلايا الشمسية العضوية 15
- الشكل-I-7: انتقال الالكترونات في الخلية الشمسية القائمة على السليكون 18
- الشكل-I-8: انتقال الالكترونات في الخلية الكهروضوئية الصبغية القائمة على TiO_2 20
- الشكل-I-9: تمثيل خلايا وحدة كريستال من (TiO_2) (الروتيل: A) (اناتاز: B) (بروكايت: C) 22
- الشكل-I-10: طيف الضوء مع منطقة عمل TiO_2 23

الفصل الثاني

- الشكل-II-1: التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء لعصير التوت الطيف 25
- الشكل-II-2: طيف الامتصاص لصبغة الرمان 27

الفصل الثالث

- الشكل-III-1: نقع الركائز في الماء المقطر والاسيتون 30
- الشكل-III-2: تحضير الخليط TiO_2 31
- الشكل-III-3: ترسيب الخليط على الركيزة بدويا 31
- الشكل-III-4: تجفيف الركيزة 32
- الشكل-III-5: وضع الركيزة في محلول عضوي عصير العنب وعصير الرمان 32
- الشكل-III-6: الركيزة بعد نقع في المحلول العضوي غسلها بالماء المقطر 33
- الشكل-III-7: تحضير الكاثود المكربن 33
- الشكل-III-8: توصيل الاسلاك ووضع البيتادين على الانود 34
- الشكل-III-9: تجميع الخلية 34
- الشكل-III-10: بداية التوصيف الكهربائي 34

الفصل الرابع

- الشكل-IV-1: نسبة اختراق الفوتونات الضوئية لخلية كهروضوئية بصبغ العنب 38
- الشكل-IV-2: نسبة اختراق الفوتونات لخلية كهروضوئية بصبغ الرمان 38
- الشكل-IV-3: قيمة امتصاص الفوتونات في خلية كهروضوئية بصبغ الرمان 39
- الشكل-IV-4: قيمة امتصاص الفوتونات في الخلية كهروضوئية بصبغ العنب 40
- الشكل-IV-5: منحني الخلية كهروضوئية عند استخدام صبغ الرمان في الضوء 41
- الشكل-IV-6: جهد خلية محفزة بصبغ الرمان في الضوء 41
- الشكل-IV-7: جهد الخلية كهروضوئية عند استخدام صبغ العنب في الظلام 43
- الشكل-IV-8: جهد الخلية كهروضوئية عند استخدام صبغ العنب في الضوء 44
- الشكل-IV-9: مكونات الخلية بعد التلدين وقبل النقع في المحلول العضوي 44
- الشكل-IV-10: صورة بجهاز ال MEB ل TiO_2 بعد التلدين وقبل النقع في محلول عضوي 45
- الشكل-IV-11: صورة بجهاز ال MEB ل TiO_2 بعد التلدين وقبل النقع في محلول عضوي 45
- الشكل-IV-12: صورة بجهاز ال MEB ل غشاء خلية بعد النقع في محلول الرمان 46
- الشكل-IV-13: صورة MAB لخلية تم نقعها في محلول العنب 47

قائمة الجداول

الفصل الأول

الجدول I-1: التضاريس الطبيعية لأكسيد التيتانيوم TiO_2 22

الفصل الرابع

الجدول IV-1: توصيف الخلية الكهروضوئية ذات محفز الرمان تحت الإضاءة والتعتيم 37

الجدول IV-2: قيم الجهد لخلية كهروضوئية بصبغة الرمان في الإضاءة والظلام 37

الجدول IV-3: الجهد للخلية التي تم نقعها في محلول العنب في الضوء والظلام 42

الجدول IV-4: مكونات الغشاء الرقيق لخلية بعد التلدين وقبل النقع في المحلول العضوي 44

الجدول IV-5: غشاء خلية بعد النقع في محلول الرمان 46

الجدول IV-6: مكونات الخلية بعد النقع في محلول العنب 46

الفهرس

| | |
|----------|----------------|
| I..... | الإهداء |
| II..... | الإهداء |
| III..... | تشكرات |
| IV..... | قائمة الأشكال |
| 9..... | المقدمة العامة |

الفصل الأول: مفاهيم عامة حول الخلايا الشمسية

| | |
|---------|---|
| 11..... | 1-1 مقدمة |
| 11..... | 2-1 تعريف الخلايا الشمسية: |
| 11..... | I-3 أجيال الخلايا الشمسية |
| 12..... | I-3-1 الجيل الأول |
| 12..... | I-3-1-1 أنواعها |
| 13..... | I-3-2 الجيل الثاني |
| 13..... | I-3-2-1 أنواعها |
| 15..... | I-3-3 الجيل الثالث |
| 15..... | I-3-3-1 أنواعها |
| 16..... | 4-المواد المستخدمة في الخلايا الشمسية |
| 18..... | 5-تكنولوجيا الخلايا الكهروضوئية |
| 18..... | 5-1 مبدأ عمل الخلايا الشمسية الكهروضوئية القائمة على السليكون |
| 19..... | 6-تكنولوجيا الخلايا الشمسية: |
| 19..... | 6-1 مبدأ تشغيل الخلايا الشمسية الحساسة للصبغ DSSC القائمة على أكسيد التيتان |
| 20..... | I-7 المزايا والعيوب |
| 20..... | I-7-1 المزايا |
| 20..... | I-7-2 العيوب |
| 21..... | 8-أكسيد التيتان TiO_2 |
| 21..... | 8-1 تعريف ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 : |
| 23..... | 8-2 الخصائص الذرية |
| 23..... | 8-3 الخصائص البصرية: |
| 24..... | 9-خاتمة |

الفصل الثاني: الدارات السابقة

| | |
|---------|------------|
| 25..... | 1-II مقدمة |
|---------|------------|

الفهرس

25.....2-II الدراسات السابقة.....

29.....3-II الهدف.....

الفصل الثالث: بروتوكول انتاج الخلايا الشمسية

30.....1-III مقدمة.....

30.....2-III خطوات انتاج وتوصيف خلايا شمسية.....

30.....1-2-III تحضير الركيزة.....

30.....2-2-III تنظيف الركيزة.....

31.....3-2-III ترسيب TiO_2

32.....4-2-III وضع اللمسات الأخيرة على طبقة TiO_2 المودعة :.....

32.....3-III تجميع الخلايا الشمسية :.....

34.....4-III توصيف الطبقة المودعة.....

35.....5-III الخاتمة.....

الفصل الرابع : تحليل النتائج ومناقشتها

36.....1-IV توصيف TiO_2

36.....2-IV توصيف طبقات أكسيد التيتان.....

37.....3-IV توصيف الخلية الشمسية:.....

48.....4-IV الخاتمة.....

49.....الخاتمة العامة.....

50.....المراجع.....

53.....الخلاصة.....

المقدمة العامة

المقدمة العامة

تعتبر الخلايا الشمسية الصبغية واحدة من اهم الابتكارات في مجال الطاقات المتجددة وهذه الخلايا تعتمد على استخدام الصبغات العضوية لتحويل الفوتونات الضوئية الى طاقة كهربائية مما يجعلها بديلا واعدة للخلايا الشمسية التقليدية المصنوعة من السليكون، لامتلاكها لعدة مزايا تجعلها تقنية جذابة ويمكن تصنيعها باستخدام عمليات بسيطة ب مواد وفيرة كما ان قدرتها على العمل بكفاءة وفي ظروف اضاءة منخفضة يجعلها مثالية للاستخدام في مجموعة متنوعة من التطبيقات من الأجهزة المحمولة الى النوافذ الذكية التي تولد الكهرباء.

الا ان هذه الخلايا تواجه نقص في الأبحاث لتطويرها واعتمادها في الجزائر بالرغم من انها تم اختراع هذا النوع من الخلايا منذ 25 سنة على يد ميشيل غريترال الذي اعتمد على عملية محاكاة التمثيل الضوئي للنباتات، حيث تستخدم صبغات عضوية لامتصاص الضوء وهذا عن طريق الاعتماد على أكسيد التيتان لقدرته العالية على التفاعل مع الصبغات العضوية.

هذا ما سنتطرق له في هذه المذكرة الخلايا الشمسية الصبغية القائمة على أكسيد التيتان و مقارنة بين محفزين عضويين مختلفين وهما صبغة الرمان و صبغة العنب. من اجل هذا نظمت هذه الرسالة على النحو التالي :

- الفصل الأول: سنتعرف على تعريف الخلايا الشمسية وأنواعها ومكونات كل نوع وخصائص كل نوع، وسنركز على نوع جديد وهو الخلايا الشمسية الحساسة للصبغة القائمة على أكسيد التيتان وهو عنوان هذا مذكرة.
- الفصل الثاني: تطرقنا في الفصل الثاني للدراسات السابقة للباحثين الذين قاموا بإنتاج وتوصيف الخلايا الشمسية الصبغية القائمة على أكسيد التيتان وطرق ترسيب أكسيد التيتان بطرق مختلفة
- الفصل الثالث: البروتوكول المتبع لإنتاج الخلايا الشمسية الصبغية
- الفصل الرابع: مناقشة وتحليل النتائج المتحصل عليها من هذه التجربة.

الفصل الأول I

مفاهيم عامة حول الخلايا الشمسية

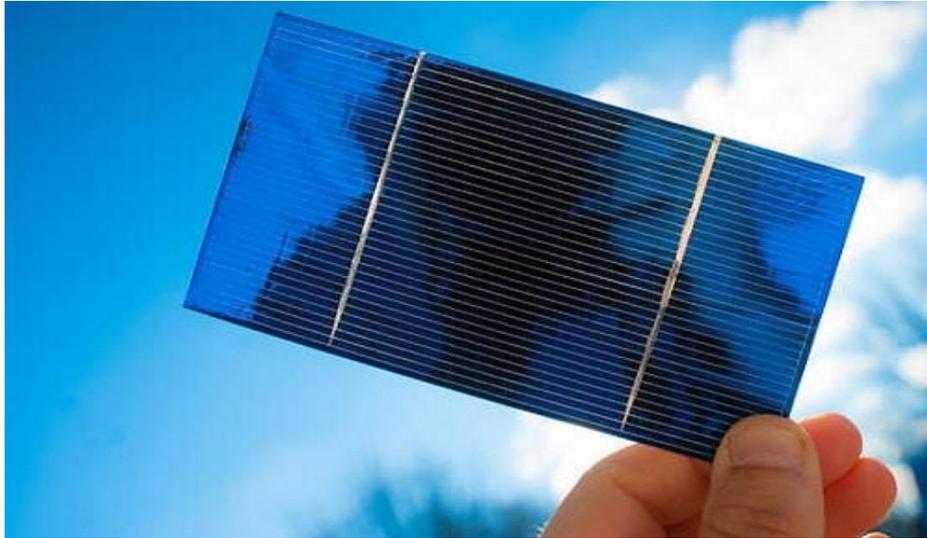
1-I مقدمة

نناقش في هذا الفصل المعارف المختلفة حول الخلايا الكهروضوئية وأجيالها المختلفة ونهتم على وجه الخصوص بالخلايا الشمسية ذات الصبغة العضوية المستخدمة في دراسة. وسنقوم بدراساتها مع مميزاتا وعيوبها فيما يتعلق بكفاءة الخلايا الشمسية الصبغية وفهم كيفية عملها وجودتها. الكهروضوئية.

2-I تعريف الخلايا الشمسية:

الخلية الشمسية أو الخلية الكهروضوئية (PV cell) هي جهاز إلكتروني يحول طاقة الضوء مباشرة إلى كهرباء عن طريق التأثير الكهروضوئي. وهي شكل من أشكال الخلايا الكهروضوئية، وهي جهاز تختلف خصائصه الكهربائية (مثل التيار أو الجهد أو المقاومة) عند تعرضه للضوء. غالبًا ما تكون أجهزة الخلايا الشمسية الفردية هي اللبنة الكهربائية للوحدات الكهروضوئية، والمعروفة بالعامة باسم "الألواح الشمسية". يمكن للخلية الشمسية المصنوعة من السيليكون أحادية الوصلة أن تنتج أقصى جهد للدائرة المفتوحة يبلغ حوالي 0.5 إلى 0.6 فولت.

قد تعمل الخلايا الكهروضوئية تحت ضوء الشمس أو الضوء الاصطناعي. بالإضافة إلى إنتاج الطاقة، يمكن استخدامها ككاشف ضوئي (على سبيل المثال، كاشفات الأشعة تحت الحمراء)، أو الكشف عن الضوء أو الإشعاع الكهرومغناطيسي الآخر بالقرب من النطاق المرئي، أو قياس شدة الضوء



الشكل-I-1: خلية شمسية

3-I أجيال الخلايا الشمسية:

هناك عدة أنواع من الخلايا الشمسية، والتي يمكن تصنيفها على النحو التالي:

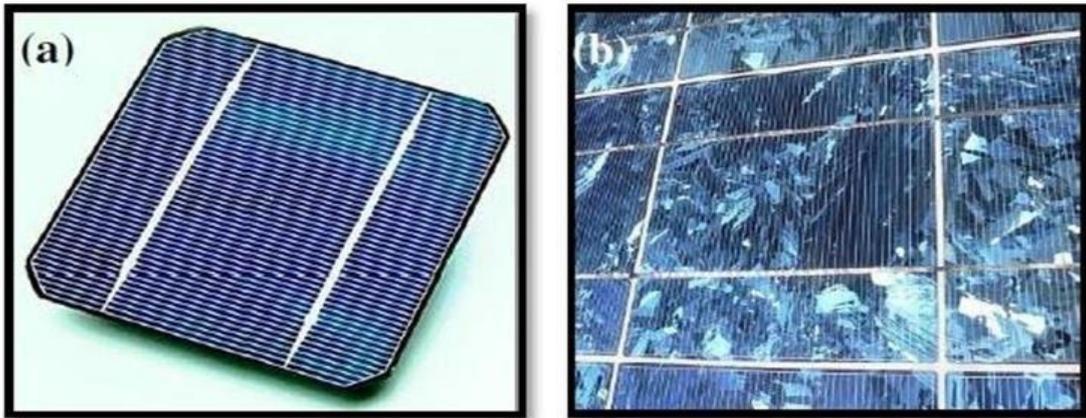
1-3-I الجيل الأول:

تعتمد تقنية الخلايا الشمسية بشكل أساسي على استخدام رقائق السليكون، وغالبًا ما تظهر كفاءتها تقريبًا حوالي 15%. هذه الأنواع من الخلايا الشمسية تهيمن على السوق، وتُستخدم بشكل رئيسي على أسطح المنازل. تتمثل فوائد تقنية الخلايا الشمسية في أدائها الممتاز واستقرارها العالي، ومع ذلك، فإنها تتطلب كميات كبيرة من الطاقة في عملية الإنتاج وتظل صلبة. ومع ذلك، ما زالت تشكل أكثر من 80% من سوق الخلايا الشمسية. هناك أنواع معينة من الخلايا الشمسية السليكونية البلورية تتوفر أيضًا. [1]

1-3-I أنواعها

❖ **أحادي البلورية:** بلورات السيليكون في هذا النوع تكون ذات اتجاه واحد ونقاوة عالية، مما يجعلها الخيار الأعلى. تعتبر هذه البنية البلورية من أكثر البنى انتظامًا، وتتراوح ألوانها بين الأزرق والأسود، وبالإمكان تصنيع خلايا شمسية بألوان أخرى، ولكن ستكون التكلفة أعلى نظراً لتقليل كفاءة الخلية. يعتبر اللون الذهبي أو الأرجواني خياراً مميزاً، لكنه يؤدي إلى خسارة في الكفاءة تصل إلى 20%، وتتراوح كفاءة الخلية من 15% إلى 20% في حالة الخلايا الشمسية أحادية التبلور.

