تحضير ودراسة الاستجابة الضوئية لخلية شمسية متعددة الطبقات ذات النقاط الكمية الحساسة للضوء المرئي

FTO(P−Type)/ZnSe/CdSe(MPA)/CdS/FTO

الدكتور قيصر صلاح اليماني

أستاذ مساعد في قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة الفرات

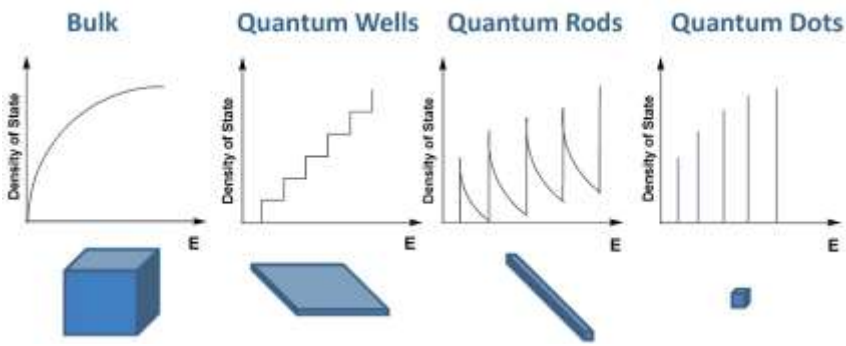
الملخص

تم تحضير خلايا شمسية متعددة الطبقات ذات النقاط الكوانتية CdSe باستخدام تقانة النانوية، أبدت الخلية الشمسية المحضرة ميزة شبه مثالية تمتلك خواص الوصلة الثنائية، كان مردود الخلية المحضرة 21.5% . دُرست الاستجابة الترددية للخلية الشمسية بتابعية طول الموجة ، أظهرت الخلية عدة قمم استجابة وافقت أطوال موجية (450− 530−650)nm . تم حساب انصاف اقطار النقاط الكوانتية المتشكلة باستخدام علاقة نصف تجريبية ، دُرست الميزة I−V للخلية ووجد انها قريبة من الميزة المثالية للخلية الشمسية . تم حساب عامل الملء ومرود هذه الخلية ، كان المردود صغير نسبياً قياساً ببعض الخلايا المخبرية ، درست الاستجابة الترددية لهذه الخلية ولوحظ زيادة استجابة الخلية مع زيادة الطول الموجي . كان معدل التحويل الكوانتي أكبر ما يمكن عند الطول 610 nm حيث بلغ التحويل الكوانتي 21%.

الكلمات المفتاحية: Solar cell، CdSe(MPA)، CdS , ZnSe.

1- مقدمة :

تعرف النقاط الكوانتية (QDs) بأنها أنصاف نواقل نانوية مع بعد صفري نظرياً مقيد من ثلاثة اتجاهات. تعتمد خصائص هذه المواد على سويات الطاقة لحاملات الشحنة (الالكترونات والثقوب)، ان تقيد حوامل الشحنة يجعل حركتها محدودة مما يزيد انشطار السويات الطاقية بشكل مختلف عما هو عليه في المواد الأساسية لأنصاف النواقل [MACOR.L , GUIJARRO N., GÓMEZ R. , *et al* 2009]. ان اختلاف الخصائص الفيزيائية الناتجة عن اختلاف الحجم يغير من خصائصها الضوئية وعرض مجالها المحظور والتألق الضوئي .[LI.M, CUSHING.S, WANG.Q *, et al 2011].



خلال العقد الماضي استخدمت العديد من النقاط الكوانتية لأنصاف النواقل في صناعة الخلايا الشمسية مثل: CdS,CdTe, PbS,CdSe,InP [Santra, P.K., Kamat P.V,2013] . ويعود ذلك الى الحساسية العالية لمركبات انصاف النواقل للضوء المرئي والذي يؤثر بشكل مباشر على التيار الكهربائي الناتج عن الإثارة الضوئية. من المعلوم ان حجم النقاط الكوانتية يلعب دور مهم في عملية الامتصاص الضوئي فكلما صغر حجم النقطة الكوانتية انزاحت قمة الامتصاص الضوئية باتجاه الاطوال الموجية الأقصر (اللون الأزرق)، وعلى العكس تماماً كلما ازداد نصف قطر النقطة الكمية سوف تنزاح نحو اللون الأحمر [Batal M.A, Al Yamani K.2016]. وهذا يلعب دوراً مهما في اختيار المواد انصاف النواقل لصناعة الخلايا الشمسية. فعندما نريد ان نشكل خلية شمسية متعددة الطبقات تمتص كامل المجال المرئي ومجال من الاشعة فوق البنفسجية

يجب ان تُحضر النقاط الكمية بأنصاف اقطار مختلفة مما يزيد في معدل امتصاص الاشعة الضوئية ويحسن من التيار الكهربائي الناتج عنها Batal MA, Alyamani [K,2017]. ان التحكم في مقاسات النقاط الكوانتية يختلف باختلاف طريقة التحضير ونوعية وأنواع الأوساط المغلفة لها التي تمنع عمليات إعادة الاتحاد المشع التي يمكن ان تخفض من كفاءة هذه الخلايا وكذلك الامر يتعلق بنوعية السطوح المغلفة للنقاط الكوانتية [Hines, D.A. and P.V. Kamat.2013].

