١٠٣٩٩٥

دانشگاه پیام نور – کتابخانه مرکزی
بخش نشریات
شماره رده: QD
شماره مدرک: V۴۵
شماره ثبت: ۸۶/۴۷۲

دانشگاه پیام نور

دانشکده علوم - گروه شیمی

عنوان پایان نامه :

مطالعه ساختار و خواص نانو کریستال های TiO_2 حساس شده رنگی از نوع کمپلکس های روتنیم جهت استفاده در الکترود پیل فتو ولتایی به کمک روش های نیمه تجربی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی فیزیک

۱۳۸۷ /۲/ ۱۱۹۱

استادان راهنما:

دکتر محسن افتاده ، دکتر فریدون اشرفی

پژوهش گر :
ناهید تاجیک

مهر ماه

۱۳۸۵

۱۰۳۹۹۵

دانشکده علوم – گروه شیمی

عنوان پایان نامه :

مطالعه ساختار و خواص نانو کریستال های TiO_2 حساس شده رنگی از نوع کمپلکس های روتنیم جهت استفاده در الکترود پیل فتو ولتایی به کمک روش های نیمه تجربی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی فیزیک

استادان راهنما:

دکتر محسن افتاده ، دکتر فریدون اشرفی

پژوهش گر:

ناهید تاجیک

مهر ماه ۱۳۸۵

تصویب نامه

پایان نامه تحت عنوان : بررسی ساختار و خواص کریستال های TiO_2 حساس شده ی رنگی از نوع کمپلکس های روتنیم برای استفاده در الکترود پیل فتو ولتایی به کمک روش های نیمه تجربی .

که توسط خا نم ناهید تاجیک تهیه وبه هیات داوران ارایه گردیده است مورد تایید می باشد.

تاریخ دفاع : ۱۳۸۵/۷/۲۹ نمره : ۱۹/۳ درجه ی ارزشیابی : عالی

اعضای هیات داوران :

نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبه علمی	امضاء
۱- دکتر فریدون اشرفی	استاد راهنما	استاد یار	
۲- دکتر محسن افتاده	استاد راهنما	استاد یار	
۳- دکتر وحید معینی	استاد ممتحن	استاد یار	
۴- دکتر نادر بهرامی فر	نماینده ی گروه آموزشی	استاد یار	

تقدیر و تشکر

این پایان نامه به عنوان اولین تحقیق انجام شده در زمینه سل های خورشیدی نانو ساختار حساس رنگی در ایران بوده که با تأییدات خداوند منان صورت گرفت و من در این جا از زحمات پدر و مادر بسیار عزیزم و همسر مهربانم مهندس مجید پایدار و به خصوص صبوری فرزندان خوبم نازنین و امیر مسعود که در تمام لحظات تهیه و تدوین این پایان نامه مشوق من بودند تشکر کرده و امیدوارم که تلاش های من در تمام مراحل زندگی روشنی بخش راه آن ها باشد . در انتها از زحمات اساتید گرانقدر آقای دکتر افتاده و آقای دکتر اشرفی در زمینه رفع اشکال و کامل نمودن این اثر کمال تشکر را داشته و توفیق هر چه بیشتر از خداوند متعال برای آن ها آرزومندم .