❖ **متعدد البلورات:** بسبب توجهات مختلفة لبلورات السيليكون، تبدو وكأنها قطع متنوعة وغير منتظمة، مما ينتج عنه مجموعة متنوعة من الألوان، وغالبًا ما تكون هذه الألوان في درجات متعددة من اللون الأزرق. ومع ذلك، يمكن أيضًا أن تظهر ألواناً أخرى مثل الرصاصي. يتميز هذا النوع بلمعان خفيف في المظهر الخارجي، ويتراوح كفاءة الخلية الشمسية المستخدمة منها بين 10% إلى 14%. [2]



الشكل-I-2: (a) الخلايا الأحادية البلورية. [10] (b) الخلايا متعددة البلورات

2-3-I الجيل الثاني:

تعتمد تقنيات الخلايا الشمسية من الجيل الثاني، مثل CdTe (كادميوم تلينايد)، و CIGS (نحاس إنديوم جاليوم سيلينايد)، على السيليكون غير المتبلور بنسبة تصل إلى 15%. هذه التقنيات ظهرت في الجيل الثاني من تطوير الخلايا الشمسية، وتتميز بكفاءة تصل إلى 10%. يتم تجنب استخدام رقائق السيليكون في هذه التقنيات، مما يؤدي إلى استهلاك أقل للمواد، ويساهم في خفض تكاليف الإنتاج مقارنة بالجيل الأول. إن إنتاج الخلايا الشمسية من الجيل الثاني يمكن أن يجعلها مرنة إلى حد ما، ومع ذلك، فإن عمليات تصنيعها لا تزال تشمل عمليات التفريغ ومعالجات عند درجات حرارة عالية. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاعتماد على العناصر النادرة في تكنولوجيا الجيل الثاني يمكن أن يكون عاملاً محدداً في تحديد السعر.

[1]

1-2-3-I أنواعها :

❖ **خلية Si غير متبلورة:** الخلايا الرقيقة أو الخلايا السليكونية تعرف بأنها تستخدم مادة السليكون التي تترسب على شكل طبقات رقيقة على أسطح الزجاج أو البلاستيك. عادة ما يتم استخدام هذا النوع من الخلايا في المنتجات الاستهلاكية الصغيرة مثل الحاسبات والساعات. يتم تصنيعها باستخدام تقنيات أقل تكلفة، لكنها تتمتع بكفاءة منخفضة لا تتجاوز 10%، وتنخفض بشكل كبير مع مرور الوقت. [3]



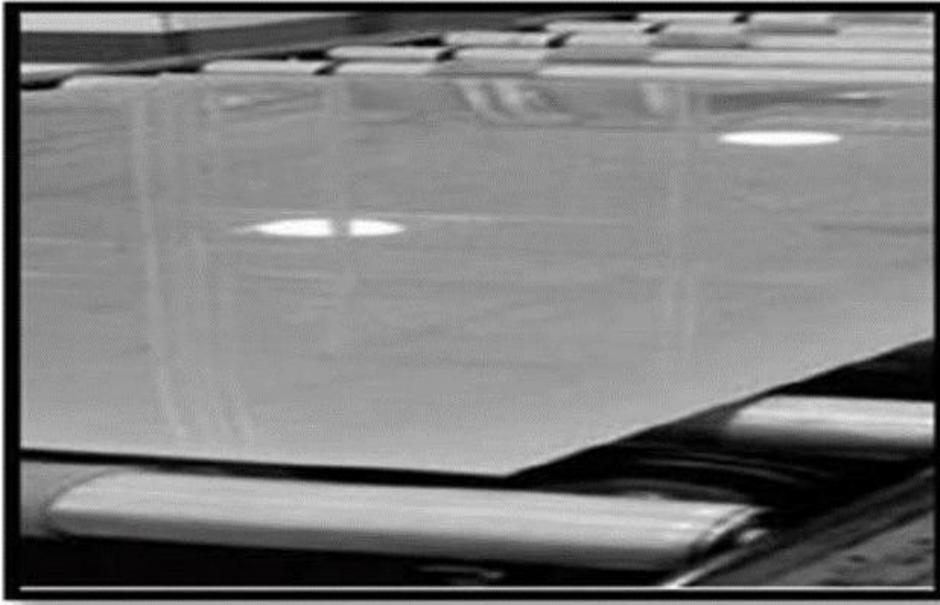
الشكل-3: خلية السيليكون غير المتبلورة [10]

❖ **خلايا الكوبرانديوم ديسلنايد (CIS):** تم استخدام مركبات من النحاس والاندنيوم والسيلينييد (CIS) في تصنيع خلايا شمسية تصل كفاءتها إلى 12%. هذا النوع من الخلايا لا يعاني من مشكلة تراجع الكفاءة مع الاستخدام. ورغم أن مادة الألمنيوم ثمينة وتؤثر على تكلفتها بالرغم من كمية الاستخدام القليلة، إلا أن ذلك يؤثر على سعرها. ومن بين عيوبها استخدام الهيدروجين والسيلينييد في عمليات التصنيع، حيث تعتبر هذه المواد سامة وتسبب مشاكل جسيمة في حال حدوث خلل في التصنيع. [4]



الشكل-I-4: خلايا CIGS [10]

❖ **خلية CdTe:** هي مواد من أشباه النواقل تتألف من الكاديوم والتليرايد. تتميز بسهولة تصنيعها، وعدم انخفاض كفاءتها عند الاستخدام، حيث تتراوح كفاءتها بين 7% إلى 11%. من بين عيوبها أن الكاديوم مادة سامة. "5"



الشكل-I-5: خلايا CdTe . [10]

الخلايا الغاليوم ارسنايد (GaAs) الغاليوم أرسينيد هو مادة مثالية للاستخدام في تطبيقات الخلايا الكهروضوئية بسبب قدرتها العالية على امتصاص الضوء، وفعاليتها الممتازة حتى في درجات الحرارة العالية، مما يجعلها تعمل بكفاءة مقارنة بالخلايا السيليكونية. ومع ذلك، يعتبر تصنيعها مكلفاً بسبب عمليات الإنتاج الغير متطورة حالياً، مما ينعكس سلباً على تكلفتها. بالرغم من ذلك، يمكن أن تصل كفاءتها إلى 30%، مما يبرز إمكانياتها الهائلة في مجال الطاقة المتجددة. [10]

3-3-I الجيل الثالث

تتمثل فئة الخلايا الشمسية الصبغية في استخدام مواد عضوية مثل الجزيئات الصغيرة أو الصبغيات، مما يجعلها فئة فرعية من الخلايا الشمسية العضوية. الجيل الثالث من الخلايا الشمسية يشمل الخلايا التجريبية ذات الأداء العالي والتكلفة العالية، التي تحمل الرقم القياسي العالمي في أداء الخلايا الشمسية. تلك الخلايا تستخدم عادة في البحوث والتجارب في المختبرات بسبب تكلفتها العالية للإنتاج. هناك فئة جديدة من الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرقيقة تظهر حاليًا، تظهر نتائج مبشرة تشير إلى إمكانيات هائلة، مع كفاءة قياسية تتجاوز 20٪ في مناطق صغيرة. كما تقدم الخلايا الشمسية العضوية والصبغية العديد من المزايا، مثل إنتاج سريع وغير مكلف واستخدام مواد متاحة بسهولة. يمكن تصنيع الخلايا الشمسية البوليمرية باستخدام تقنيات مشابهة لطباعة الصحف، مما يعني إمكانية إنتاجها بأسعار معقولة. على الرغم من أن استقرار وأداء الخلايا الشمسية من الجيل الثالث لا يزالان يعانيان من بعض القيود مقارنة بالأجيال الأولى والثانية، إلا أنهما يحظيان بالاهتمام والاستثمار. ازداد الاهتمام البحثي بالخلايا الشمسية البوليمرية بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة، ويمكن الآن إنتاجها بتكلفة مناسبة لمشاريع كبيرة. [1]

1-3-3-I أنواعها

❖ الخلايا العضوية:

الخلايا الشمسية العضوية تعتبر الأكثر كفاءة في الجيل الثالث من الخلايا الشمسية. تتميز بكفاءة تتراوح بين 8٪ لتقنيات الأغشية الرقيقة و12٪ إلى 15٪ للخلايا الشمسية التقليدية المعتمدة على السيليكون. تظهر الميزات المتعددة للخلايا الشمسية العضوية جدوى استبدال التقنيات الأخرى، ويمكن استخدامها في ظروف الإضاءة الخافتة، بما في ذلك الإضاءة المنزلية، وليس فقط تحت أشعة الشمس المباشرة. بالإضافة إلى ذلك، تزيد كفاءة الخلايا الشمسية الصبغية مع ارتفاع درجة الحرارة، بينما تقل كفاءة الخلايا الشمسية التقليدية مع زيادة درجة الحرارة. تصميم الخلايا الشمسية العضوية يمكنها من تبديد الحرارة الداخلية بشكل أفضل، مما يتيح لها العمل في درجات حرارة منخفضة. [6]



الشكل I-6: الخلايا الشمسية العضوية [10]

❖ الخلايا متعددة الوصلات:

والتي يتم تحضيرها من خليط من السيليكون البلوري وأشباه الموصلات الأخرى الممتصة في نطاقات طيفية مختلفة. وتتوفر عادة في صورة خلايا ذات اتصاليين أو ثلاثة. تتراوح كفاءتها عادة ما بين 30% إلى 35%، ولكن هناك دراسات حديثة حيث حققت كفاءة تزيد عن 42%. وتتميز هذه الخلايا بصعوبة صناعتها وارتفاع تكلفتها. [7]

❖ الخلايا الشمسية الصبغية (من غراتزل):

طورها الباحث ميشيل غراتزل وفريقه الى تقنية جديدة للخلايا الشمسية الحساسة بالصبغة (DSSCs)، والتي تعتمد على طبقة رقيقة من المواد الحساسة لتحويل الضوء إلى كهرباء. هذه التقنية تتميز بكفاءة عالية وتكلفة منخفضة مقارنة بالتقنيات التقليدية. استخدم الباحثون مواد مثل TiO_2 و NiO و Pt أو الكربون في تحسين أداء الخلايا. البحوث الحالية تركز على تحسين تركيب الخلايا وخصائص المواد لزيادة كفاءة التحويل وتقليل التكاليف. هذا يمثل تقدمًا مهمًا في مجال توليد الطاقة بطرق نظيفة وفعالة. [8]

4-I المواد المستخدمة في الخلايا الشمسية

تعتمد الخلايا الكهروضوئية على استخدام مواد خاصة تُعرف بأشباه الموصلات. ومن بين أشباه الموصلات الأكثر استخدامًا في بناء هذه الخلايا هو السيليكون، الذي يُستخدم في عدة أشكال مثل الأحادية البلورة والمتعددة البلورات وغير المتبلورة. بالإضافة إلى السيليكون، تُستخدم مواد أخرى مثل ثنائي سيلينيد الإنديوم النحاس وتيلوريد الكادميوم وزرنيخيد الغاليوم، التي تأتي عادةً على شكل أغشية رقيقة متعددة البلورات.

✓ **السيليكون:** تم تصنيع الأجهزة الكهروضوئية القديمة باستخدام السيليكون، وهو ما زال المادة الأكثر شيوعًا للخلايا الشمسية حتى الآن. يتميز السيليكون أحادي البلورة بتركيب جزيئي موحد يجعله مثاليًا لنقل الإلكترونات بكفاءة، ولكن يتطلب "تطعيمه" بعناصر أخرى لصنع خلايا فعالة. السيليكون متعدد البلورات عادة ما يكون أقل كفاءة لكن أقل تكلفة، ويتم إنتاجه بشكل شائع عبر عملية الصب التجارية. يمتص السيليكون غير المتبلور الإشعاع الشمسي بشكل أفضل بمقدار يصل إلى 40 مرة مقارنة بالسيليكون أحادي البلورة، مما يساهم في تقليل تكلفة الطاقة الكهروضوئية. ويمكن طلاؤه على ركائز منخفضة التكلفة كالبلستيك والزجاج، مما يجعله مثاليًا للاستخدام في المنتجات الكهروضوئية المدمجة في البناء. [9]

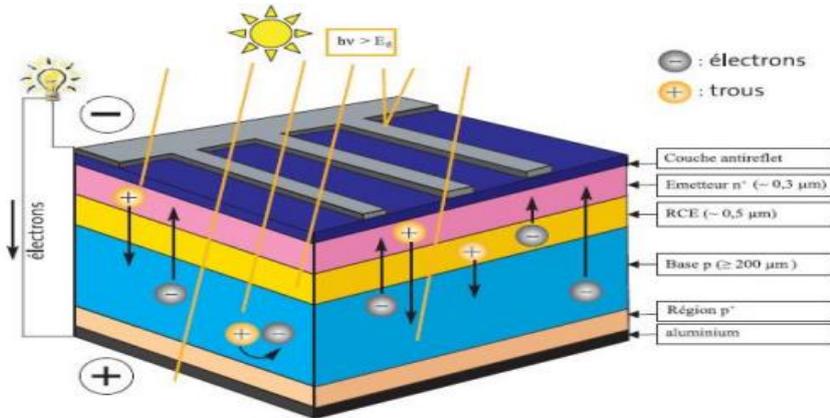
✓ **تشكل الأغشية الرقيقة متعددة البلورات** يتم دراسة وتطوير عمليات ترسيب الأغشية الرقيقة، مثل ترسيب البخار الكيميائي والفيزيائي، وترسيب الرش، بشكل واسع. يتم تطوير نماذج مختلفة لفهم