سوف نقوم في هذا البحث بتحضير خلية شمسية متعددة الطبقات المادة الفعالة فيها النقاط الكوانتية CdSe(QDs) ، تعمل على امتصاص الضوء في كامل منطقة الضوء المرئي وبداية منطقة الاشعة تحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرطيسي، ومن ثم حساب مردودها وكفاءة تحويلها.

2- المواد الكيميائية المستخدمة:

ثيو كبريتات الصوديوم، كلوريد القصدير، كلوريد الحديد، الماء المقطر، بوروهيدريد الصوديوم، السيلينوم، اسيتات الكادميوم، ميتابرابونك اسيد، ايتلين غليكول، هيدرازين دي هيدرات، الإيثانول، دي ايتيل امين، أوكسيد التريليوم، نترات الفضة، شرائح زجاجية.

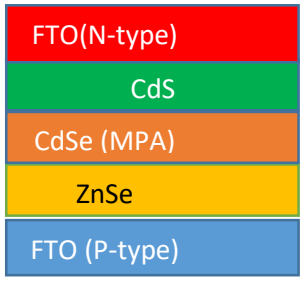
3- الأجهزة والأدوات:

بيل مول الحراري ، مقاومة متغيرة Ω100-2000، خلاط مغناطيسي ، شرائح زجاجية ، أفومتر متعدد الاستخدام ،دورة تبريد مرتد ، سخان حراري ،ملاقط معدنية.

4- تحضير طبقات الخلية الشمسية :

صُممت منظومة الخلية الشمسية بحيث تمتص كامل الاشعة الضوئية في المنطقة المرئية من الطيف الكهرطيسي، حيث تم استخدام قطبين شفافين من شرائح زجاجية احداهما من النوع N الثانية والأخر من النوع P ، أُستخدمت فيها الطبقة الناقلة للثقوب ZnSe وهو نصف ناقل من النوع P يتمتع بفجوة طاقية (2.70 eV) يتبلور وفق البنية السداسية يملك خصائص ضوئية جيدة ، وكذلك أُستخدمت النقاط الكوانتية من CdSe كمادة فعالة فيها تمتلك مادتها الأساسية فجوة طاقية مباشرة (1.73 eV)

يتبلور وفق البنية السداسية . أما المادة الناقلة للإلكترونات فكانت كبريتيد الكادميوم وهو نصف ناقل من النوع N.



الشكل (1) المخطط الصندوقي للخلية الشمسية.

وفيما يلي طرق تحضير هذه الطبقات المختلفة:

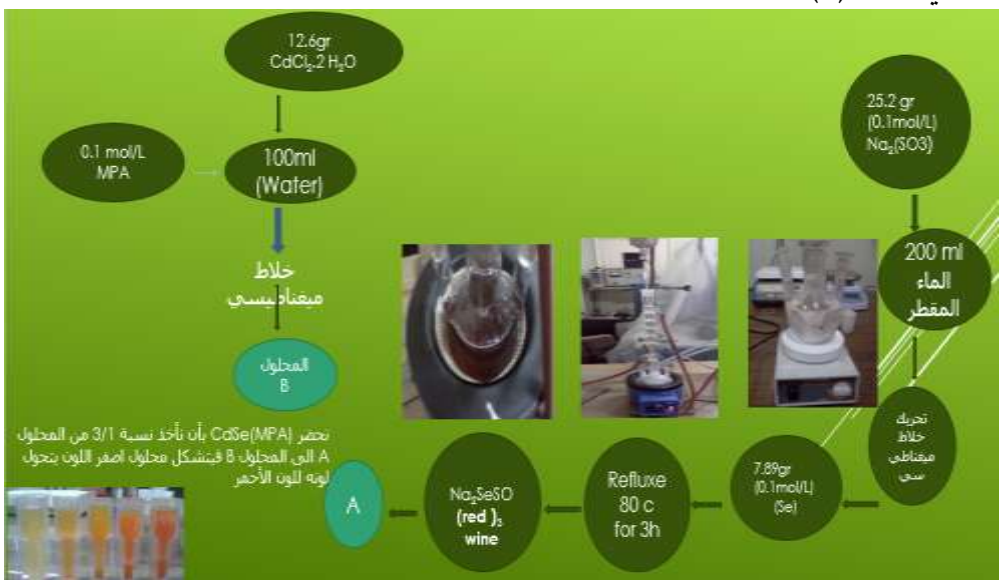
1-3- تحضير القطب الشفاف FTO من النوع P:

حُضرت هذه الطبقة بطريقة البخ الحراري على شرائح زجاجية بعد تنظيفها، تم تحضير محلول لكلوريد القصدير مشاب بنسبة 5% من كلوريد الحديد تم اضافة بضع قطرات من حمض الفلور لتخريش السطح الزجاجي، تم تسخين الشرائح الزجاجية باستخدام سخان كهربائي حتى الدرجة 500C ومن القيام بعملية البخ . تم الحصول على قطب شفاف ناقل للتيار الكهربائي ذو مقاومة منخفضة Ω 24. [M.A.Batal,K Alyamani.2016] يبين الشكل (2) ألية التحضير .

الشكل (2) ألية تحضير القطب FTO(P).

2-3- تحضير النقاط الكوانتية CdSe(MPA)QDs

تم تحضير النقاط الكوانتية منCdSe(MPA)QD باستخدام دورة التبريد المرتد، تم حل 0.1mol من اسيتات الكادميوم في 100ml من الماء المقطر باستخدام خلاط مغناطيسي، أضيف الى المحلول السابق 0.1mol من ميتابرابونك اسيد مع التحريك المستمر حتى تمام الانحلال يتشكل في نهاية التفاعل محلول أبيض حليبي نسميه المحلول (A). تم أخذ 0.1mol من بودر السيلنيوم ويوضع في 100ml من الماء المقطر ، يضاف الى المزيج السابق 25 ml من ايتلين غليكول ويوضع المزيج في حوجلة زجاجية ثلاثية الرؤوس وتُركب على دورة تبريد مرتد عند الدرجة 80 C^O لمدة 6 ساعات، يضاف اليها 25ml من هيدرازين دي هيدرات الى دورة التبريد المرتد على عدة مراحل، بنهاية التفاعل يتشكل محلول احمر خمري red wine نسميه المحلول (B). تُحضر النقاط الكوانتية من CdSe(MPA) بمزج المحلول الأول (A) مع المحلول (B) بنسبة 1/3 من المحلول الأول الى المحلول الثاني فيتشكل محلول أصفر مخضر اللون يتحول لونه للون الأحمر مع زيادة الزمن نتيجة زيادة حجم العنقود الذري المتشكل كما في الشكل(3) [ALYamani K.2019, ALYamani K.2021].



الشكل (3) ألية تحضير النقاط الكوانتية من CdSe(MPA)

3-3- تحضير الطبقة الحاقنة للثقوب ZnSe:

تم حل 0.02mol/L من اسيتات الزنك المائية في 100ml من الماء المقطر ومن ثم تم أضافة 1gr من بروهيدريد الصوديوم الى المحلول السابق مع التحريك المستمر بواسطة خلاط مغناطسي. تم أضافة 30ml من محلول السيلينوم المحضر مسبقا مع التحريك المستمر يتشكل في نهاية التفاعل محلول أصفر مائل للون البرتقالي من ZnSe.

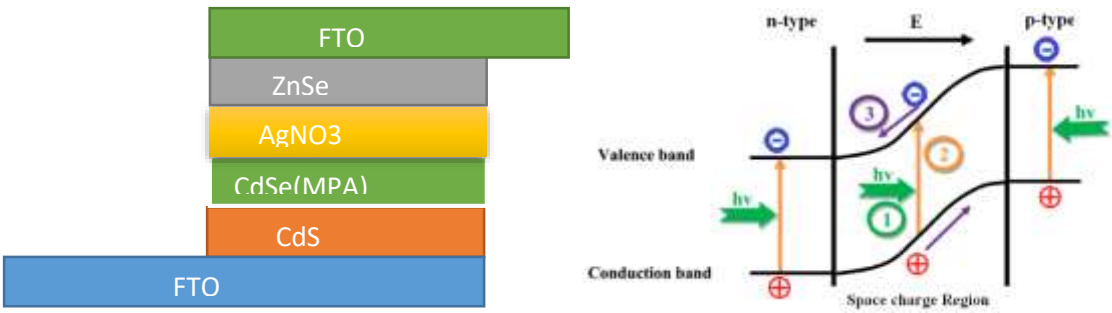
3-4- تحضير الطبقة الناقلة للإلكترونات CdS:

أستخدمت طريقة الترسيب الايوني باستخدام وعاء تحليل لتحضير الطبقة الناقلة للإلكترونات CdS . تم حل 0.1mol من كلوريد الكادميوم في الماء المقطر مع إضافة 0.01gr من ثيو كبريتات الصوديوم باستخدام الخلاط المغناطيسي مع إضافة كمية من حمض الكبريت ليصبح الوسط حمضي PH=2 . تم استخدام شريحة من FTO ذات مقاومة منخفضة (24 Ω) لترسيب كبريتيت الكادميوم عليها حيث غمست في المحلول كقطب سالب، كما غمست قطعة من الكادميوم كقطب موجب وتم وصل القطبين بسلك خارجي حيث تم تسخين المحلول الى الدرجة 50C مع التحريك المستمر باستخدام الخلاط المغناطيسي لمدة 4 ساعات. بنهاية التفاعل تم تشكيل طبقة من CdS ذات اللون الأصفر فوق طبقة FTO. يبين الشكل (4) المخطط الصندوقي لألية التحضير.

الشكل (4) الية تحضير الطبقة الناقلة للإلكترونات CdS.

3-5- ترتيب طبقات الخلايا الشمسية :تم تشكيل طبقات هذه المنظومة وفق الاتي:

1. حضرت شرائح زجاجية شفافة ناقلة للتيار الكهربائي من فلوريد أكسيد القصدير(نصف ناقل من النوع 'N" طبقة تمرر الالكترونات لأنها طبقة خالية من المسامات(miso porous) ولا تسمح بمرور الايونات ذات الحجم الكبير) بطريقة الترسيب الحراري بمقاومات منخفضة Ω (20-24).
2. باستخدام طريقة السبين تم ترسيب طبقة كبريتيد الكادميوم ومن ثم عُولجت الشريحة الزجاجية حرارياً باستخدام فرن حراري حتى الدرجة $400C^{o}$.
3. رُسبت طبقة من النقاط الكوانتية CdSe(MPA) أيضاً بطريقة السبين فوق طبقة كبريتيد الكادميوم ثم جففت باستخدام مجففة عند الدرجة $50\ C^{o}$ لمدة ساعتين.
4. حضرت شريحة زجاجية من فلوريد أوكسيد القصدير المشاب بكلوريد الحديد الثلاثي (نصف ناقل من النوع P) بطريقة الترسيب الحراري بمقاومة منخفضة 50Ω، تم ترسيب عليها طبقة ZnSe (نصف ناقل من النوع P) وتم إضافة طبقة من $AgNO_3$ كطبقة الكتروليت ناقل من النوع P.
5. أجريت عملية التصاق الشريحتين بواسطة ملاقط نمنع عملية انتشار الطبقات بين بعضها البعض تثبيت الشريحتين(1) و(2) بمساحة سطح $1cm^2$ كما في الشكل(5) حيث كان الهدف من وضع طبقتين شفافتين من FTO هو ان تضاء الخلية من الجانبين لزيادة مردودها .

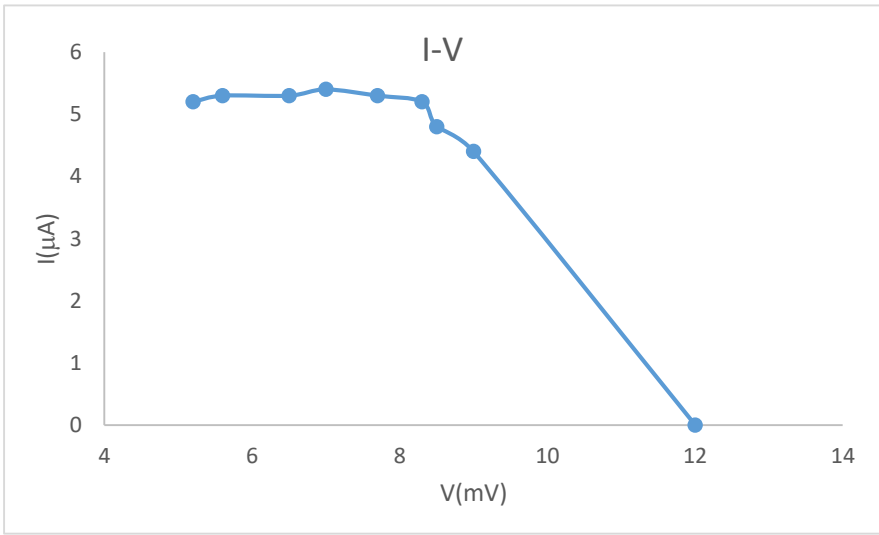


الشكل (5) الأليات الفيزيائية الحاصلة داخل الخلية الشمسية.