ناهید تاجیک

مهر ماه ۱۳۸۵

چکیده

فوتو ولتایی یک تکنولوژی امروزی از نوع انرژی تجدید پذیر با رشد سریع می باشد . رشد تجارتی آن بین (۲۰ ٪- ۱۵٪) در دهه گذشته و تولید پنل های فوتو ولتایی متجاوز از(۲۸۰ MW/Yea r) بوده است . علیرغم توسعه مواد و متدهای ساخت که بیش از ده سال به طور قوی به وسیله رشد و توسعه صنعت نیم رسانا حمایت شده است اما قیمت سلول های خورشیدی هنوز بالا می باشد . درطی سال های ۱۹۹۰ به بعد مواد فوتوولتایی با توسعه خود تولید و گسترش سلول های خورشیدی ارزان قیمت را در آینده پیش بینی می کند که به آن ها مواد فوتوولتایی مولکولی اطلاق می شود و شامل انواع مختلفی از مواد آلی سنتزی و سیستم های نانو ذره معدنی می باشد . هدف این مطالعه مرور تئوری وسیع روی سلول های خورشیدی با مولکول های جدید یعنی سلول های حساس رنگی نانو ساختار خورشیدی و گردآوری شواهد تجربی برای تهیه سلول های خورشیدی حساس رنگی در شرایط آزمایشگاهی استاندارد می باشد . سلول خورشیدی حساس رنگی DSSC یک سلول خورشیدی الکتروشیمیایی بر پایه مطالعات پرفسور گرتزل بوده که در DSSC مولکول رنگی چسبیده به الکترود نانو ساختار TiO_2 ، نور را جذب کرده و جدایی بار در سطح مشترک رنگینه – TiO_2 و انتقال بار به وسیله انتقال الکترون در الکترود TiO_2 و نفوذ یون درالکترولیت خواهد بود . عملکرد DSSC به طور نزدیکی ارتباط به مقیاس نانومتری شکل الکترود TiO_2 و طبیعت مولکولی سطح مشترک رنگینه – TiO_2 – الکترولیت دارد . تکنولوژی DSSC استاندارد بر پایه یک الکترود TiO_2 نانو ساختار کلوخه ای ته نشین شده به وسیله چاپ پوششی یا بستن نوار از محلول TiO_2 کلوییدی روی SnO_2 : F پوششی شیشه ، یک رنگینه آ لی فلزی بر پایه Ru ، یک الکترولیت I^- / I_3^- بر پایه مایع نیتریل ، یک کاتالیست پلاتین حرارتی کاتد و بعضی افزاینده ها که برای بهبود کارایی سلول به آن اضافه گردیده بنا شده است . بالاترین بازدهی گزارش شده در مقیاس آزمایشگاهی در DSSC (۱۰/۴٪) با استفاده از رنگینه سیاه به دست آمده است و پایداری خوب بالای ۱۰۰۰ ساعت در نور کامل برای سلول ها با استفاده از رنگینه N_3 گزارش شده است ولی مسئله پایداری در دماهای بالا هنوزهم به عنوان یک مشکل باقی خواهد ماند .

در این مطالعه دو سلول مختلف با ساختارهای ساندویچی و مونولیتیک مورد بررسی قرارگرفتند . ساختار

استاندارد اولی برای تحقیقات اساسی در آزمایشگاه استفاده شده که از آن مدل هایی با هفت درصد بازدهی و بالای cm^2 ۱۰۰ مساحت فعال مشاهده شده است . ساختار هندسی دومی با سلول های خورشیدی فیلم نازک مطابقت دارد و از آن در طراحی DSSC برای کاربرد هایی با قدرت کم درونی (زیرسقفی) استفاده می گردد. انتقال از فرآیندهای دسته ای با استفاده از لایه های شیشه ای به فرآیندهای پیوسته با استفاده از ورقه های پلاستیکی قابل انعطاف به عنوان یک امر مهم در توسعه DSSC مشاهده شده است. در لایه های پلاستیک ایندیم قلع اکسید ITO به جای $SnO_2 : F$ در لایه اکسید رسانا TCO استفاده شده و کلوخه ای شدن استاندارد و متدهای پلاتینی کردن به وسیله فرآیندهایی در دمای پایین جایگزین شده است .