- ومحاكاة تطور السطح والهيكل الدقيق للأغشية الرقيقة أثناء نموها. تشمل الموضوعات المدروسة تأثيرات النواة وخشونة الركيزة على حجم وتوزيع حبيبات الأغشية الرقيقة، وتأثيرات التآكل الأيوني على جودتها، بالإضافة إلى تطوير طرق تحسينية لتوصيف سطحها بشكل دقيق. [10]
- ✓ **النحاس الإنديوم ديسيلينيد CIS** بإمكان CIS امتصاص 99% من الضوء في الميكرومتر الأول من المادة، مما يجعلها قادرة على امتصاص كميات كبيرة من الضوء. وعند إضافة كمية صغيرة من الغاليوم، يتحسن كفاءة الجهاز الكهروضوئي. [10]
- ✓ **الكادميوم تيلورايد** هي مادة تتميز بفجوة طاقة مباشرة قابلة للتحكم تتراوح بين 1.4 و 1.5 إلكترون فولت، وتُعتبر مثالية تقريبًا لتحويل ضوء الشمس إلى كهرباء باستخدام خلية شمسية واحدة. [10]
- ✓ **زرنيخيد الغاليوم (GaAs)** هو مركب يتألف من العناصر الغاليوم والزرنيخ. ويُشار إليه غالبًا بأنه مركب III-V نظرًا لتصنيف الغاليوم والزرنيخ في المجموعة III والمجموعة V على التوالي في الجدول الدوري. [10]
- ✓ **مواد البيروفسكايت (المواد الهيكلية المستخدمة في الخلايا الشمسية)** بشكل عام، تتألف المواد البيروفسكايت من خليط بين الرصاص العضوي والرصاص غير العضوي أو هاليد القصدير، مثل هاليد الرصاص ميثيل أمونيوم. يمكن معالجة هذه المواد باستخدام الحلول، مما يسهل عملية التصنيع ويخفض التكاليف. يتجاوز معدل كفاءة الخلايا الشمسية المعتمدة على البيروفسكايت حاليًا حاجز الـ 20% في المختبر. واحدة من الفوائد الرئيسية لهذه المواد هي قدرتها على امتصاص الضوء في جميع أطوال موجات الطيف المرئي. [9]
- ✓ **المواد العضوية/البوليميرية** المركبات العضوية مثل البولي فينيلين والجزئيات العضوية الصغيرة مثل الفثالوسيانين والبولياسينس والمربعات تُستخدم في الخلايا الشمسية. تتمتع هذه المركبات العضوية بقدر عالٍ من القدرة على امتصاص الضوء في نطاق واسع يشمل المنطقة المرئية والأشعة تحت الحمراء. يتم ترسيب هذه المواد عادةً على شكل أغشية رقيقة، سواء عبر الترسيب الفراغي أو معالجة المحاليل. وتكون الخلايا الشمسية التي تعتمد على هذه المواد عادةً رقيقة ومرنة. [10]
- ✓ **الخلايا الشمسية الصبغية (DSSCs)** تسمى الخلايا الشمسية الصبغية الحساسة (DSSC) أو خلايا غراتزل، وهي تُسمى بهذا الاسم نسبةً إلى الكيميائي السويسري مايكل غراتزل الذي شارك بشكل كبير في تطوير هذه التكنولوجيا المبتكرة. [10]

5-I تكنولوجيا الخلايا الكهروضوئية

1-5-I مبدأ عمل الخلايا الشمسية الكهروضوئية القائمة على السليكون :

يحتوي السليكون على بعض الخصائص الكيميائية في تركيبته البلورية. ذرة السليكون يحتوي على 14 إلكترون موزعة على ثلاثة مستويات للطاقة. أول مستويين للطاقة ثاني أقرب إلى النواة مليء تماما بالإلكترونات والمستوى الثالث أو المستوى الخارجي يحتوي على 4 إلكترونات فقط، وهو نصف ممتلئ ونصف الآخر فارغ حيث يكتمل المدار بـ 8 إلكترونات. تسعى ذرة السليكون إلى استكمال الانخفاض في عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي وللقيام بذلك تشارك أربعة إلكترونات من ذرات السليكون المجاورة، وبالتالي فإن ذرات السليكون متصلة ببعضها البعض بعضها في شكل بنية بلورية وهذا التركيب البلوري له فائدة كبيرة في الخلية الضوئية تطعيم ذرات السليكون مع ذرات الفوسفور الآن فكرة عمل الشوائب في ذرات السليكون يصبح واضحا، إذا تم توفير السليكون النقي على سبيل المثال، وجدنا أن بعض الإلكترونات يتم تحريرها وترك مكانها. شاغر نسميه الفجوة هول. تعمل هذه الفجوة على السماح للإلكترون في المنطقة المجاورة بالانتقال إليه، وترك فجوة أخرى، وبالتالي تستمر حركة الإلكترونات في الاتجاه وحركة الفجوات في الاتجاه المعاكس وهذه الحركة هي تيار كهربائي. ولكن في حالة ذرات السليكون المطعمة مع ذرات الفوسفور يصبح مختلفا من حيث الطاقة المطلوبة لتبدأ، الإلكترونات تتحرك أقل بكثير مما كانت عليه في حالة السليكون النقي. ما يطلق عليه الكواد.16 الموصلات التي تغذي الذرات التي تحتوي على إلكترونات إضافية من النوع p النوع السالب هو لأنه أضاف إلكترونات إلى التركيب البلوري للذرات. لهذا السبب يعتبر السليكون الفوسفور موصل أفضل من السليكون النقي. هناك أيضا تطعيم للذرات التي توفر إلكترونات إضافية هناك تطعيم آخر للذرات التي تحتوي على عدد أقل من الإلكترونات والمواد الناتجة عن هذا التطعيم تسمى النوع-n النوع الموجب والنوع-p سالب [16]



الشكل-I-7: انتقال الإلكترونات في الخلية الشمسية القائمة على السليكون [20]

6-I-1 تكنولوجيا الخلايا الشمسية :

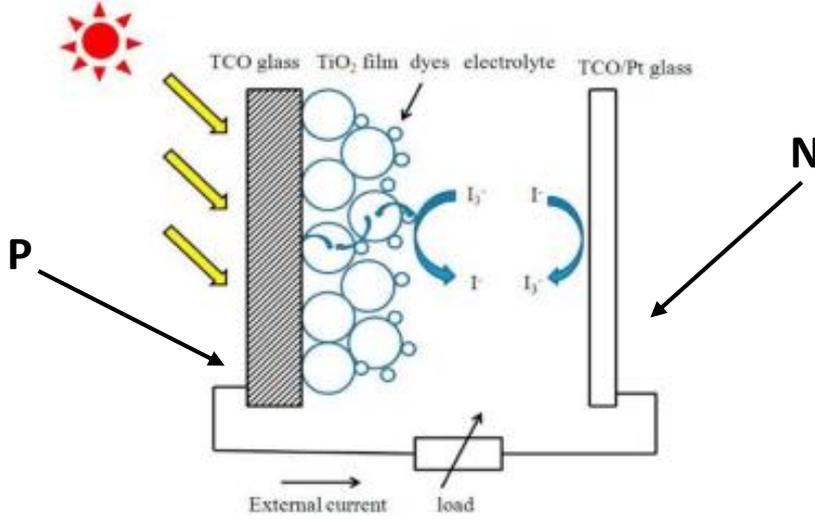
ترسل الشمس اليومية كمية هائلة من الطاقة في شكل حرارة وإشعاعات تسمى الطاقة الشمسية. الطاقة الشمسية هي مصدر غير محدود للطاقة وهو متاح بدون تكلفة [28] [29]. تتمثل الفائدة الرئيسية للطاقة الشمسية على مولدات الطاقة التقليدية الأخرى في أنه يمكن حصاد ضوء الشمس مباشرة في الطاقة الشمسية باستخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية الصغيرة والصغيرة [30]. على الرغم من أن الطاقة الشمسية متاحة مجاناً في كل مكان، إلا أنه لا يزال هناك إنفاق أولي على معدات حصاد هذه الطاقة المشعة من خلال تطوير الخلايا الشمسية والألواح والوحدات النمطية [31].

التطور الملحوظ في التقنيات الكهروضوئية، بما في ذلك المواد والخلايا والوحدات، على مدى السنوات الخمس الماضية تدعو إلى تجديد التقييمات مع التركيز على التقدم في المستقبل. نحن لا نقصر مثل هذه التقييمات على تحويل الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية الكفاءة، ولكن أيضاً النظر في العديد من العوامل التي تؤثر على إنتاج الطاقة لكل منهما نوع الخلية. عند الاقتضاء، نلاحظ تحسينات في التحكم في المواد والواجهات، واكتشاف خصائص جديدة في المواد. يمكننا تقييم مدى تقدم كل تقنية في المستقبل القريب، لأنه على الرغم من أنه لا يمكن التنبؤ بالتطورات الدقيقة، غالباً ما يحدث الإخصاب المتبادل، مما يجعل الإنجازات في نوع خلية واحدة مؤشراً للتطورات التطورية في خلايا أخرى.

1-6-I-1 مبدأ تشغيل الخلايا الشمسية الحساسة للصبغ DSSC القائمة على أكسيد التيتان

يتم ترسيب أكسيد التيتان TiO_2 البلوري النانوي على القطب الكهربائي القطب الكهروضوئي اللازمة لامتناس المحسسات جزيئات الصبغة عند امتصاص الفوتونات يتم تحفيز جزيئات الصبغ من المدارات الأعلى المشغولة (HOMO) إلى المدارات الجزيئية الأدنى (LUMO) الغير مشغولة بمجرد حقن الإلكترون في نطاق توصيل الفيلم. فأن عدد كبير من اشباه الموصلات أكسيد التيتان TiO_2 ذات البنية النانوية تتأكسد فيتم نقل الإلكترون المحقون بين جسيمات أكسيد التيتان النانوية ويستخلص العمل المنجز على كطاقة كهربائية يتم استخدام شوارد اليود (I^-/I_3^-) تحتوي على ايونات الاكسدة و اختزال كوسيط بين اليكتروني بين أكسيد القطب الكهروضوئي TiO_2 و القطب المضاد المطلي بالكربون. يتم تجديد جزيئات الصبغة المؤكسدة من خلال الصبغة المؤكسدة 'المحسس الضوئي' من خلال استقبال اليكترونات من (I^-) وسيط الاكسدة الايوني الذي يتأكسد إلى (I_3^-) ثلاثي اليوديد ال I_3^- تحل محل الإلكترون المتبرع به داخليا. تتوافق حركة الإلكترونات في نطاق التوصيل الاشباه الموصلات ذات البنية النانوية مع انتشار الإلكترونات المعوضة للشحنة في طبقة الإلكترونوليت من قرب سطح الجسيمات النانوية ان توليد الطاقة الكهربائية في DSSC لا يسبب أي تغيير او تحول كيميائي دائم. [17]

معادلة اكسدة ارجاع اليود



الشكل-I-8: انتقال الالكترونات في الخلية الكهروضوئية الصبغية القائمة على TiO_2 [19 - 18]

7-I المزايا والعيوب

للخلايا الشمسية مميزات وعيوب كثيرة نذكر منها

1-7-I المزايا

- ✓ توفير مصدر للطاقة المتجددة.
- ✓ الحد من استهلاك الكهرباء وتخفيض الفواتير.
- ✓ المساهمة في حماية البيئة من التلوث.
- ✓ توفير طاقة ذات فترة طويلة الأمد.
- ✓ إمكانية استخدامها في تطبيقات متنوعة.
- ✓ تقليل تكاليف الصيانة.
- ✓ تعزيز تطور التكنولوجيا.

2-7-I العيوب

- ✓ عدم تلبية الاحتياجات الداخلية
- ✓ ارتفاع التكلفة .

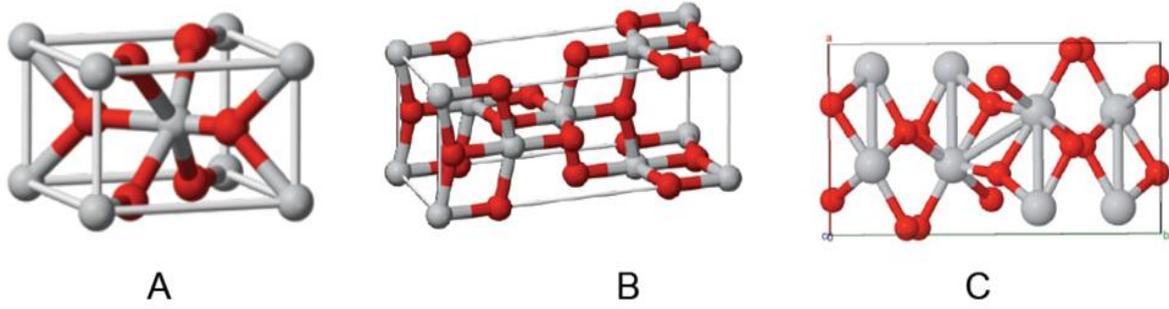
- ✓ الطاقة موسمية وتعتمد على الطقس
- ✓ تخزين الطاقة الشمسية باهظة الثمن
- ✓ تحتاج إلى مساحة كبيرة من الفضاء

تصبح بمرور الوقت اقل كفاءة [11]

8-I أكسيد التيتان TiO_2

1-8-I تعريف ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 :

هو صبغة بيضاء سائعة وتوجد في كل شيء من الدهانات إلى المنتجات الورقية. يوجد (TiO_2) في العديد من الأشكال البلورية، بما في ذلك الروتيل والأناتاز والبروكايت. وتختلف هذه الأشكال في الترتيب المكاني لذرات التيتانيوم والأكسجين في البلورة، كما هو موضح في الشكل. TiO_2 هو شبه موصل من نوع n - type ويمتلك فجوة طاقة تتراوح بين 3.04 - 3.46 eV وبالتالي يمتص الأشعة فوق البنفسجية بشكل أساسي بدلاً من الضوء كما له مقاومة نوعية تقدر $[mc. \Omega] 10^{12}$ عند درجة حرارة $25^\circ C$ كما له شفافية عالية في الطيف المرئي. أما أصباغ الأنثوسيانين، من ناحية أخرى، فهي جزيئات عضوية تمتص الضوء المرئي بشكل جيد. وهذا هو السبب في أن لونها أرجواني محمر غامق. عندما تتلامس بعض أصباغ الأنثوسيانين مع TiO_2 ، قد تتفاعل كيميائياً مع سطح البلورات النانوية وتلتصق بها. تعمل جزيئات الصبغة كروابط وتشكل روابط مع ذرات التيتانيوم على سطح TiO_2 . وفي هذه الحالة، يُقال إن جزيئات صبغة الأنثوسيانين تخل بذرات التيتانيوم، حيث تتشكل رابطتان بين الرابطة والمعدن. وهذا النوع من التفاعل قوي بشكل خاص ويجعل من الصعب جداً إزالة الصبغة من سطح أشباه الموصلات. ولذلك لا يمكن غسل جزيئات الأنثوسيانين المرتبطة بالمذيبات أو محاليل الإلكتروليت أثناء تشغيل الخلايا الشمسية. وبعبارة أخرى، عندما تمتص جزيئات الصبغة الضوء المرئي، يمكنها نقل الإلكترونات المستثارة ضوئياً إلى TiO_2



الشكل-9- تمثيل خلايا وحدة كريستال من (TiO₂) (الروتيل: A) (اناتاز: B) (بروكايت: C) [12]

الجدول-1: التضاريس الطبيعية لأكسيد التيتانيوم TiO₂

| النظام | الروتيل | الاناتاز | البيروكايت |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| النظام | مثلث 4/m 2/m 2/m | مثلث 4/m 2/m 2/m | 2/m 2/m 2/m معين |
| الوزن الجزيئي mg | 79.88 | 79.88 | 79.88 |
| الكثافة (Kg/m ³) | 4240 | 3830 | 4170 |

بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأكسيد التيتان TiO₂: "13"

| TiO ₂ | الخاصية |
|--|----------------------------------|
| مسحوق | الحالة |
| ابيض صلب | المظهر |
| 4.23 g\cm ³ | الكثافة |
| 1870 C° | درجة الانصهار |
| 2972 C° | درجة الغليان |
| 126.56 C° | ثابت العزل الكهربائي |
| 7 | قيمة PH للكمية (100g\L) عند 20C° |
| 0.24 W.cm ⁻¹ .C ⁻¹ | التوصيلة الحرارية |
| 2.73 Rutil للطور | معامل الانكسار |
| 387nm | الطول الموجي |
| 3.2 ev للطور Rutil | فجوة الطاقة |
| 12GPa | الصلابة |
| 8.16 cal\mol.K | السعة الحرارية المولية |

الروتيل: هو النوع الأكثر تواجدا والأكثر استقرارا ذو بنية رباعية يمكننا الحصول عليه في درجة حرارة 1870

اناتاز: له بنية رباعية ويلة الاضلاع

البوركايت: له شكل أكبر من الروتيل وكثافة اقل منه [14]