يبين الشكل (5) البنية الصندوقية للخلية الشمسية والأليات الفيزيائية الموافقة لعمل الخلية الشمسية حيث يظهر المخطط وجود ثلاث أليات أساسية لعمل الخلية الشمسية أولها سقوط شعاع ضوئي على سطح الخلية يملك طاقة كافية. الألية الثانية امتصاص احدى الكترونات المادة الفعالة (CdSe) لطاقة الفوتون الساقط وتوليد زوج أكسيتوني (الكترون –ثقب). الالية الثالثة هي حركية الالكترون واثلقوب باتجاه اقطاب الخلية مما يولد كمون كهربائي على جانبي الوصلة pn.

1- دراسة الميزة I–V:

تم دراسة الميزة I–V للخلية الشمسية في حالة الإضاءة (اضاءة غرفة المخبر) بوجود مقاومة حمل متغيرة لتناسب استطاعة الخلية (100–2000Ω). يبين الشكل (6) الميزة I–V لهذه الخلية، حيث يلاحظ في بداية الميزة ثبات التيار مع زيادة جهد الخلية عند زيادة الحمولة حتى القيمة 8.5mV ومن ثم يبدأ تيار الخلية بالتناقص مع زيادة الحمل. تشابه ميزة هذه الخلية ميزة الحالة التقويمية لوصلة p–n. لوحظ تناقص جهد الخلية وتيارها عند عكس القطب المتعرض للإضاءة مما يدل على ان حركية حاملات الشحنة تتم باتجاه واحد ضمن المنظومة وهذا يوافق الأليات الفيزيائية الموجودة في الشكل (5).



الشكل (6) الميزة I–V للخلية الشمسية متعددة الطبقات

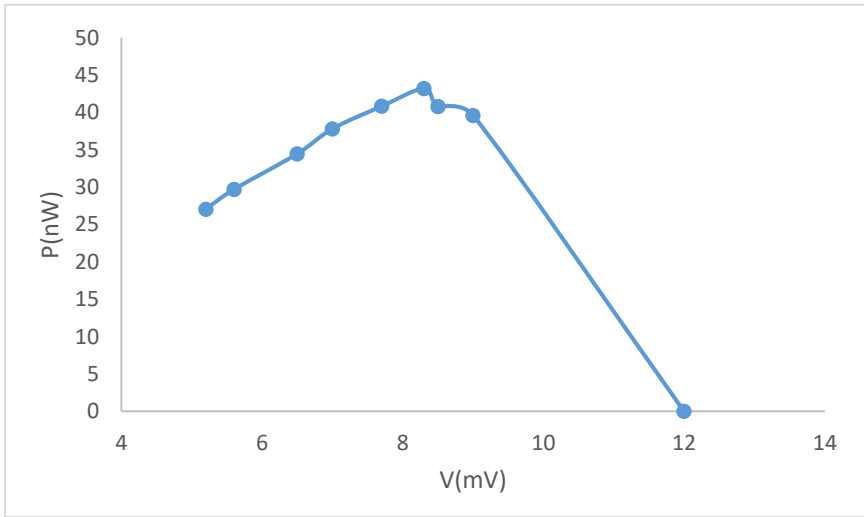
والجدول التالي يبن قيم كمون الدارة المفتوحة وتيار الدارة المقصورة للخلية الشمسية المحضرة:

V_{OC}(mv)	$I_{SC(\mu A)}$
12	5.4

2- تغيرات استطاعة الخلية كتابع للجهد:

تم دراسة تغيرات استطاعة الخلية الشمسية كتابع للجهد المطبق عليها عند تغير الحمولة المطبقة على خرج الخلية، يبين الشكل (7) تغيرات هذه الميزة حيث يظهر من الشكل (7) ان أعظم استطاعة للخلية الشمسية 43.16 nW والتي تقابل أفضل جهد حمل للخلية الشمسية 8mV. بإسقاط قيمة الجهد الموافق لأفضل استطاعة على المميزة I-V لمعرفة أفضل قيمة لتيار الحمولة الموافق والذي وجد أنه يساوي 5.3µA وعليه فإن أفضل حمل يعطي قيمة أفضل حمولة باستخدام قانون أوم:

$$R_{OL} = \frac{V_{OL}}{I_{OL}} = \frac{8mV}{5.3\mu A} = 1.5K\Omega$$



الشكل (7) يبين الميزة P-V للخلية الشمسية متعددة الطبقات.