به عنوان یک روش جایگزین جالب ، تکنیک فشاری اتاق با دمای واحد با استفاده از صنعت کاغذ که در دانشگاه اوپسالا توسعه پیدا کرده و این روش به عنوان اولین مرحله در جهت فرآیندهای چرخشی پیوسته در DSSC بررسی شده است . موضوع مهم دیگر برای توسعه الکترولیت های حالت جامد ، ژلاتینی نمودن الکترولیت یدید استاندارد روش موفقیت آمیزی است که اخیراً توسط کمپانی توشیبا با بازدهی ۷% در حال توسعه می باشد . رساناهای حفره‌ای حالت جامد آلی گروه دیگری از جایگزین های جالب برای الکترولیت مایع می باشند اما موفقیت آن ها درعمل دور به نظر می رسد . تحقیقات برای بهبود فرآیندهای فوتوولتایی اساسی در سل به وسیله مواد جدید و متدهای تهیه پیوسته و کنترل سینتیک فوتوالکتروشیمیایی به وسیله طراحی سطح مولکولی نانوکریستال / رنگینه / الکترولیت مهم ترین اهداف خواهند بود . تکنولوژی DSSC بر پایه شیشه در حال تجارتی شدن به وسیله کمپانی استرالیایی STI و تخمین تقریبی قیمت های ساخت برای این تکنولوژی نزدیک به ارزش پروژه های معمول CdTe و مولتی کریستال سیلیکون می باشد . فرآیندهای ساخت آسان و تجهیزات نسبتاً ارزان و امکانات ساده مورد نیاز امتیازات DSSC بر تکنولوژی های فوتوولتایی دیگر هستند .

در بخش تجربی این تحقیق اثر حساس سازی رنگی در DSSC با استفاده از رنگینه طبیعی از تمشک نشان داده شده است . سپس یک سری از رنگینه ها بر پایه Ru در DSSC به طور موفقیت آمیزی آماده و به وسیله اندازه گیری های ولتاژ – جریان مشخص شده‌اند .

بازدهی تبدیل انرژی ۰/۶% و در حدود W/m^2 ۶۰۰ از روشنایی خورشیدی در اندازه گیری های هوای آزاد بدون بهینه سازی مواد و روش های مربوطه به دست آمده است . مواد فوتوولتایی مولکولی جدید به عنوان جایگزین های جدید به جای مواد فوتوولتایی مرسوم بررسی گردیده و ترکیب این مواد با فرآیندهای ساخت در

مقیاس بزرگ دلیلی بر توسعه سلول های خورشیدی ارزان قیمت مورد مطالعه قرار گرفته که کاربرد آن ها در آینده مدّ نظر خواهند بود .

کلید واژگان :

نانوکریستال – ساختار – الکترود - پیل فوتو ولتایی – روش های نیمه تجربی- TiO_2 - حساس شده رنگی- کمپلکس های روتنیم

موضوع تحقیق:

استفاده از انرژی نورانی در تولید الکتریسیته به عنوان یک انرژی ارزان قیمت و تجدیدپذیر که بدون آلودگی های محیطی بوده و همراه با هزینه های نگهداری اندک می باشد مورد توجه پژوهشگران قرارگرفته است ولی مسئله عمده در هزینه های مربوط به تولید و تکنولوژی پیل های خورشیدی می باشد . نانو تکنولوژی به عنوان نقطه جهش علوم و تکنولوژی در سال های اخیر محسوب گردیده که با توسعه مواد در مقیاس نانومتر، تولید مواد فوتو ولتایی جدید و سیستم هایی که از لحاظ پتانسیلی قادر به تولید سلول های ارزان قیمت خورشیدی در آینده خواهند بود بسیار سودمند است . این مواد برای مثال شامل انواع مختلفی از مواد آلی سنتزی و نانو ذرات و سیستم های نانو ذره معدنی می باشند. استفاده ازساختارهای نانو کریستالی برخی از اکسیدهای فلزی از جمله TiO_2 به عنوان الکترود پیل های فتوولتایی قابل توجه می باشد. از جمله پیل های خورشیدی ، پیل خورشیدی حساس شده رنگی است که برخی از ترکیبات آلی به عنوان حساس گر در ساختار نانو کریستال TiO_2 به عنوان افزایش دهنده بازده تبدیل انرژی و پایدارتر شدن آن مورد استفاده قرار می گیرد. در این مطالعه سلول های خورشیدی به وسیله رنگینه روتنیم حساس می گردند . مطالعه و بررسی این نوع ساختارها در مقایسه با ساختارهای بدون استفاده از این حساسگرهای خاص پی بردن به شرایط مطلوب در تولید این الکترودها را به همراه خواهد داشت.