2-8-I الخصائص الذرية:

نصف القطر الذري (nm)

O 0.066 (التساهمية)

Ti 0.146 (معدني)

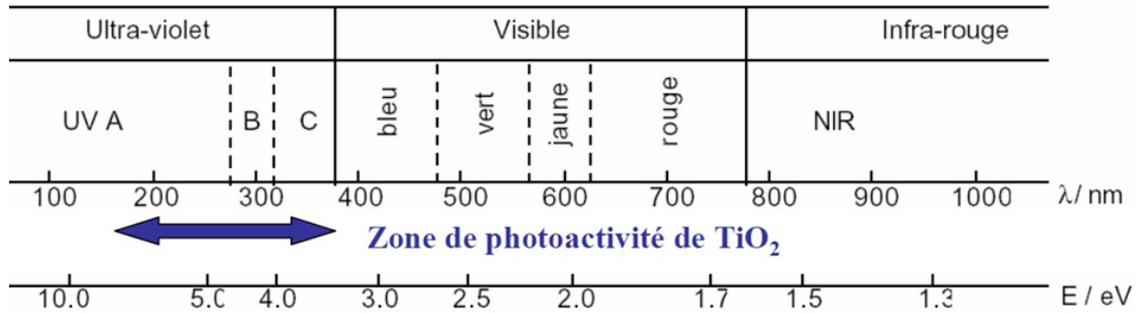
(nm)الشعاع الايوني

O (-2) 0.14

Ti (+4) 0.064

3-8-I الخصائص البصرية:

ثاني أكسيد التيتانيوم هو من الأفلام ذات بنية النانوية و هو غير حساس للضوء بسبب نطاقه يمتص فقط الاشعة فوق البنفسجية القريبة , يمكن تحسيسه بعدد كبير من الاصباغ بعضها يسمح بمعدل تحويل الفوتون و الالكترون. يحتوي على طيف الضوء على عامل تشتت مرتفع 96 % من الضوء الساقط، المرتبط بحافة امتصاص نحو 0.42 ميكرومتر مما يؤدي لامتصاص قوي للأشعة فوق البنفسجية يمنحه خصائص ممتازة، وحماية ضد الأشعة فوق البنفسجية أ والأشعة فوق البنفسجية ب، مما يجعله المكون النشط الرئيسي للخلايا الشمسية. [15]



الشكل-10 طيف الضوء مع منطقة عمل TiO_2 . [13]

9-I خاتمة

باختصار، اكتشفنا في هذا الفصل أنواع الخلايا الشمسية ومكوناتها ومبدأ تشغيلها والمواد المستخدمة فيها. درسنا أيضا الخصائص لثاني أكسيد التيتانيوم، بسبب شفافيتهما وموصليةتهما العالية، وقدرتهما على امتصاص الضوء بشكل فعال. من خلال هذه المعلومات والبحوث، نحن مجهزون بشكل أفضل لفهم التطورات المستقبلية في هذا المجال المثير للطاقة الشمسية

الفصل الثاني II

الدراسات السابقة

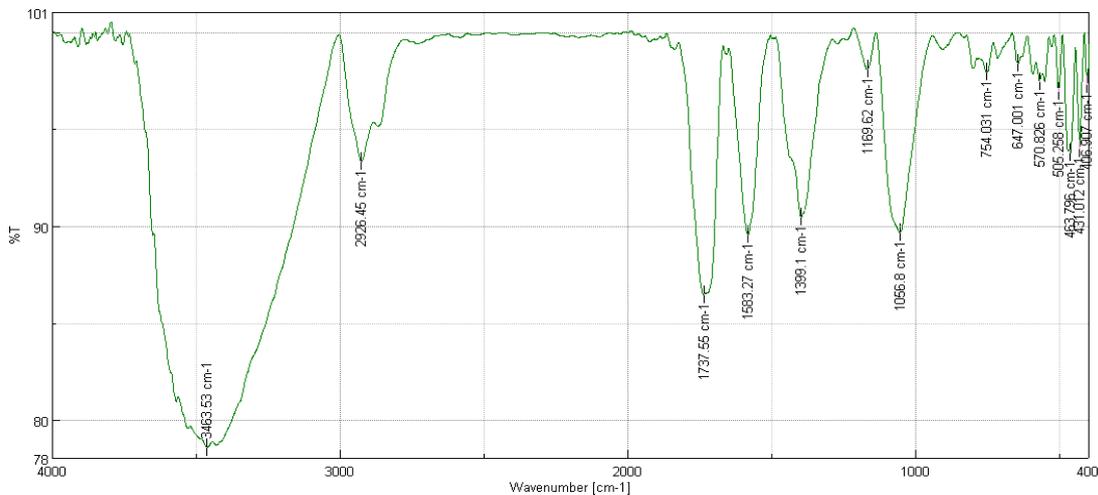
1-II مقدمة

تعتبر الخلايا الشمسية العضوية والغير عضوية موضوع دراسات عديدة نظراً لتعقيد هياكلها وتفاعلاتها، ولذلك فإن فهم الدراسات السابقة يعتبر خطوة أساسية للتقدم في هذا المجال. ويهدف هذا الفصل إلى استعراض العديد من الدراسات التي قام بها الباحثين حول انتاج وتوصيف الخلايا الشمسية الصبغية القائمة على ثاني أكسيد التيتان والطرق التي استخدمت من اجل تحضير الاغشية الرقيقة. وبعض المحفزات المختلفة.

وتعرف أيضا على تطورات التقنيات والمواد المستخدمة في الخلايا الشمسية العضوية، بالإضافة إلى تقييم أداءها ومقارنته بالتقنيات التقليدية. كما سيتم مناقشة التحديات التي تواجه هذه التقنيات مثل كفاءة التحويل واستقراره الأداء في ظل مختلف الظروف البيئية.

2-II الدراسات السابقة

قام (محمد ملوكي) 2013 جامعة محمد بوضياف وهران بإنتاج و توصيف خلايا شمسية مصنوعة من أقطاب كهربائية من نوع [Gratzel](#)، أحدها موصل وشفاف SnO_2 والآخر أساسه الكربون الموصل، قام بترسيب أكسيد التيتانيوم وتم وضع صبغة (عصير التوت) على TiO_2 بين القطبين، ووضع الإلكتروليت (I_2/I^-) وتمت دراستها تحت الإضاءة و التعقيم باستخدام تقنيات التحليل الطيفي والمجهر وتقنيات التكبير، تم حساب كفاءة التحويل الخارجي للخلية الكهروضوئية وتوثيق منحنيات الجهد الحالي في الظلام وتحت الإضاءة. فتحصل على خلية شمسية القائمة على الصبغة العضوية بكفاءة 0.109%، هي كفاءة منخفضة مقارنة بالخلايا الشمسية الأخرى القائمة على السيليكون وغيرها، هدف الدراسة هو إنتاج خلية شمسية من نوع Grätzel بكفاءة تتراوح بين 5% و 7% [13]

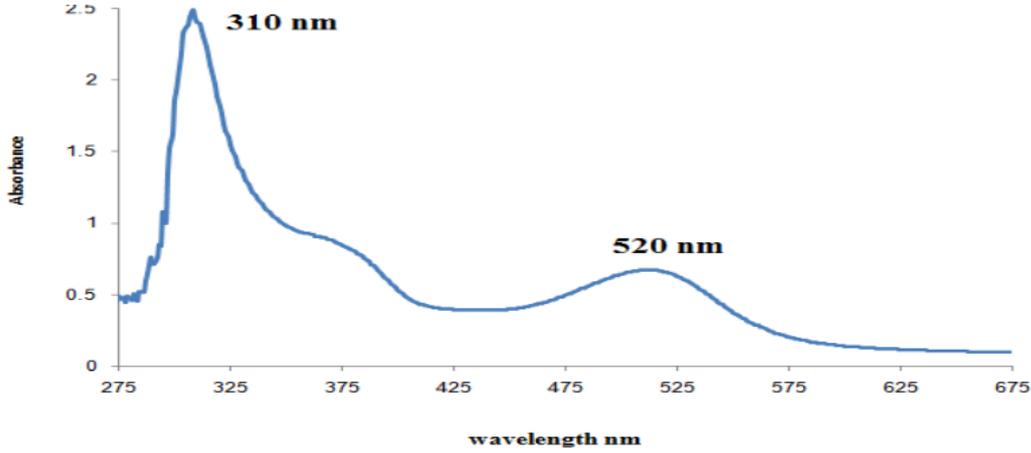


الشكل II- [التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء لعصير التوت الطيف [13]

✕ قام عبد العزيز دايلو جامعة زيغوش 2019 بهدف تطوير خلايا شمسية هجينة تعتمد على البيروفسكايت والمواد الحيوية. يعتمد إجراء تصنيع الخلايا بشكل أساسي على تقنية طلاء الدوران. تتكون طريقة الترسيب هذه أولاً من ترسيب ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) على أكواب من أكسيد الإنديوم المخدر بالقصدير التي يتم تلدينها عند درجة حرارة $450C$. ثم تنتشر جزيئات البيروفسكايت في البوليمر الحيوي الذي سيتم ترسيب. جعل التوصيف البصري باستخدام مقياس الطيف الضوئي المرئي للأشعة فوق البنفسجية من الممكن تحديد طاقات الفجوة ($1,12 eV$ pour le PZN-4.5PT + 1 % Mn et $1,56 eV$ pour le LiFePON4)) وطاقات أورباخ ($1,49 eV$ pour le PZN-4.5PT + 1 % Mn et $1,26 eV$ pour le LiFePON4). أخيراً، بعد إيداع البيريلين، كمادة لنقل الثقوب من خلال إجراء اتصالات معدنية، حدد الخصائص الكهروضوئية بواسطة قياسات. وهكذا تم إجراء تباين التيار كدالة للجهد الأول تحت الظل وتحت الضوء باستخدام جهاز كيثلي (Keithley) B2612 الذي يتحكم فيه جهاز كمبيوتر بموجب برنامج TSP express عبر الإنترنت. وسمحت الخاصية التي تم الحصول عليها تحت الضوء بتحديد I_{cc} , V_{co} , V_m , I_m و حساب FF و العائد (rendement) أفضل القيم التي تساوي على التوالي 0.022 ؛ 0.035 و 6.34% [21]

✕ قام عامر فاضل داوود النعيمي وآخرون 2017، جامعة بغداد و جامعة ديالى. بتصنيع عدة أنواع من الخلايا الشمسية المحفزة بالصبغة باستخدام نوعين من أشباه موصلات التيتانيوم (TiO_2) كأنودات ضوئية وأربع أنواع من الأقطاب الموصلة (الكاثودات) والمحلول الالكتروليتي هو (I^-/I_3^-). أشباه الموصلات (TiO_2) تتضمن رقائق (TiO_2) النانوية مطلية على زجاج الإنديوم المشوب بأوكسيد القصدير (ITO) وانايبب التيتانيوم النانوية (TNTs) المحضرة بطريقة الطلاء على ورق التيتانيوم. الأقطاب الموصلة تتضمن: البلاتين، متعدد الانلين (PANI) متعدد الثايوفين (PTh) ومتعدد البايروول (ppy) المتبلمرة كهربائياً (ايضا متموقعة على زجاج ITO). الصبغة الطبيعية المستخدمة صبغة الرمان (الانثوسيانين) (الانودات الضوئية والأقطاب الموصلة تم اخضاعها الى تحاليل التركيب السطحي بعدة تقنيات تتضمن مجهر القوة الذرية (AFM) (ومجهر الماسح الالكتروني (SEM) وحيود الأشعة السينية (XRD) وكذلك ال FTIR طيف الامتصاص للصبغة الطبيعية تم تشخيصها بمطيافية UV-Visible والتي تبين بأنها تمتص الضوء عند $520nm$ و $310nm$ تم تخمين كفاءة الخلايا الشمسية ذات الصبغات المتحسسة DSSC من خلال تشخيص (تيار - فولتية I-V) (عامل المليء FF) و كفاءات التحويل تم قياسها باستخدام المجهاد الساكن) افضل النتائج تحققت

باستخدام Ti/TNTs كأنود وTO/PI كأنود وكذلك ITO/TiO₂ كأنود و ITO/PAN كأنود مع صبغة الرمان بنسبة 2.64% و 0.74% على التوالي بينما متعدد الثايوفين ومتعدد البايرون اعطى اقل كفاءة [22]



الشكل II- 2 طيف الامتصاص لصبغة الرمان [22]

✘ قام رياض سامي عنتر (وجماعته) سنة 2016 بتحضير الجسيمات النانوية ل TiO₂ باستخدام طريقة (Sol_Gel) حيث تم دراسة التأثير المولري على الخصائص التركيبية لثاني اوكسيد التيتانيوم وتم دراسة الخصائص التركيبية من خلال فحوصات AFM,SEM,XRD () حيث تبين من نتائج (XRD) ان طور الاناتاز هو الطور السائد عند تركيز (M(0.05,0.1) وبعد زيادة التركيز يبدأ التجول التدريجي بالطور حيث يتحول من الاناتاز الى الروتيل عند تركيز (M(0.2) وبينت فحوصات (SEM) ان الغشاء ذو طوبوغرافية جيدة وان شكل الحبيبات يكون معيني ثم يتحول الى عناقيد زهرية الشكل ومن خلال فحص (AFM) تبين ان الاغشية ذات سمك نانوي وناعمة وذات اكساء جيد . ويمكن الاستفادة منها في تصنيع الخلايا الشمسية [23] .

✘ قام رحيم عبد جبر و اخرون في هذه الدراسة بتحضير أغشية رقيقة من مادة ثنائي اوكسيد التيتانيوم (TiO₂) النقي والمشوب بمادة القصدير باستخدام طريقة الرش الكيميائي وذلك بترسيب الغشاء على قواعد زجاجية وبأبعاد (1 * 2.6 * 7.6 cm) وبدرجة حرارة الغرفة ، حيث تم قياس بعض الخواص البصرية مثل الامتصاصية والنفاذية بواسطة جهاز (UV – 1601) ضمن مدى الطول الموجي (200 nm – 1,100,00) ومن خلال تلك الخواص تم حساب فجوة الطاقة البصرية ، فقد تبين من خلال رسم طيف الامتصاص ان هذه الفجوة هي فجوة طاقة مباشرة تبلغ قيمتها (eV)

3.2) لغشاء TiO_2 النقي وتباين قيمتها من (3 _ 2.9) للغشاء المشوب والنقي اعتماداً على نسبة التشويب [24].