ولنحسب عامل الملء الذي يمثل نسبة الاستطاعة العظمى التي يمكن أن تعطيها الخلية إلى استطاعة الخلية المثالية والذي يعطى بالعلاقة [ALYamani K.2021]:

$$F_F = \frac{P_{\max}}{I_{SC}V_{OC}} = \frac{43.16nW}{3.2\mu A \times 5.6mV} = 0.66$$

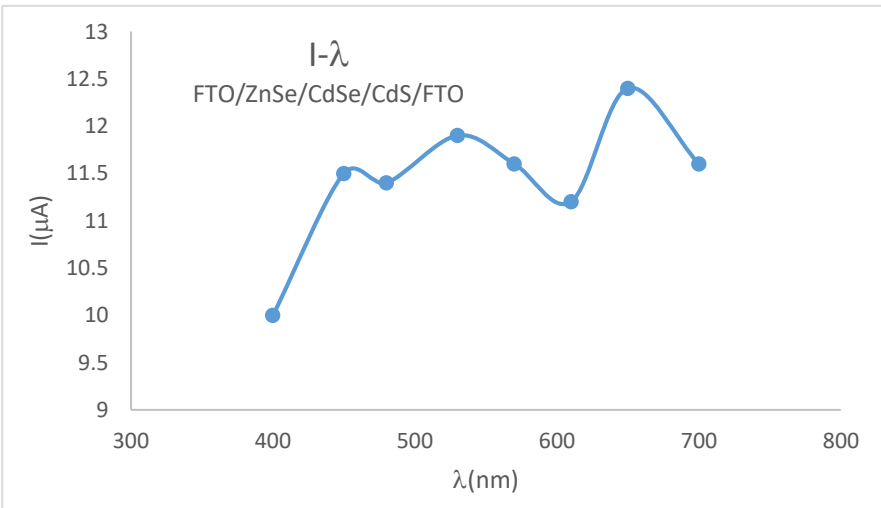
وكذلك لنحسب المردود أي نسبة الاستطاعة العظمى التي يمكن أن تعطيها الخلية إلى الاستطاعة الضوئية الساقطة على سطح الخلية بشكل ناظمي ويعطى بالعلاقة:

$$\eta = \frac{P_{\max} \times 100}{\varphi A} = \frac{43.16\ nW}{1\times10^{-4} m^2 \times 0.20 \frac{W}{m^2}} = 0.215\%$$

ويمكن تحسين مردود هذه الخلية بتبديل الطبقة الناقلة للثقوب.

3- استجابة تيار الخلية لطول موجة الضوء الساقط:

تم دراسة استجابة الخلية الشمسية المحضرة بالنسبة لطول موجة الضوء الساقط عليها وذلك باستخدام مرشحات ضوئية لونية تغطي كامل منطقة الطيف المرئي من الاشعاع الكهرطيسي. يبين الشكل (8) تغيرات تيار الخلية الشمسية بتغير طول موجة الضوء الساقط عند حمل ثابت 1KΩ . يلاحظ من الشكل (8) وجود ثلاث قمم استجابة عند اطوال موجية مختلفة موافقة للأطوال الموجية (450-530-650)nm التي توافق الألوان الأزرق والأخضر والأحمر ويلاحظ ان الفرق في قمم الاستجابة هو 1μA مما يجعل هذه الاستجابة قريبة من الاستجابة التقويمية للوصلة p-n مع زيادة طول موجة الضوء الساقط على سطحها. ان هذه القمم توافق انصاف اقطار مختلفة للحبيبات النانوية المتشكلة ضمن بنية الخلية الشمسية [Prashant V. Kamat 2008].ان الشدة العظمى توافق النقاط الكوانتية ذات انصاف الأقطار الأصغر، ان اعظم تحويل كوانتي كان يوافق الاطوال الموجية ضمن المجال المرئي.



الشكل (8) استجابة الخلية الشمسية لطول موجة الضوء الساقط.

يمكن حساب أقطار حبيبات النقاط الكوانتية المتشكلة من CdSe ضمن الطبقة الفعالة باستخدام علاقات تجريبية ونظرية، فالعلاقة التجريبية الاولى وضعها العلماء Bacherikov و co-workers وهي علاقة تربط ما بين طول موجة الامتصاص الأكسيتونية الأولى وقطر الحبيبة المتشكلة(نانومتر) وتعطى بالعلاقة [Bacherikov.Y, DavydenkoM.O, et al,2006]:

$$D(2r) = 0.33\exp(\frac{\lambda - 252}{129.3}) \qquad (1)$$

إن العلاقة (1) صالحة عندما يكون نصف قطر الحبيبة أصغر من 10nm .كما يمكن حساب قطر الحبيبة المتشكلة للنقاط الكوانتية CdSe من العلاقة التجريبية الثانية التي وضعها العلماء Yu and co-workers وهي أيضا علاقة كثير حدود بالنسبة لطول الموجة تربط بين الأقطار المتشكلة للحبيبات CdSe ضمن المحلول وطول موجة الامتصاص الاكسيتونية الاولى بالعلاقة (2) [Qu.L , Guo.W,et al,2003] :

$$D = (1.6122\times10^{-9}).\lambda^4 - (2.6575\times10^{-6})\lambda^3 + (1.6242\times10^{-3}).\lambda^2 - (4.277\times10^{-1}).\lambda + 41.57 \quad (2)$$