ضرورت های انجام این تحقیق عبارتند از :

۱- تکنولوژی ارزشمند پیل های فوتوولتایی و استفاده از نور خورشید به عنوان منبع انرژی عظیم در دسترس ارزان قیمت.

۲- کاهش هزینه های ساخت پیل های فوتوولتایی و افزایش راندمان تبدیل انرژی.

۳- موارد کاربردی متعدد و چشمگیر پیل های فوتو ولتایی در مقیاس های کوچک و بزرگ.

٤- دست یابی به تکنولوژی های جدید ساخت پیل های فوتو ولتایی.

٥- جایگزین نمودن ساختارهای نانوکریستالی به جای نیمه هادی های گران قیمت.

٦- کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از سوخت های فسیلی و حفظ این منابع جهت ساخت مواد پر ارزش .

فرضیه‌های مطرح شده در این زمینه عبارتند از:

۱- تشکیل یک تک لایه فیلم نازک بر روی سطح الکترود در ابعاد نانو .

۲- برقرار بودن شرط استاندارد در تست نمودن پیل های خورشیدی .

۳- جذب نور توسط ترکیب آلی حساس گر رنگی و جدایی بار توسط الکترون منتقل شده از رنگدانه به TiO_2 شبیه به یک نیمه هادی .

٤- فرآیند انتقال بار بین رنگدانه و شبکه TiO_2.

در انجام این تحقیق هدف های زیر مورد نظر می باشد:

۱- بررسی ساختار نانو کریستالی TiO_2 حساس شده رنگی به کمک محاسبات کوانتومی .

۲- مقایسه خواص نوری رنگدانه به هنگام استفاده در ساختار نانو کریستال TiO_2 با خواص آن بدون استفاده از نانو کریستال ها .

۳- مقایسه پهنای شکاف بین رنگدانه و شبکه TiO_2.

٤- ساخت یک الکترود نانو کریستالی TiO_2 حساس شده رنگی (درصورت امکان) با مطالعه روش های ساخت.

کاربردهایی که از انجام این تحقیق در مراحل بعدی متصور می شود عبارت از ساخت الکترود نانو کریستالی TiO_2 حساس شده رنگی با راندمان مورد نظر ، ساخت الکترود در مقیاس کوچک از نوع پیل های خورشیدی ، استنتاج خواص نوری کمپلکس های روتنیم به عنوان حساس گرهای رنگی که بعد از مطالعه تئوری دقیق حاصل می گردند. چون این طرح بنیادی است کلیه موٴسسات پژوهشی مجهز به تکنولوژی مربوط به ساخت این نوع الکترود بوده و می توانند از نتایج آن بهره مند گردند . سابقه مطالعات این طرح به صورت تجربی و یا تئوری به سال های ۱۹۹۵ به بعد بر می گردد. روش انجام این تحقیق عبارت از تهیه و گردآوری مواد لازم و روش های بهینه جهت ساخت یک الکترود آزمایشی بوده که برای گرد آوری اطلاعات از منابع علمی همچون کتب ، نشریات ، چکیده مقالات ، اینترنت و محاسبات شیمیایی توسط هایپر کم استفاده شده است.