قامت Dubeya .S.R وجماعتها سنة (2019) بتحضير الجسيمات النانوية (TiO_2) باستخدام طريقة (Sol_Gel و ST Solvothermal) وتم توصيف الجسيمات المحضرة باستخدام عدة تقنيات (SEM, EDS, TEM, XRD) حيث في (XRD) اثبت ان بلورات (TiO_2) النانوية نقية بدون اي شوائب واما من خلال فحص ال (SEM) اظهر التحليل ان جزيئات (TiO_2) لنانوية ذات شكل كروي بينما اقرت دراسة التحليل الطيفي لأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDS) التراكيب الاولية لل TiO_2 وان جهاز (TEM) اظهر الكرات المجهرية المسامية لجسيمات TiO_2 النانوية بمتوسط حجمها. 119 nm تم استخدام كل من عينات SG و ST كمواد ضوئية ومع ذلك فان الخلايا الشمسية اعطت نتائج افضل مع طريقة (ST). [25]

قامت خديجة عبيس الخالدي 2018 (بتشخيص الجسيمات النانوية ل TiO_2) وتم تحضير أغشية ثاني اوكسيد التيتانيوم TiO_2 بوساطة تقنية الترسيب بالليزر النبضي باستخدام ليزر نيدويمياك النبضي ذي الطول الموجي 532 nm حددت طبيعة التبلور الغشية TiO_2 بواسطة حيود الأشعة السينية فتبين انها ذات تركيب متعدد التبلور بالاعتماد على ظروف التحضير حيث ان تراكيب اغشية TiO_2 تعتمد بشدة على درجة حرارة الاساس، فقد لاحظنا عند درجة حرارة 250 CO يتحول تركيب الاغشية من طور بيروكايت الى طور الروتيل المستقر. كما تمت دراسة طبوغرافية السطح لمواد الترسيب باستخدام المجهر الالكتروني الماسح (SEM) ومجهر القوة الذرية (AFM) وكان معدل الحجم الحبيبي حسب قياسات (SEM) هو 33 nm اما بالنسبة لقياسات (AFM) كان معدل الحجم الحبيبي 55.30nm وخشونة السطح 8.11nm ومتوسط مربع الخشونة هو 3.14nm كما درست الخصائص البصرية من خال قياس طيف الامتصاصية والنفاذية كدالة للطول الموجي الغشية TiO_2 وكانت نتائج النفاذية البصرية أعلى من 80% عند ظروف تحضير معينة مما يجعلها ملائمة لتطبيقات الخلايا الشمسية [26].

وليد الزيوي و تراشي مازيغ 2022 جامعة البويرة. في هذا العمل تم دراسة و محاكات خلية شمسية هجينة من البيروفيسكايت و التي تعتمد على يوديد القصدير السيزيوم $CsSnI_3$ بواسطة جهاز محاكات GPVDM تم تحسين معلمات الطبقات المختلفة للهيكل، مثل سمك الطبقة النشطة، وحركة الإلكترونات، والفجوة وتم تحسين حركة الإلكترون والفجوة لزيادة كفاءة التحويل الكهربائي في الطبقة HTL إلى الحد الأقصى بالنسبة لخصائص الخرج الكهربائي المختلفة ل الطبقة النشطة ETL ، تم التحقيق أولاً فيما إذا كانت الأنواع المختلفة من و SnO_2 ، و TiO_2 ، و ZnO كطبقات

بينية شفافة لنقل الإلكترونات في الخلايا الشمسية. أظهرت النتائج أن أفضل المواد، SnO_2 , 2 , TiO تلعب دورًا مهمًا للغاية في المساهمة في تيار الدارة القصيرة وجهد الدارة المفتوحة. تم تحليل تأثير سمك الطبقة النشطة على أداء الخلية الشمسية CsSnI باستخدام محاكاة. في المجال (100 nm_700 nm). تم العثور على أعلى الكفاءات لهذا النوع من الخلايا لسماكة الطبقة حوالي. في نطاق [100_300nm] نانومتر، تُظهر نتائج المحاكاة أنه يمكن الحصول على أفضل أداء للخلية الشمسية من خلال تغيير سمك الطبقة النشطة. ويمكن الحصول على أعلى أداء للخلية الشمسية من خلال تغيير سمك الطبقة النشطة حوالي 500nm .

$$FF = 0.836 ; J_{cc} = 3.61 , V_{co} = 0.806 , \eta = 2.43$$

كلما اقتربت السماكة من 600nm، تزداد الكفاءة وترتفع قيم جهد الدارة المفتوحة. [27]

3-II الهدف

الهدف من هذا الفصل بالاعتماد على هذه الأبحاث العلمية، سيتم تحليل المعرفة الحالية واستخلاص الدروس المستفادة لتوجيه هذا البحث وتسهيل إنتاج خلية شمسية عضوية قائمة أكسيد التيتان ومقارنة بين محفزات مختلفة لأخذ أفضل محفز لإنتاج هذه الخلية

الفصل الثالث III

بروتوكول انتاج الخلايا الشمسية

1-III مقدمة

في هذا الفصل سنستعرض خطوات انتاج وتوصيف خلايا شمسية عضوية قائمة على أكسيد التيتان باستخدام محفزات مختلفة صبغة الرمان وصبغة العنب وذلك بالاعتماد على البروتوكول الذي اعتمده الباحث محمد ملوكي في مذكرته جامعة محمد بوضياف وهران [13]

2-III خطوات انتاج وتوصيف خلايا شمسية**1-2-III تحضير الركيزة**

تسمح لنا هذه الخطوة بالحصول على اغشية رقيقة نظيفة خالية من الشوائب

2-2-III تنظيف الركيزة

يجب علينا تنظيف الركائز لأن وجود الشوائب يمكن أن يسبب لنا أخطاء إما في المقاومة أو في الدارة. هذا هو السبب في أننا ننفذ جميع خطوات التنظيف التالية قبل كل عملية

- يُغسل يدويًا بالماء والصابون.
- نقع لمدة 15 دقيقة في الماء المقطر ثم في الأسيتون في درجة حرارة الغرفة لإزالة الشحوم.
- نقع مرة أخرى في الإيثانول لمدة 15 دقيقة في لإزالة آخر آثار الشوائب والشحوم من الأسطح.
- ننظف بالماء المقطر لمدة 10 دقائق.

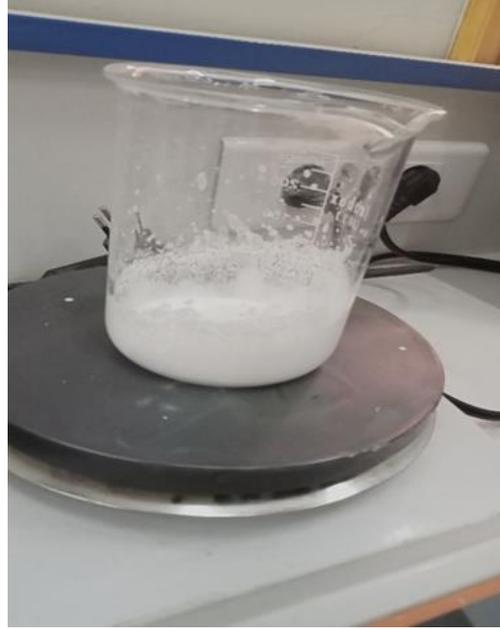
تجفيف الركيزة



الشكل III-1-1 نقع الركائز في الماء المقطر والاسيتون

3-2-III ترسيب TiO_2

لترسيب TiO_2 على الركائز، يجب علينا تحضيره في ملاط، نأخذ كتلة 2g من TiO_2 و نظيف 6 ml محلول الميثانول ونقوم بالخلط حتى تصبح على شكل عجينة .

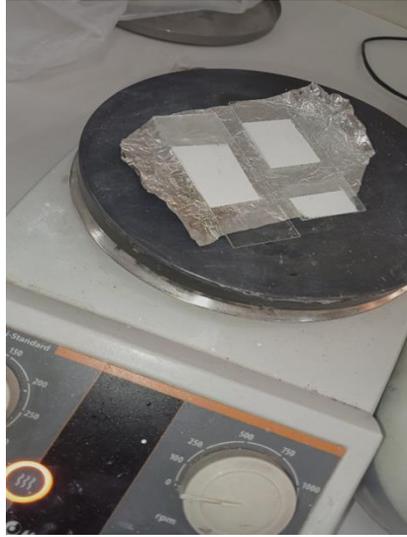
الشكل III- 2 تحضير الخليط TiO_2

نضع بعض منها على الركيزة ونقوم بترسيبها يدويا.



الشكل III- 3 ترسيب الخليط على الركيزة يدويا

بعد الترسيب يدويا نتركها تجف لمدة 10د في درجة حرارة الغرفة ثم نضعها على plaque chefu



الشكل III-4: تجفيف الركيزة

III-2-4 وضع اللمسات الأخيرة على طبقة TiO_2 المودعة :

بعد الانتهاء من الترسيب الذي يتم يدويًا على الركيزة، نقوم بتسخينها لتجفيف الطبقة المترسبة. سيتم تنفيذ هذه العملية باستخدام جهاز plaque Chōfu، نقوم بوضع الركيزة الخاصة بنا في الجهاز لمدة ساعة ونصف على درجة حرارة ($300^{\circ}C$) بمعلمتين سنغيرهما لنرى تأثير هذين المعيارين على كفاءة خليتنا.

III-3 تجميع الخلايا الشمسية :

بعد ترسيب TiO_2 على الزجاج، يتم غمر الركيزة في المحلول العضوي (محلول عصير الرمان ومحلول عصير العنب) لمدة 60 دقيقة.



الشكل III-5: وضع الركيزة في محلول عضوي عصير العنب وعصير الرمان

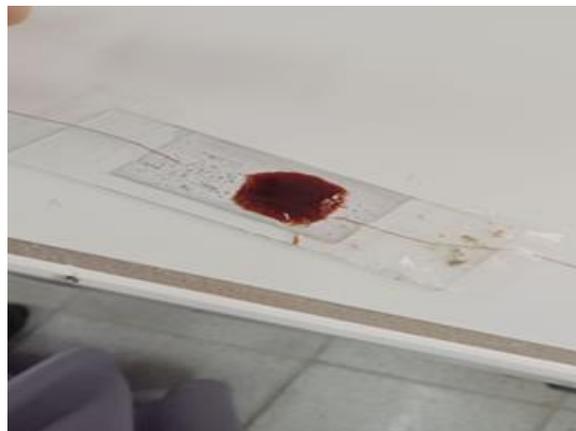
بعد ساعة من النقع في المحلول العضوي نأخذ الركيزة ونغسلها بالماء المقطر ونتركها تجف



الشكل III-6- الركيزة بعد نقع في المحلول العضوي غسلها بالماء المقطر

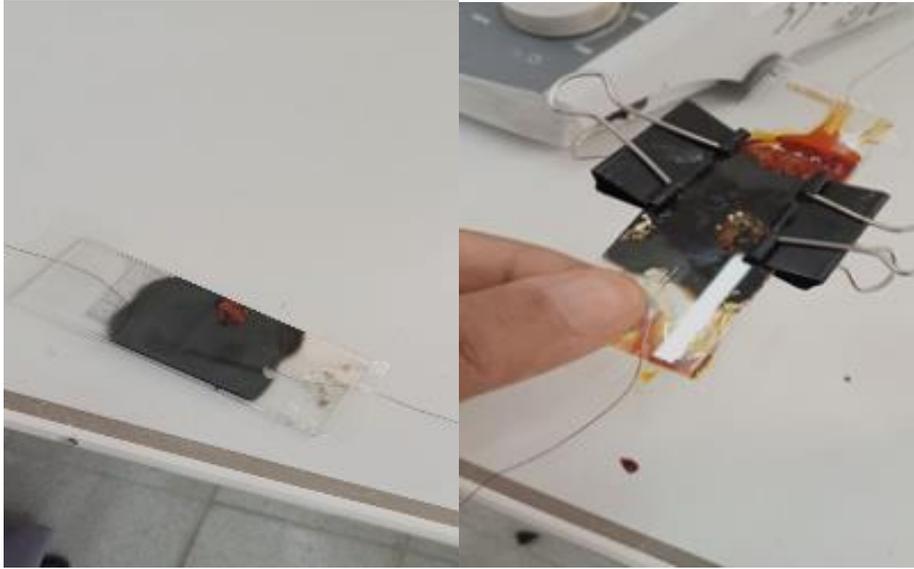


الشكل III-7: تحضير الكاثود الكربون



الشكل III-8: توصيل الاسلاك ووضع البيتادين على الانود

ثم نقوم بتجميع الخلية



الشكل III-9: تجميع الخلية

4-III توصيف الطبقة المودعة

بعد الانتهاء من التجميع، يجب أن نستمر في التوصيف الكهربائي.



الشكل III-10: بداية التوصيف الكهربائي

5-III الخاتمة

في هذا الفصل قمنا بإنتاج خليتين شمسيتين قائمتين على أكسيد التيتان بمحفزين مختلفين عصير العنب وعصير الرمان ونقوم بتوصيفها وهذا ما سنتطرق له في الفصل الرابع

الفصل الرابع IV

تحليل النتائج و مناقشتها

1-IV توصيف TiO₂

هو المكون الأكثر تعديلاً خلال هذا المشروع. ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO₂) هو من أشباه الموصلات المفضلة لإنتاج الأفلام ذات البنية النانوية. هو أبيض اللون، حساس للضوء، ويبدأ فقط في الامتصاص بالأشعة فوق البنفسجية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تحسينه بالعديد من الأصباغ العضوية وقمنا في هذه التجارب باستخدام اثنين من الأصباغ العضوية وهما محلول الرمان ومحلول العنب، بعضها يسمح للفوتون الساقط إلى معدل تحويل التيار الكهربائي.

يتم إنتاج الأغشية ذات البنية النانوية على ركيزة زجاجية موصلة بواسطة طريقة ترسيب متبوعة بعملية تسخين عند 300 درجة مئوية لتلحيم الجسيمات معاً وتضمن تماسك المجموعة.

تم صنع الخلية بوضع كمية 2 g من أكسيد التيتان وإضافة الميثانول (6 ml) تدريجياً على أكسيد التيتان حتى نتحصل على عجينة بيضاء ونتركها تجف مدة 10

2-IV توصيف طبقات أكسيد التيتان

الصور التالية هلي لطبقة أكسيد التيتان المصنوعة قبل وبعد التلدين

المحلول العضوي المستخدم

المحاليل العضوية المستخدمة هما عصير الرمان وعصير العنب

عصير الرمان

السكر 8,3%

تركيز الفواكه 12%

ماء حمض الليمون مضافات غذائية

عصير العنب

سكر 0 %

تركيز 100 %

ماء

3-IV توصيف الخلية الشمسية:

أجرينا تجميعاً لتوصيف خلية الشمسية باستخدام هذه المجموعة التي تحتوي على مقياس الفولتمتر، وفي غرفة مغلقة للحصول على الظلام. ولهذا الاجراء قمنا بقياس الجهد لكلا الخليتين وتم نقع العينة 1 من الخلايا لصبغة العنب لمدة 24 ساعة في محلول العنب ونقع العينة 6 من الخلايا المحفزة بصبغ الرمان لمدة 24 ساعة في محلول الرمان يوضح الجدول التالي المعايير المختلفة للخليتين المختارتين:

الجدول IV-1: توصيف الخلية الكهروضوئية ذات محفز الرمان تحت الإضاءة والتعتيم

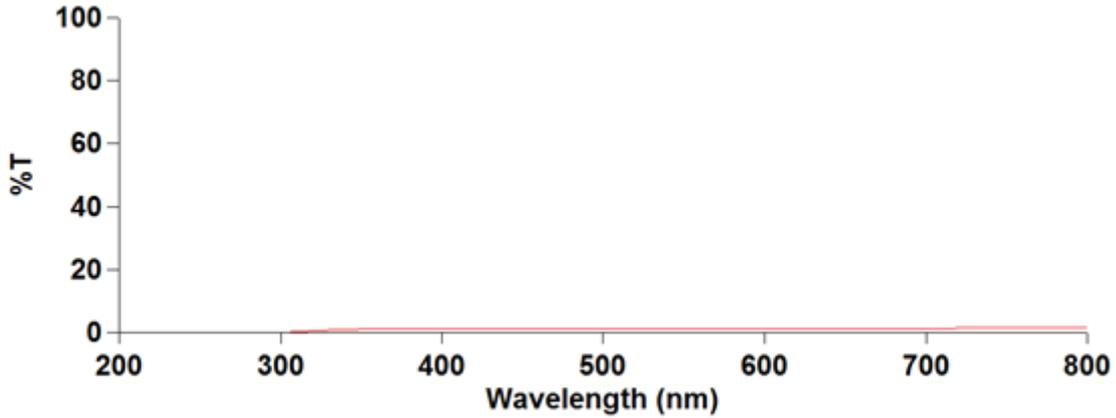
| خلية 2 | خلية 1 | خلية |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| TiO2 | TiO2 | المادة المستخدمة |
| mm×2575 | mm×2575 | ابعاد الخلية |
| عصير العنب | عصير الرمان | ملون |
| 90د | 90د | مدة النقع |
| ماء مقطر | ماء مقطر | الشطف |
| I ⁻³ /I ₂ | I ⁻³ /I ₂ | بالكهرباء |
| سائل ماء اليود (بيتادين) | سائل ماء اليود (بيتادين) | شكل المنحل بالكهرباء |
| °C300 | °C300 | درجة التجفيف |
| 90د | 90د | مدة التجفيف |

الجدول IV-2: قيم الجهد لخلية كهروضوئية بصبغة الرمان في الإضاءة والظلام .