الجدول التالي يبين قيم انصاف اقطار الحبيبات المتشكلة الموافقة لقمم امتصاص الاطوال الموجية وشدة التيار.

$\lambda(nm)$	R_1(nm)	R_2(nm)	$I(\mu A)$
450	1.52	1.95	11.5
530	2.83	2.69	11.9
650	7.16	7.76	12.4

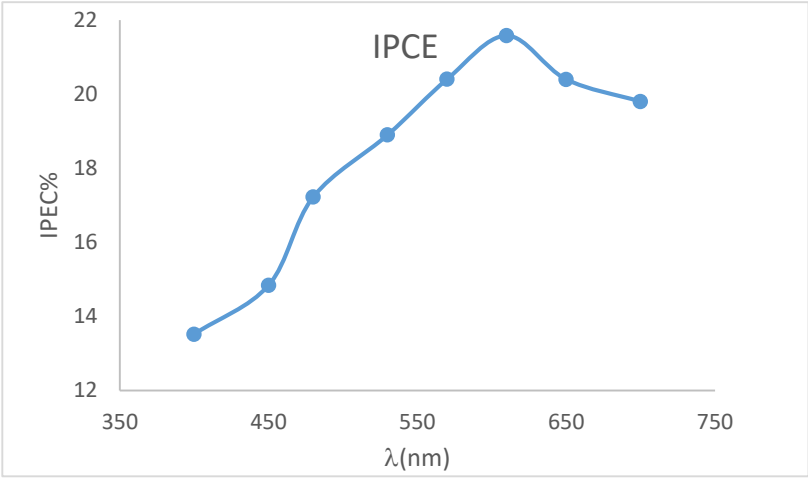
4- التحويل الكوانتي للخلية الشمسية:

تم حساب التحويل الكوانتي للخلية الشمسية المحضرة بالاستفادة من القيم المسجلة لتغيرات قيم كمون الدارة المفتوحة وتيار الدارة المقصورة وعامل الملء للخلية الشمسية بدلالة طول موجة الضوء الساقط على سطح الخلية الشمسية بوجود الحمل حيث يعطى تحويل الطاقة للخلية الشمسية (PCE) بالعلاقة [Chang.J, Ahmed.R, et al.2013]:

$$\mathrm{PCE} = (J_{sc} \times V_{oc} \times FF)/P_{in}$$

حيث J_{sc} كثافة تيار الدارة المقصورة ، V_{oc} جهد الدارة المفتوحة ، P_{in} الاستطاعة الساقطة على الخلية الشمسية و FF عامل الملء للخلية الشمسية .

يبين الشكل (9) التحويل الكوانتي للطاقة ضمن الخلية الشمسية متعددة الطبقات FTO/ZnSe/AgNO3/CdSe/CdS/FTO حيث يظهر من الشكل وجود عدة قمم أولها وافق الطول الموجي 480nm ، في حين أن أعظم تحويل للطاقة وافق الطول الموجي 625 nm والتي توافق اللون الأحمر وهذا ناتج عن زيادة حرارة السطح مع زيادة طول الموجة.



الشكل (9) التحويل الطاقي للخلية الشمسية.

4- الاستنتاجات:

تم تحضير خلايا شمسية متعددة الطبقات ذات النقاط الكوانتية CdSe ، درست الميزة I–V الخلية ووجد انها قريبة من الميزة المثالية للخلية الشمسية . تم حساب عامل الملء ومرود هذه الخلية ، كان المردود صغير نسبياً قياساً ببعض الخلايا المخبرية ، درست الاستجابة الترددية لهذه الخلية ولوحظ زيادة استجابة الخلية مع زيادة الطول الموجي . كان معدل التحويل الكوانتي أكبر ما يمكن عند الطول 610 nm حيث بلغ التحويل الكوانتي 21%.