1- Hyper Chem

فهرست مطالب

	عنوان	صفحه
فصل اول	**معرفی سلول های خورشیدی حساس رنگی**	۱
۱-۱	اصول عملیاتی از سلول خورشیدی حساس شده با رنگینه	۳
۱-۲	نتایج تئوری از عملکرد سلول رنگی	٦
۱-۲-۱	جذب نور	۸
۱-۲-۱-۱	جذب مولکول رنگی	۸
۱-۲-۱-۲	جذب نور از طریق تحریک MLCT	۹
۱-۲-۱-۳	اثر حساس سازی	۱۰
۱-۲-۲	جدایی بار	۱۱
۱-۲-۳	انتقال بار	۱۳
۱-۲-٤	ترکیب مجدد	۱٦
۱-۲-٥	سینتیک سطح مشترک	۱۷
فصل دوم	**مواد سلول های خورشیدی حساس رنگی**	**۲۰**
۲-۱	لایه ها	۲۱
۲-۲	الکترود های نانو ذره	۲۲
۲-۲-۱	اکسید های نیم رسانا	۲۲
۲-۲-۲	TiO_2	۲۳
۲-۲-۳	آماده سازی الکترود های TiO_2 نانو ساختار	۲۳
۲-۲-۳-۱	سنتز محلول های کلوییدی	۲٤
۲-۲-۳-۲	استفاده از پودرهای تجارتی TiO_2	۲٥
۲-۲-۳-۳	ته نشینی لایه TiO_2 روی صفحه شیشه‌ای	۲٥
۲-۲-۳-٤	اتمام ساخت الکترود TiO_2 به وسیله یک لایه TiO_2 اضافی با خلوص بالا	۲٦

	عنوان	صفحه
۲-۲-۳- ۵	کاهش ترکیب مجدد به وسیله رفتار سطح	۲۶
۲-۲-۳-۶	خواص الکترودهای TiO_2 نانو ساختار	۲۷
۲-۲-۳-۷	سایر روش‌های آماده سازی الکترودهای نانو ساختار TiO_2	۲۸
۲-۳	رنگینه های حساس ساز	۲۸
۲-۳-۱	رنگینه ها	۲۹
۲-۳-۲	الکترودهای اشباع از رنگینه	۳۰
۲-٤	الکترولیت ها	۳۰
۲-٤-۱	زوج احیای I^-/I_3^-	۳۰
۲-۴-۲	حلال	۳۱
۲-٤-۳	افزاینده‌ها	۳۳
۲-۵	کاتالیست های پاد الکترود	۳۳
۲-۵-۱	پلاتین	۳۳
۲-۵-۲	کربن	۳٤
۲-٦	اتصالات الکتریکی	۳٤
۲-۷	لاک (مهر وموم) کردن سلول ها	۳۵
فصل سوم	**کارایی و کاربرد سلول های خورشیدی حساس رنگی**	**۳۷**
۳-۱	کارایی سلول های خورشیدی حساس رنگی	۳۸
۳-۱-۱	بازدهی تبدیل انرژی	۳۸
۳-۱-۲	دوره پایداری طولانی	٤۰
۳-۲	مدل های پیشرفته	٤۵
۳-۲-۱	سل و مدل های معماری	٤۵
۳-۲-۱-۱	ساختار ساندویچی	٤۵
۳-۲-۱-۲	ساختار مونولیتیک	٤٦

	عنوان	صفحه
۳-۲-۲	DSSC روی لایه های پلاستیک	٤٧
۳-۲-۲-۱	TCO پوششی ورقه های پلیمر	٤٧
۳-۲-۲-۲	کلوخه سازی فیلم TiO_2	٤٧
۳-۲-۲-۳	کاتالیست پوششی Pt	٤٨
۳-۲-۲-٤	خواص لایه های پلیمر	٤٨
۳-۲-۳	DSSC حالت جامد	٤٩
۳-۲-٤	فعالیت های تجارتی و صنعتی	٥٢
۳-۲-٥	تخمین قیمت ها و مقایسه با سایر تکنولوژی های فوتو ولتایی	٥٥
۳-۲-٥-۱	تخمین قیمت های ساخت برای DSSC	٥٥
۳-۲-٥-۲	مقایسه با دیگر تکنولوژی‌های فوتوولتایی	٥٧
فصل چهارم	**تهیه آزمایشگاهی DSSC**	**٦٠**
٤-۱	نشان دادن اثر فوتوحساس سازی با رنگینه طبیعی	٦١
٤-۲	نتایج بر پایه رنگینه روتنیم در سلول های خورشیدی حساس رنگی	٦٤
٤-۲-۱	مواد و آماده سازی سلول	٦٤
٤-۲-۱-۱	لایه ها	٦٤
٤-۲-۱-۲	ته نشینی الکترودهای TiO_2	٦٥
٤-۲-۱-۳	کلوخه‌ای سازی الکترودهای TiO_2	٦٥
٤-۲-۱-٤	کاتالیست پلاتین پوششی پاد الکترون	٦٦
٤-۲-۱-٥	لک شدن الکترودهای TiO_2 با رنگینه N_3	٦٧
٤-۲-۱-٦	جمع کردن سل	٦٧
٤-۲-۲	تست سلول های خورشیدی رنگی	٦٨
٤-۳	بحث و نتیجه گیری ازمراحل آماده سازی سلول	٧٢
فصل پنجم	**آزمایش های DSSC**	**٧٥**