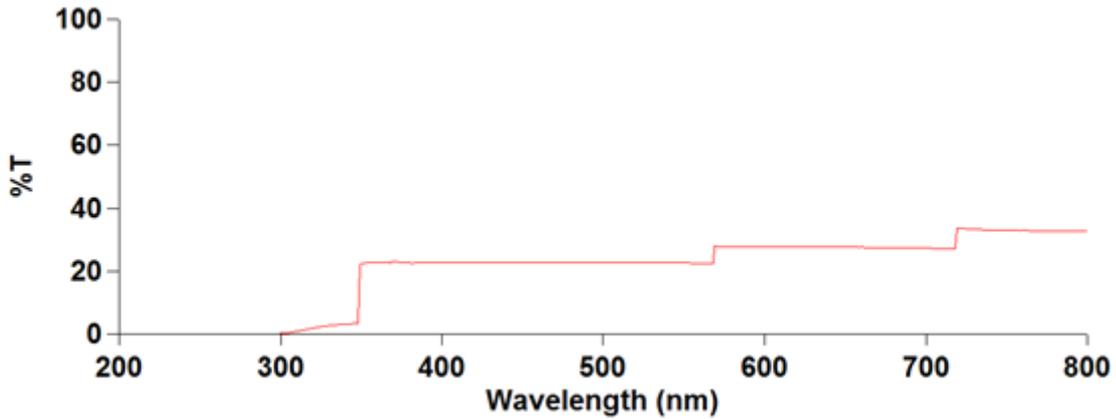
| العينات | في الضوء | في الظلام |
|---------|----------|-----------|
| 1 | 1.5 | 0.3 |
| 2 | 2 | 0.4 |
| 3 | 4.2 | 0.1 |
| 4 | 5 | 1.2 |

| | | |
|------|------|----|
| 0.23 | 3.3 | 5 |
| 6.2 | 31.8 | 6 |
| 2.3 | 7.3 | 7 |
| 2.1 | 7.8 | 8 |
| 1.4 | 8.3 | 9 |
| 1.7 | 9.8 | 10 |

تم تصوير الخلايا ب" uv visible " و تم الحصول على النتائج التالية



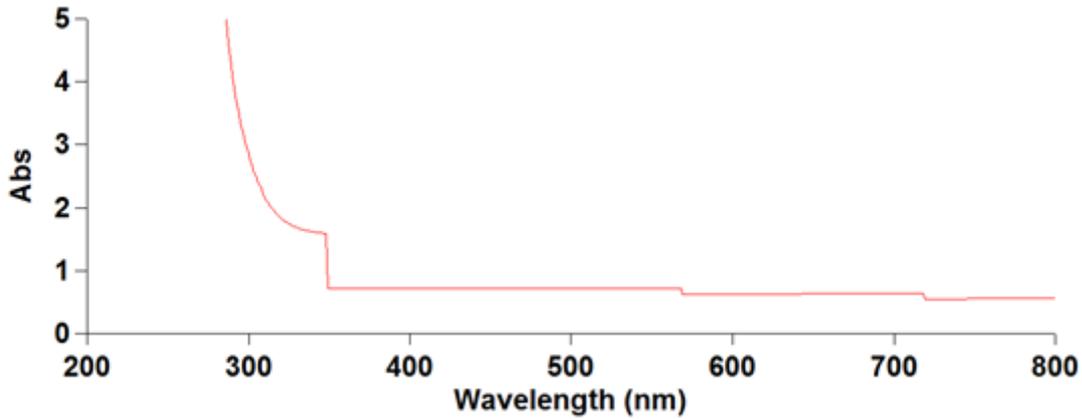
الشكل IV-1: نسبة اختراق الفوتونات الضوئية لخلية كهروضوئية بصيغ العنب



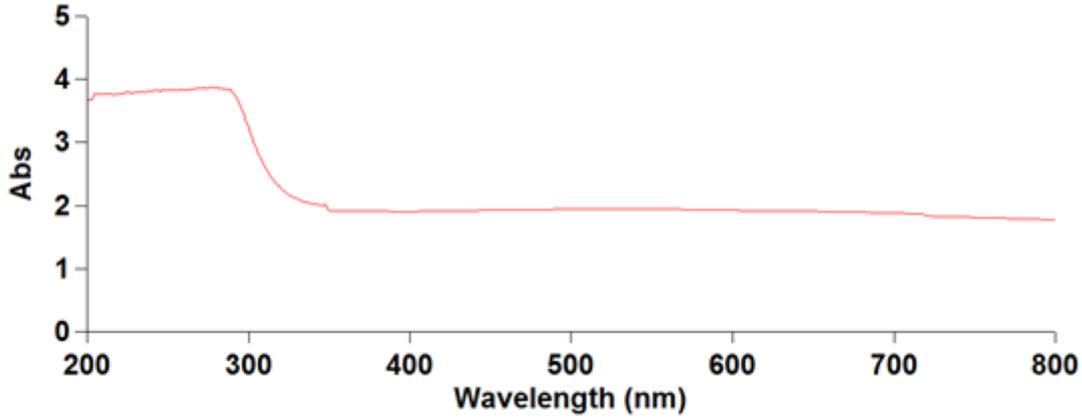
الشكل IV-2: نسبة اختراق الفوتونات لخلية كهروضوئية بصيغ الرمان

تحليل

في المجال $\lambda \leq 350$ لا تمر اشعاعات ' ultra viole ' في كلا الخليتين .
نسبة اختراق الفوتونات في الخلية الكهروضوئية بصبغ العنب في كل الطولي الموجي قريبة من 0 اما
نسبة الاختراق الفوتونات تتزايد تدريجيا في الخلية الكهروضوئية بصبغ الرمان تتزايد تدريجيا
في المجال $200 \leq \lambda \leq 350$ تكون نسبة اختراق الفوتونات للخلية 30% .
في المجال $350 \leq \lambda \leq 580$ nm تصل نسبة اختراق الفوتونات الى 30% .
في المجال $580 \leq \lambda \leq 720$ nm تصل نسبة اختراق الفوتونات 35%
في المجال $720 \leq \lambda \leq 800$ nm تصل نسبة اختراق الفوتونات الى 40%
◦ كلما زادت الشفافية زادت نسبة اختراق الفوتونات و كلما نقصت الشفافية نقصت نسبة اختراق
الفوتونات للخلية الكهروضوئية ومنه نستنتج ان الخلية الكهروضوئية بصبغ العنب عند تفاعل أكسيد
التيتان مع صبغ العنب اصبح طبقة عاتمة بينما الخلية الكهروضوئية بصبغ الرمان رغم تفاعل أكسيد
التيتان بصبغ الرمان بقي اختراق يصل الى 40% أي انه طبقة شفافة



الشكل IV-3: قيمة امتصاص الفوتونات في الخلية الكهروضوئية بصبغ الرمان

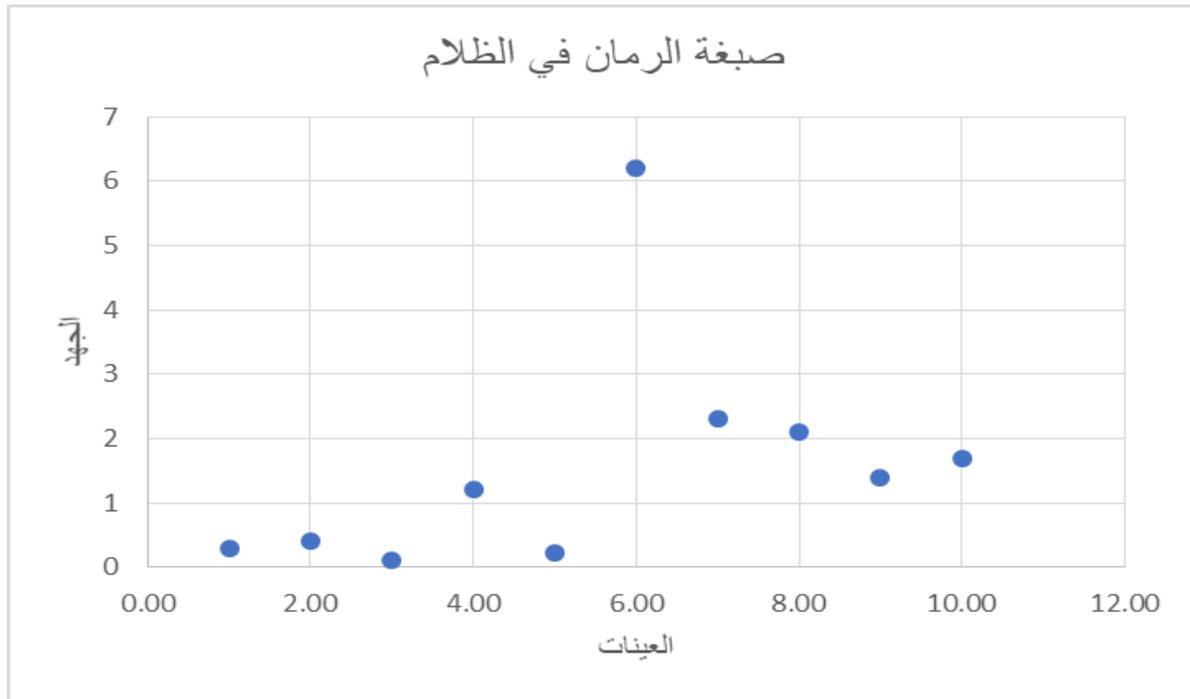


الشكل IV-4: قيمة امتصاص الفوتونات في الخلية كهروضوئية بصبغ العنب

تحليل

المنحنيين يمثلان قيمة امتصاص الفوتونات الضوئية لخلايا كهروضوئية عضوية بصبغ الرمان وصبغة العنب بدلالة الطول الموجي ب nm يكون الامتصاص في المجال $200 \leq \lambda \leq 300$ nm تكون قيمة الامتصاص 0 للخلية المحفزة بصبغ الرمان بينما يكون الامتصاص في الخلية المحفزة بصبغة العنب يصل الى 3,9 وفي المجال $300 \leq \lambda \leq 350$ nm تتناقص نسبة الامتصاص في كلا الخليتين الى ان تصل 0.5 في الخلية المحفزة بصبغ الرمان بينما تصل الخلية المحفزة بصبغ العنب الى 2. في المجال $350 \leq \lambda \leq 800$ nm تبقى نسبة الامتصاص في الخلية المحفزة بصبغ العنب في القيمة 2 بينما تتناقص نسبة الامتصاص في الخلية المحفزة بصبغ الرمان تدريجيا بتناقص طفيف يتراوح بين 0,3_0,5 الى ان تثبت في القيمة 0.3.

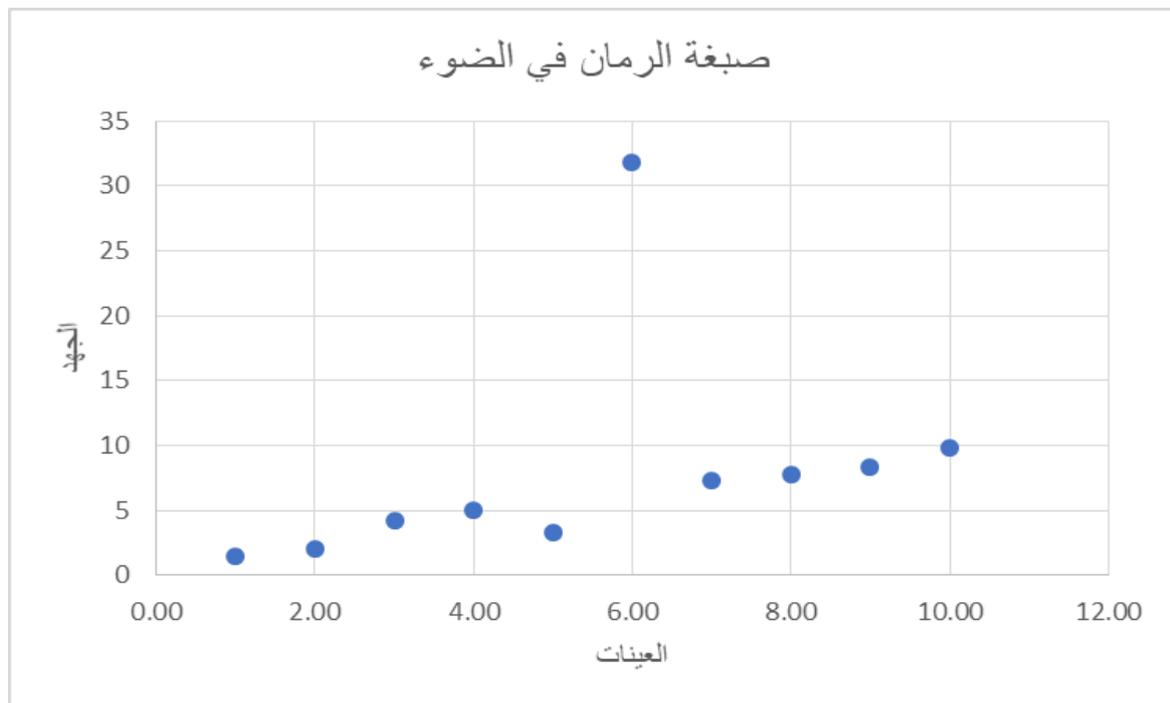
يتزايد امتصاص الفوتونات بتزايد التعطيم وكلما زادت الشفافية نقص امتصاص الفوتونات في الخلية كهروضوئية. كما انه نستنتج أيضا ان الخلايا كهروضوئية المحفزة بصبغ العنب تستطيع امتصاص الفوتونات في المجال $200 \leq \lambda \leq 300$ nm «ultra violé»



الشكل IV-5: منحنى الخلية كهروضوئية عند استخدام صبغ الرمان في الضوء

تحليل

في الظلام العينات التي تم نقعها في محلول الرمان لمدة 90د يكون الجهد يتراوح بين (0.1_2.3 mv) اما العينة التي تم نقعها لمدة 24 ساعة 6.2 mv