5- المراجع :

1- MACOR.L , GUIJARRO N., GÓMEZ R. , etal., "Improving the performance of colloidal quantum-dot-sensitized solar cells," Nanotechnology,2009. vol. 20, p. 295204.
2- LI.M, CUSHING.S, WANG.Q ,HORNAK.L ,HONG.Z, et al., "Size-Dependent Energy Transfer between CdSe/ZnS Quantum Dots and Gold Nanoparticles,"The Journal of Physical Chemistry Letters,2011. vol. 0, pp. 2125-2129.
3- Santra, P.K., Kamat P.V, Tandem-Layered Quantum Dot Solar Cells: Tuning the Photovoltaic Response with Luminescent Ternary Cadmium Chalcogenides. Journal of the American Chemical Society, 2013. 135(2): p. 877-885.
4- K. Alyamani .'Spectral Study of Non-Homogeneous Hetrojunction Emitting White Color Consisting of: FTO / ZnS / CdSe (MPA)' R.J.of AL-Furat univ. Basic Sci.Series No.42, 2019.
5- K. Alyamani 'Studying structural and Electrical Properties of Light Emitting Diode FTO /CdSe(MPA)/ZnS/FTO' R.J.of AL-Furat univ. Basic Sci.Series No.49, 2021.
6- K. Alyamani" UV-VIS Multi-Layer Quantum Dot Solar Cells FTO(n) /ZnO/CdSe(MPA)/AgNO3/ZnSe/ FTO(p) , FTO(n) /ZnO/CdSe(MPA)/AgNO3/ZnTe/AL". R.J.of AL-Furat univ. Basic Sci.Series No.51, 2021.
7- Batal M.A, Al Yamani K. “Quantum Confinement Effects on Absorption Spectrum Line Broadening of CdSe Artificial Atoms” Materials Science Indian Journal 2016;14(13):105
8- Batal MA, Alyamani K “Spectroscopic Study of FTO/CdSe (MPA)/ZnO Artificial Atoms Emitting White Color” Nano Science Nanotechnology journal 2017;11(1):114
9- Anusorn K, Kevin T. ,Kensuke T, Prashant V. Kamat" Quantum Dot Solar Cells. Tuning Photoresponse through Size and Shape Control of CdSe-TiO2" J. Am. Chem. Soc., 2008, 130 (12), 4007-4015• DOI: 10.1021/ja0782706.
10- Hines, D.A. and P.V. Kamat, Quantum Dot Surface Chemistry: Ligand Effects and Electron Transfer Reactions. The Journal of Physical Chemistry C, 2013. 117(27): p. 14418-14426.
11- Prashant V. Kamat" Quantum Dot Solar Cells. Semiconductor Nanocrystals as Light Harvesters" J. Phys. Chem. C, 2008, 112 (48), 18737-18753
12- De la Fuente, M.S., et al., Effect of Organic and Inorganic Passivation in Quantum-DotSensitized Solar Cells. The Journal of Physical Chemistry Letters, 2013. 4(9): p. 1519-1525.

13- Bacherikov.Y, DavydenkoM.O, et al, CdSe nanoparticles grown with different chelates Semiconductor physics, Quantum Electron. Optoelectron.Vol.9 Issue(2006) p75.
14- Qu.L , Guo.W,et al , Experimental Determination of the Extinction Coefficient of CdTe, CdSe, and CdS Nanocrystals. Chem. Mater. 2003, 15, 2854-2860
15- Chang.J, Ahmed.R, et al., "ZnO Nanocones with High-Index ($10\bar{1}$ 1) Facets for Enhanced Energy Conversion Efficiency of Dye Sensitized Solar Cells," J. Phys. Chem. C, vol. 117,2013, pp. 13836-13844.

Preparation and studying Response of Solar Cell Multilayers Visible Light Sensitive Quantum Dots FTO (P-Type)/ZnSe /CdSe (MPA)/CdS/FTO)

Dr. Kaesar Alyamani
Teacher assistant .Physics department,
Faculty of science, Al- Furat University

abstract

Solar cell Multilayers with CdSe quantum dots was prepared using nanotechnology. The prepared solar cell showed an ideal character for solar cell. The efficiency of the prepared cell was 21.5%. The frequency response of the solar cell was studied as a function of wavelength of light . The cell showed several response peaks that corresponded to wavelengths (450-530-650)nm. The radii of the formed quantum dots were calculated using a semi-empirical relationship. The I-V feature of the cell was studied and found to be close to the ideal feature of the solar cell. The filling factor and yield of this cell were calculated. The yield was relatively small compared to some laboratory cells. The frequency response of this cell was studied and it was noted that the cell response increased with increasing wavelength. The quantum conversion rate was greatest at wavelength 610 nm, where the quantum conversion reached 21%.

Keywords: Solar cell ،CdSe(MPA) ،ZnSe , CdS **.**