	عنوان	صفحه
۵-۱	حساس سازی رنگی نانو کریستال های TiO_2 به وسیله مشتقات پریلین	۷۵
۵-۲	بخش آزمایشگاهی	۷۶
۵-۲-۱	مواد	۷۶
۵-۲-۲	اندازه گیری	۷۶
۵-۲-۳	تهیه و آماده سازی	۷۷
۵-۲-۳-۱	آماده سازی PTCA	۷۷
۵-۲-۳-۲	آماده سازی PNDCA	۷۷
۵-۲-۳-۳	**آماده سازی کلی الکترود های لایه نازک TiO_2**	۷۷
۵-۲-۳-۳	دوپینگ الکترودهای لایه نازک TiO_2	۷۷
۵-۳	بحث	۷۸
۵-۳-۱	طیف میکروسکوپ الکترونی	۷۸
۵-۳-۲	خواص جذبی	۷۸
۵-۳-۳	الکتروشیمیایی و جریان فوتون	۷۹
۵-۴	نتیجه گیری از دوپینگ با برم	۸۰
۵-۵	اصلاح فتالو سیانین ها برای حساس سازی موثر Near IR از الکترود نانو ساختار TiO_2	۸۱
۵-۵-۱	بخش آزمایشگاهی سنتز مواد	۸۱
۵-۵-۲	اندازه گیری الکتروشیمیایی	۸۳
۵-۵-۳	آماده سازی فیلم و رنگینه پوششی	۸۴
فصل ششم	**نتیجه گیری و محاسبات**	۸۷
۶-۱	نتیجه گیری	۸۸
۶-۲	انواع محاسبات	۹۴
۶-۲-۱	اجرا محاسبات	۹۴

واژه نامه ۹۹

منابع ۱۰۰

چکیده انگلیسی ۱۱۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
(۱ – ۱) – معرفی ساختار سلول خورشیدی حساس رنگی	۳
(۱ – ۲) – نمایش دیگری از ساختار سلول خورشیدی حساس رنگی	٤
(۱– ۳) – اصول عملیاتی سلول خورشیدی حساس رنگی	٥
(۱ – ٤) – طرحی دیگر از دیاگرام انرژی در سل خورشیدی حساس رنگی	٦
(۱– ٥)– ساختار مولکولی سه حساس ساز نوری موثر به ترتیب از چپ رنگینه سه هسته‌ای Ru ، رنگینه N_3 و رنگینه سیاه	۸
(۱– ٦)– فرآیندهای انتقال بار بین رنگینه و شبکه TiO_2	۱۰
(۱– ۷)– مقایسه I PCE رنگینه های مختلف سل خورشیدی رنگی در مقایسه با الکترود لخت TiO_2 و منحنی I PCE ایده ال برای یک سل با شکاف نوار تنها	۱۱
(۱–۸)– سینتیک DSSC به وسیله نشان دادن فلش های تحریک از سطح HOMO رنگینه به سطح LUMO	۱۹
(۳–۱) – معرفی ساختار ساندویچی و مونولیتیک سل خورشیدی حساس رنگی	٤٥
(۳– ۲) سفال خورشیدی سل حساس رنگی	٥۳
(۳– ۳) صفحه خورشیدی شامل پنج سل تنها	٥۳
(۳–٤) صفحه خورشیدی STI ساخته شده با استفاده از سل حساس رنگی	٥٤
(۳– ٥) ساعت نوری طراحی شده بر اساس سل حساس رنگی	٥٤
(٤–۱)– ذرات TiO_2 معلق در سل خورشیدی حساس رنگی بعد از حرارت دادن در ٤٥۰ ℃ به لایه شیشه ای رسانا می چسبد	٦۲
(٤–۲)– رنگینه استخراج شده از تمشک برای رنگ آمیزی سل خورشیدی حساس رنگی	٦۳
(٤– ۳) – اندازه گیری جریان ولتاژ به وسیله اتصال سل به یک مقاومت متغیر	٦۳
(٤– ٤) – منحنی های جریان – ولتاژ سلول های خورشیدی حسا س رنگی با رنگینه تمشکی	٦٤
(٤– ٥)– پروفیل دمایی آون حرارتی در طول فرآیند سخت شدن الکترودها	٦٦