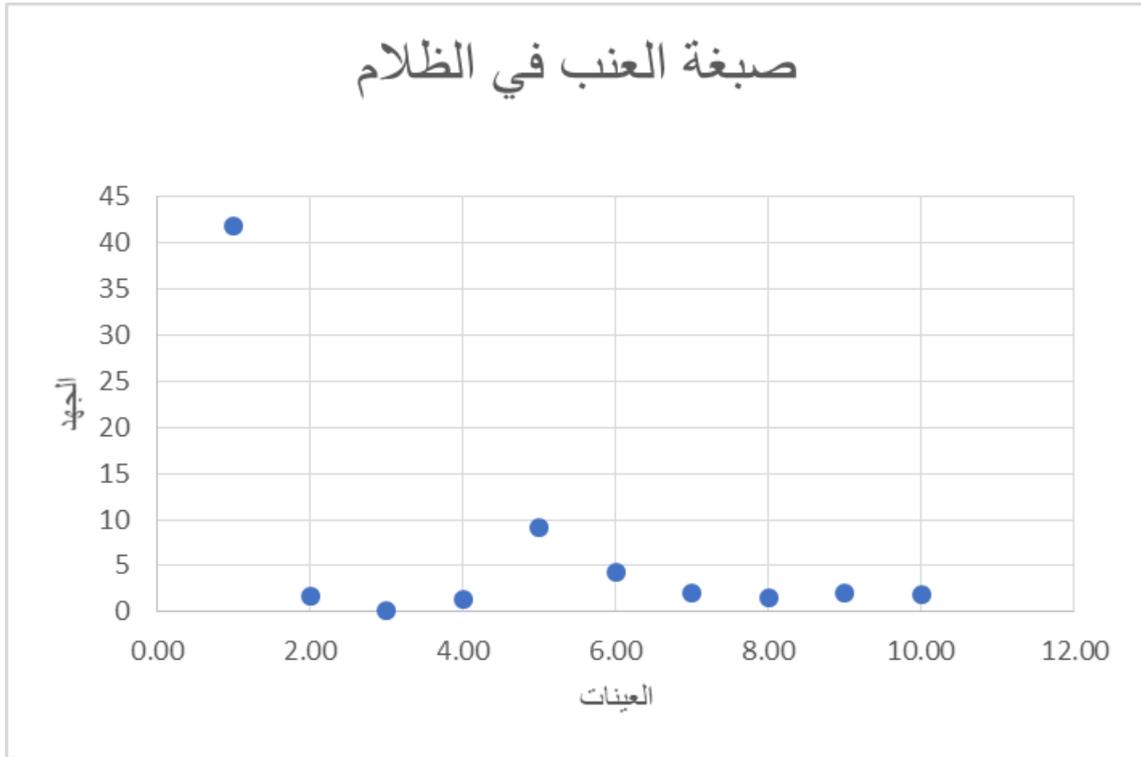
الشكل IV-6: جهد خلية محفزة بصبغ الرمان في الضوء

تحليل

العينات التي تم نقعها في المحلول لمدة 90د تتراوح قيمة الجهد بين 1,5 _ 9.8 mv في الضوء
 اما العينة التي تم نقعها لمدة 24 ساعة نلاحظ ارتفاع في قيمة الجهد في الضوء الى 31,8 mv

الجدول IV-3: الجهد للخلية التي تم نقعها في محلول العنب في الضوء والظلام

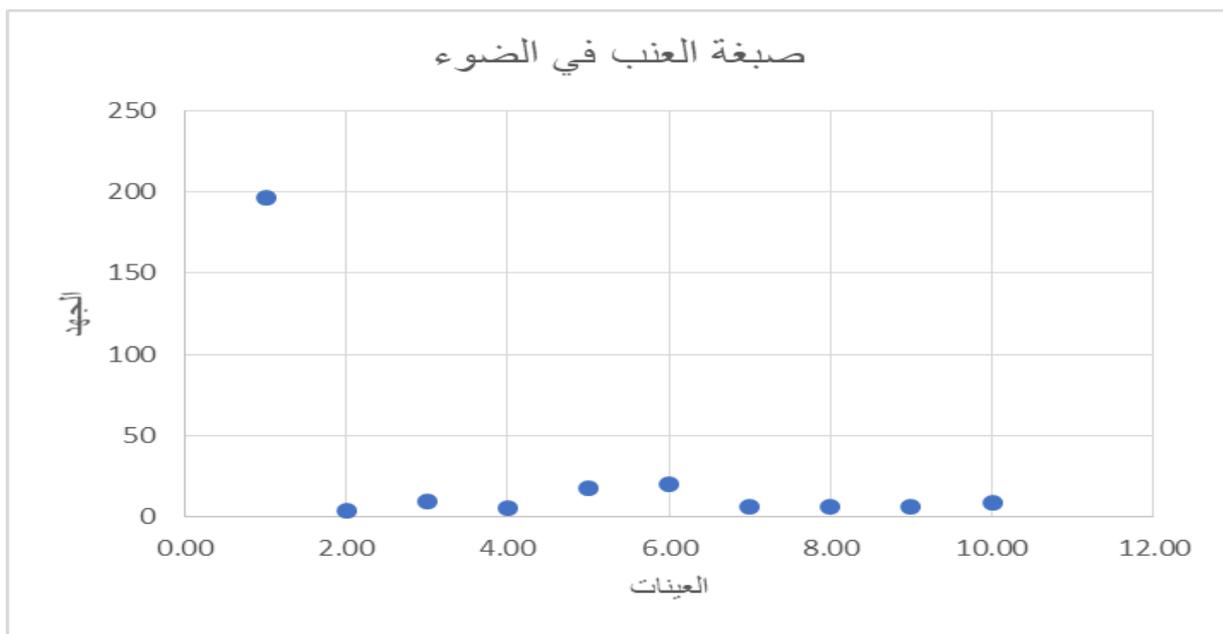
| العينات | في الضوء | في الظلام |
|---------|----------|-----------|
| 1 | 196.2 | 41.9 |
| 2 | 3.5 | 1.7 |
| 3 | 9.1 | 0.1 |
| 4 | 5.4 | 1.4 |
| 5 | 17.2 | 9.1 |
| 6 | 20.1 | 4.3 |
| 7 | 6 | 2.1 |
| 8 | 5.9 | 1.5 |
| 9 | 5.7 | 2 |
| 10 | 8.4 | 1.9 |



الشكل IV-7: جهد الخلية كهروضوئية عند استخدام صبغ العنب في الظلام

تحليل

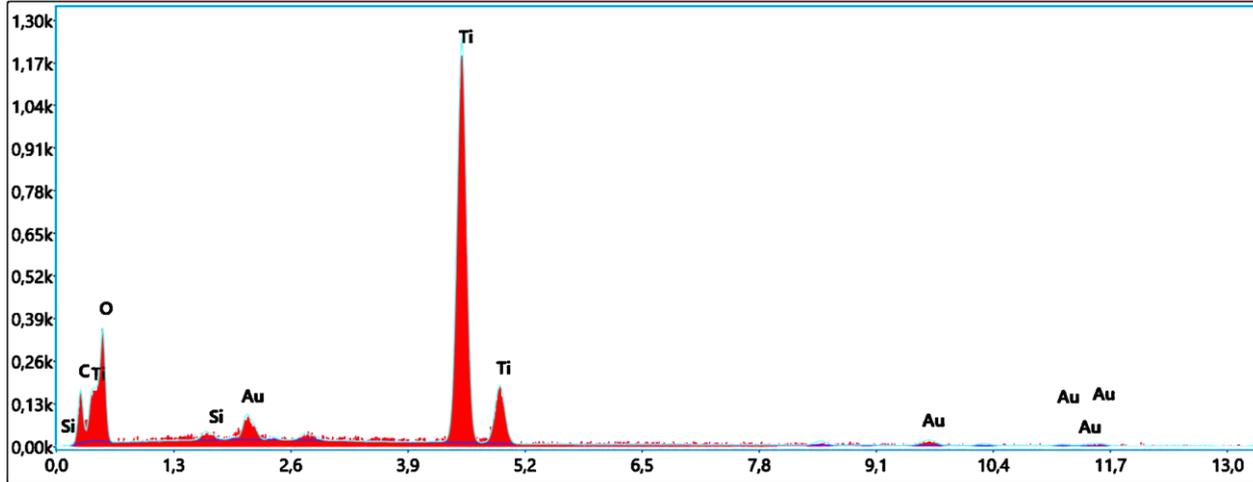
العينات التي نفعها لمدة 90د في محلو العنب نلاحظ في الضوء تكون قيمة الجهد في الظلام (0.1_9.1 mv) اما العينة التي تم نفعها لمدة 24 ساعة في المحلول تكون قيمة الجهد في الظلام 41.9mv



الشكل IV-8: جهد الخلية الكهروضوئية عند استخدام صبغ العنب في الضوء

تحليل

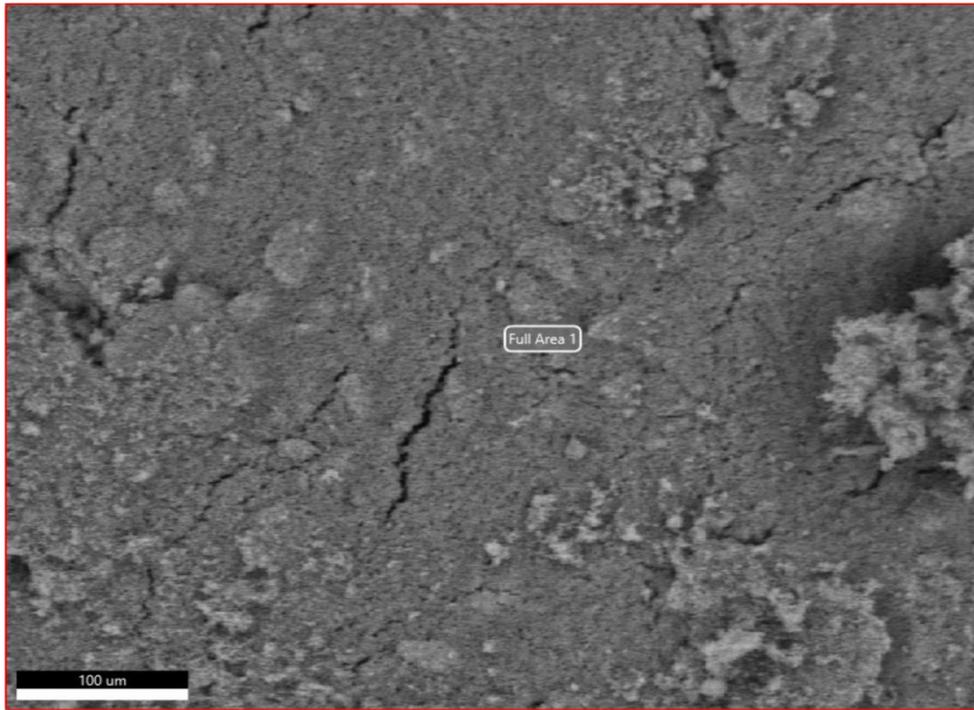
العينات التي نفعها لمدة 90د في محلو العنب نلاحظ في الضوء تكون قيمة الجهد تتراوح بين (mv) 196.2_20.1) اما العينة التي تم نفعها لمدة 24 ساعة في المحلول تكون قيمة الجهد في الضوء 196.2 mv



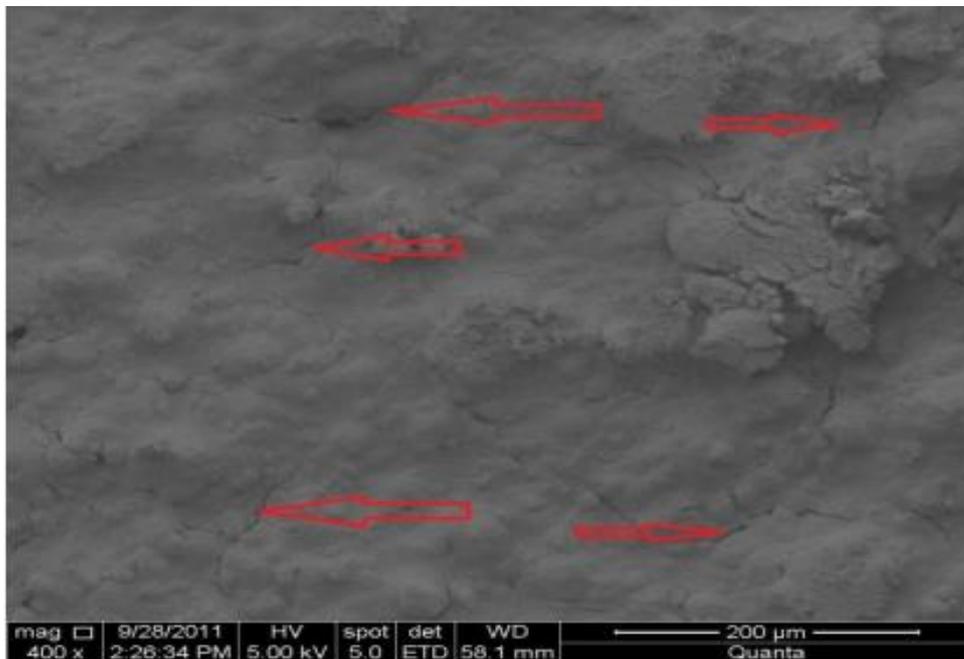
الشكل IV-9: مكونات الخلية بعد التلدين وقبل النقع في المحلول العضوي

الجدول IV-4: -4: مكونات الغشاء الرقيق لخلية بعد التلدين وقبل النقع في المحلول العضوي

| Elément | % de masse | % atomique | Kratio | Z | A | F |
|---------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| C K | 2.09 | 4.87 | 0,0095 | 1.2117 | 0.3753 | 1.0000 |
| N K | 2.29 | 4.57 | 0,0117 | 1.1867 | 0.4295 | 1.0000 |
| O K | 32.91 | 57.58 | 0,0399 | 1.1646 | 0.1040 | 1.0000 |
| SiK | 0.29 | 0.29 | 0,0021 | 1.0674 | 0.6548 | 1.0035 |
| TiK | 53.82 | 31.46 | 0,4886 | 0.9196 | 0.9787 | 1.0082 |
| AuL | 8.60 | 1.22 | 0,0539 | 0.6132 | 1.0283 | 0.9934 |



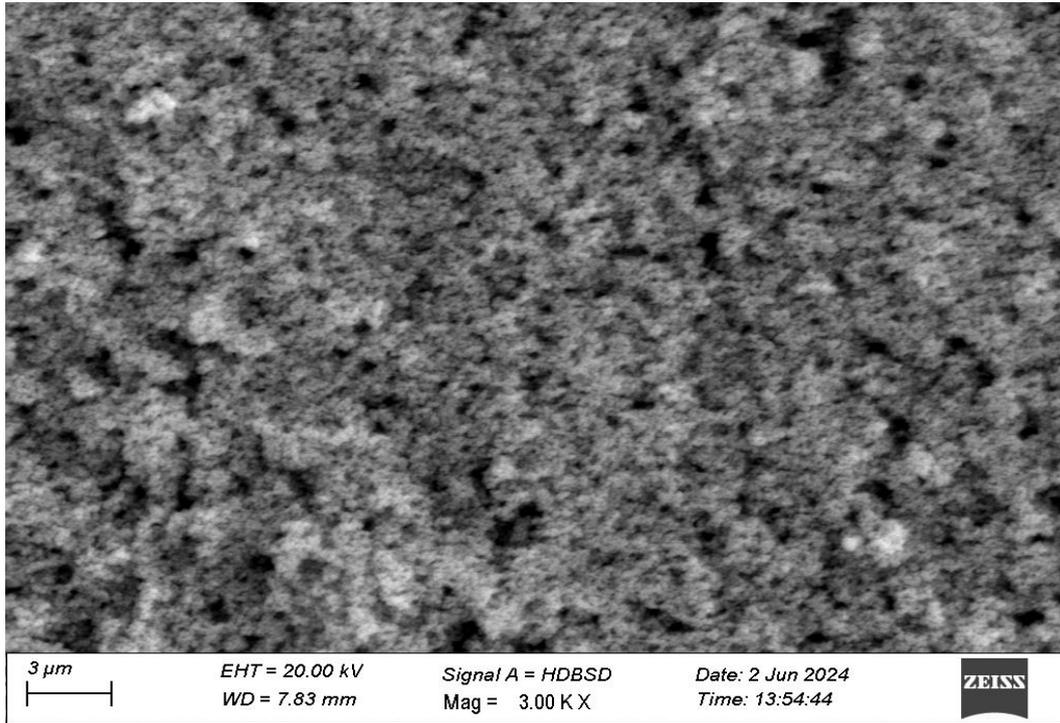
الشكل IV-10: صورة بجهاز الـ MEB لـ TiO_2 بعد التلدين وقبل النقع في محلول عضوي



الشكل IV-11: صورة بجهاز الـ MEB لـ TiO_2 بعد التلدين وقبل النقع في محلول عضوي

الجدول IV-5: غشاء خلية بعد النقع في محلول الرمان

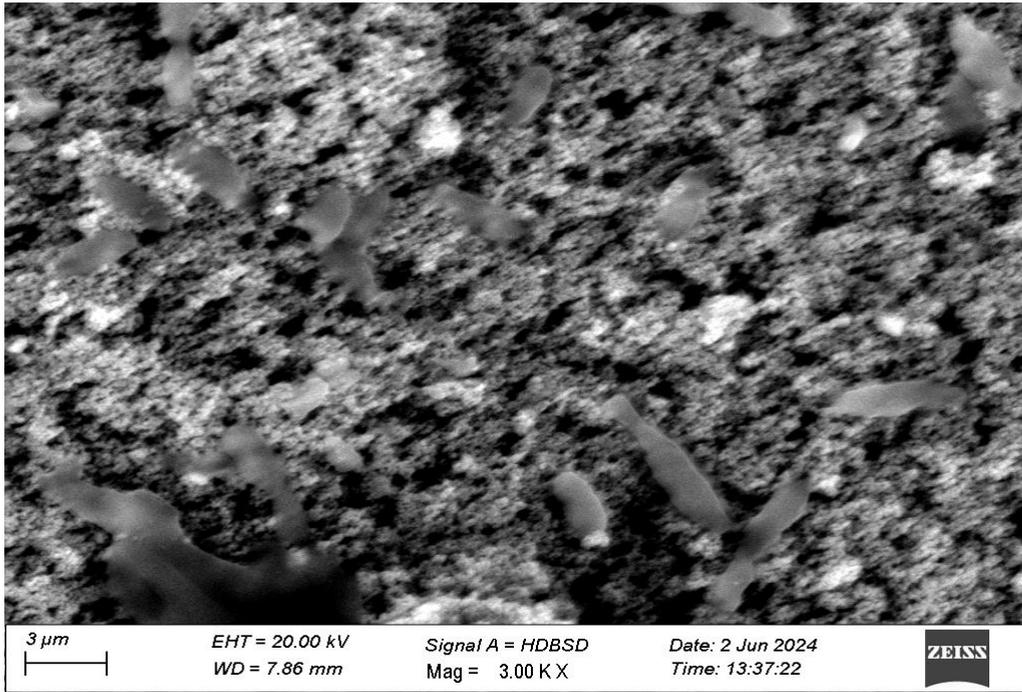
| Elément | % de masse | % atomique | Kratio | Z | A | F |
|---------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| N K | 4.72 | 9.51 | 0,0272 | 1.1875 | 0.4847 | 1.0000 |
| O K | 32.31 | 57.03 | 0,0386 | 1.1654 | 0.1025 | 1.0000 |
| BrL | 0.58 | 0.20 | 0,0035 | 0.8352 | 0.7248 | 1.0001 |
| TiK | 54.47 | 32.11 | 0,4956 | 0.9201 | 0.9807 | 1.0078 |
| AuL | 7.91 | 1.13 | 0,0496 | 0.6134 | 1.0279 | 0.9939 |



الشكل IV-12: صورة بجهاز ال MEB لغشاء خلية بعد النقع في محلول الرمان

الجدول IV-6: مكونات الخلية بعد النقع في محلول العنب

| Elément | % de masse | % atomique | Kratio | Z | A | F |
|---------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| C K | 7.36 | 16.59 | 0,0339 | 1.2101 | 0.3802 | 1.0000 |
| O K | 31.79 | 53.82 | 0,0406 | 1.1632 | 0.1099 | 1.0000 |
| SiK | 0.27 | 0.26 | 0,0020 | 1.0666 | 0.6655 | 1.0031 |
| TiK | 49.06 | 27.74 | 0,4424 | 0.9194 | 0.9702 | 1.0107 |
| AuL | 11.52 | 1.58 | 0,0723 | 0.6137 | 1.0284 | 0.9942 |



الشكل IV-13: صورة MEB لخلية تم نقعها في محلول العنب

4-IV الخاتمة

في نهاية هذا الفصل نستنتج ان بعد انتاج الخلية الصبغية القائمة على أكسيد التيتان باستخدام محفزين مختلفين نجد ان الخلية الكهروضوئية التي تم نقعها في عصير العنب لمدة 24 ساعة أعطت اعلى جهد مقارنة بالخلايا الأخرى التي تم نقعها لمدة 90د في محلول العنب او محلول الرمان وعرض صور بجهاز MAB لعينات بعد التلدين وعينة منقوعة في الرمان و تحصلنا على صورة لعينة العنب التي تم العمل عليها لكن لم نتحصل على صورة لها من مذكرات أخرى لعدم العمل علي هذا المحفز في مذكرات أخرى

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة:

في ختام هذه المذكرة تم نجاح انتاج وتوصيف الخلايا الكهروضوئية الصبغية القائمة على أكسيد التيتان باستخدام محفزي العنب والرمان أظهرت النتائج ان كلا المحفزين قدما أداء جيداً من حيث كفاءة التحفيز الضوئي وتفتح هذه الدراسة افاقاً جديدة لاستخدام صبغات الطبيعية والمستدامة في تطوير خلايا الكهروضوئية أكثر كفاءة وصديقة للبيئة.

المراجع:

- [1] الاء محمد الداخنى , "الخلايا الشمسية " , جامعة بني سويف مصر .جوان 2020
- [2] ضي ثامر عبيد , "الخلايا الشمسية "" درجة ماجستير علوم في الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم – جامعة بغداد 2022
- [3] تاتي مريم , بسمة رجا , "تأثير الغبار على الألواح الشمسية الكهروضوئية , "مذكرة – ماستر أكاديمي , جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2018/2019
- [4] محمد رأفت السيد خليل , كتاب الطاقة الشمسية واستخداماتها , " دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع , القاهرة 2009
- [5] بحري نوال , بوطبة فوزية , " دراسة خلية شمسية p-n بوصلة غير متجانسة " oxide-si " مذكرة ماستر , جامعة محمد خيضر بسكرة 2019/2020
- [6] ضي ثامر عبيد , "الخلايا الشمسية "" درجة ماجستير علوم في الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم – جامعة بغداد 2022
- [7] مريم أزهر علي غالب , "تقييم كفاءة خلية شمسية من مادة سيليكون ذات أخاديد مختلفة الشكل باستخدام برنامج زيماكس " وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة - ابن الهيثم – جامعة بغداد 2010
- [8] د.محمد فؤاد كاظم , " الخلايا الشمسية المحفزة بالصبغة", شهادة بكالوريوس في الكيمياء –كلية العلوم في جامعة القادسية 2019
- Acik, M., & Darling, S. B. (2016). Graphene in perovskite solar cells: device design, [9]characterization and implementation. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(17), 6185-6235.
- [10] محمد عماري ,محمد هشام دريس , " دراسة نظرية عن خلايا البيروفسكايت الشمسية وتطبيقاتها" مذكرة ماستر , جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2022/2021
- [11] هايل الجازي " , بحث عن الطاقة الشمسية , " 31 ماي 2022
- [12] <http://materials.springer.com>

[13] "محمد ملوكي " إنتاج وتوصيف الأغشية الرقيقة SnO₂ و TiO₂ للخلايا الشمسية من نوع Gratzel " مذكرة ماستر جامعة محمد بوضياف وهران فيفري 2013

[14] "يو ديبولد، "العلوم السطحية لثاني أكسيد التيتانيوم"، تقارير العلوم السطحية 2003

[15] سعد قيس حسين، علي عبد الحسين طه، "دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لثنائي اوكسيد التيتانيوم TiO₂ "، كلية العلوم، جامعة القادسية (2018)

[16] عبد الكريم، م الخلايا الشمسية صفحة 4_5_6 مكتبة نور

[17] Gratzel, M. (2005). Solar Energy Conversion by Dye-Sensitized Photovoltaic Cells. Inorg. Chem., Vol. 44, pp. 6841-6851.

[18] S and Miettunen 2011 Review of materials and manufacturing options for large area flexible dye solar cells Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5-6

[19] Gong J and L J 2012 Review on Dye sensitized solar cells (DSSCs): Fundamental concepts and novel materials Review Sustain energy Rev, 5848-60

[20] Anne Kaminski, Mathieu Monville² "Energie photovoltaïque Filière Physique des Composants Nanostructurés Phelma "Septembre (2010).

[21] محمد عزيز دايو، تطوير و توصيف الخلايا الشمسية الهجينة (المواد الجيوية البيروفسكايت)، (2019)

[22] عامر فاضل داوود النعيمي و اخرون، خلايا شمسة ذات صبغات متحسسة باستعمال صبغة الرمان كمحفز ضوئي ذات اقطاب نانوية، 2017.

[23] رياض سامي عنتر، رافع عبد اهلل منيف، فارس صالح عطا اهلل، "دراسة التأثير المولاري على الخصائص التركيبية لأوكسيد التيتانيوم TiO₂ المحضر بطريقة 2)، "Gel-Sol"

[24] رحيم عبد جبر، ونام سامي، "حساب فجوة الطاقة المباشرة لغشاء TiO₂ النقي والمشوب المحضر بطريقة الرش الكيميائي الحراري " 2008.

[25] R.S. Dubeya , Katta Venkata Krishnamurthyb, Shyam Singhc. ,”Experimental studies of TiO₂ nanoparticles synthesized by sol-gel and solvothermal routes for DSSCs application” ,(2019)

[26] خديجة عبيس الخالدي، "دراسة الخصائص التركيبية والبصرية لثنائي اوكسيد التيتانيوم TiO₂". (2018).

- [27] وليد الزيوي و تراشي مازيغ , دراسة و محاكات خلية شمسية هجينة من البيروفيسكايت و التي تعتمد على يوريد القصدير السيزيوم CsSnI3 بواسطة جهاز محاكات, (2022).
- [28] (Chu, Y. and Meisen, P) مراجعة ومقارنة تقنيات الطاقة الشمسية المختلفة. تقرير معهد شبكة الطاقة العالمية (GENI)، ديبغو 2011
- [29] (Choubey, P.C., Oudhia, A. and Dewangan, R.) مراجعة: السيناريو الحالي للخلايا الشمسية والاتجاهات المستقبلية. الأبحاث الحديثة في العلوم والتكنولوجيا، 4، 101-99. 2012
- [30] ماكيفوي، أ.، كاستانير، إل. وماركفارت، ت. (2012) الخلايا الشمسية: المواد والتصنيع والتشغيل. الطبعة الثانية، إلسفير المحدودة، أكسفورد، 3-25. الاستشهاد:4]
- [31] م. بيرتولي (2008) مواد الخلايا الشمسية. الدورة: الحالة الصلبة II. قسم الفيزياء، جامعة تينيسي، نوكسفيل.

الخلاصة

في هذه الدراسة تم انتاج و توصيف الخلايا الكهروضوئية الصبغية القائمة على أكسيد التيتان بمحفزين مختلفين صبغة الرمان و صبغة العنب لأخذ احسن صبغة عضوية يمكن استخدامها في هذا النوع من الخلايا و ذلك بالاعتماد على الدراسات و الأبحاث السابقة , قمنا بتنظيف الركائز بالغسل أولاً بالماء و الصابون بم النقع في الميثانول لمدة 15د ثم في الماء المقطر ثم في الاسيتون لمدة 15د ثم في الايثانول, بعد ذلك قمنا بإذابة 2 غرام من أكسيد التيتان في 6 مل من الميثانول و تم ترسيب أكسيد التيتان على الركيزة يدويا و تجفيفها على pla.que chefeu لمدة ساعة و نصف و نقعها في المحلول العضوي و لأخذ افضل نتيجة تنقع لمدة 24ساعة ثم تغسل الركائز بالماء المقطر و تترك تجف على درجة حرارة الغرفة نقوم بتجميع الخلية بوضع قطرات من محلول البيتادين على الركيزة و وضع الكاثود المكربن على الانود فتحصلنا على نتائج متفاوتة في الخلايا العينات التي نقعها لمدة ساعة و نصف في محلول العنب نلاحظ في الضوء تكون قيمة الجهد تتراوح بين (3.5_20.1 mv) في الظلام (0.1_9.1 mv) اما العينة التي تم نقعها لمدة 24 ساعة في المحلول تكون قيمة الجهد في الضوء 196.2 mv و في الظلام (41.9mv) . العينات التي تم نقعها في المحلول لمدة ساعة و نصف تتراوح قيمة الجهد بين 1,5 _ 9.8 mv في الضوء و(0.1 _ 2.3 mv) في الظلام اما العينة التي تم نقعها لمدة 24 ساعة نلاحظ ارتفاع في قيمة الجهد في الضوء الى(31,8 mv) وفي الظلام(6.2 mv).

abstract

In this study, dye photovoltaic cells based on titanium oxide were produced and characterized with two different catalysts: pomegranate dye and grape dye. To obtain the best organic dye that can be used in this type of cell, based on previous studies and research, we cleaned the substrates by first washing them with soap and water. Soaking in methanol for 15 minutes, then in distilled water, then in acetone for 15 minutes, then in ethanol. After that, we dissolved 2 grams of titanium oxide in 6 ml of methanol, and the titanium oxide was deposited on the substrate manually and dried on a pla.que chefeu for an hour. Half and soak them in the organic solution. To get the best result, soak them for 24 hours, then wash the substrates with distilled water and leave them to dry at room temperature. We assemble the cell by placing drops of betadine solution on the substrate and placing the carbonated cathode on the anode. We obtained varying results in the sample cells that we soaked. For an hour and a

half in the grape juice, we notice that in the light the voltage value ranges between 3.5-20.1 mv (in the dark (0.1-9.1 mv). As for the sample that was soaked for 24 hours in the solution, the voltage value in the light is 196.2 mv and in the dark it is 196.2 mv). 41.9(. Samples that were soaked in the solution for an hour and a half, the voltage value ranges between 1.5 - 9.8 mV in the light and (0.1 - 2.3 mV) in the dark. As for the sample that was soaked for 24 hours, we notice an increase in the voltage value in the light to (31.8). mv (and in the dark) 6.2 mv.