(٤-٦)- مقایسه تابش طیفی لامپ پروژکتور با طیف A M 1.5 با انرژی کلی ۷۰

W/m^2 ۱۰۰۰ هم چنین منحنی IPCE یک سل خورشیدی حسا س با رنگینه N_3

(٤-٧)- منحنی های جریان- ولتاژ تجربی سلول های خورشیدی حساس رنگی با رنگینه N_3 ۷۱

(٤-٨)- منحنی های تجربی جریان – ولتاژ سلول های خورشیدی حساس رنگی با رنگینه N_3 ۷۱

فهرست جداول

عنوان جدول	صفحه
(۳ - ۱) - مقادیر بازدهی های گزارش شده برای سل رنگی	۳۸
(۳ - ۲)- نتایج گزارش شده با استفاده از نیم رسانا های دیگر درDSSC همراه با بازدهی سل ، مساحت گزارش شده و روشنایی استفاده شده در اندازه گیری بازدهی	۳۹
(۳ -۳) - فاکتورهای کاهشی و اثرات آن ها درکارایی سلول ها	٤۲
(۳ - ٤)- نتایج کارایی مدل های DSSC با معماری های مختلف	٤٦
(۳ - ٥)- بررسی نتایج حالت شبه جامد DSSC با استفاده ازمواد انتقال حفره مختلف	٥۱
(۳ - ٦) - مقایسه قیمت های ساخت DSSC و پروژه مدل های CdTe و مدل های مولتی کریستال سیلیکون	٥۸
(٦-۱)- خلاصه ای از مواد به کار رفته در DSSC	۹۳
(٦-۲)- سطوح انرژی رنگینه ها	۹٥
(٦-۳)- سطوح انرژی TiO_2	۹٦
(٦- ٤)- کمیت های ترمودینامیکی رنگینه ها	۹۷

فصل اول

معرفی سلول های خورشیدی حساس رنگی

طبق نظر گرتزل[1] [۱] و مک وی[2] [۲] تاریخچه حساسیت رنگی به قرن نوزدهم بر می گردد ، وقتی عکاسی اختراع شد . اولین مطالعه مهم از حساس سازی رنگی نیم رسانا ها توسط کار وگل[3] در برلین بررسی گردید و امولسیون هالید نقره که به وسیله رنگینه ها حساس شده بود منجر به تولید فیلم های عکاسی سیاه و سفید شد . استفاده از رنگینه های حساس ساز در فوتو ولتایی تا قبل از سال های ۱۹۹۰ در لابراتور فوتونیک و سطح مشترک در EPFL[4] سوئیس ناموفق باقی ماند . ترکیب موفقیت آمیزی از الکترود های نانو ساختار و رنگینه هایی با تزریق بار موثر موجب شد که پرفسور گرتزل و همکارانش یک سلول خورشیدی با بازدهی تبدیل انرژی متجاوز از ۷% توسط ارگان وگرتزل[5] [۳] و ۱۰% توسط نازوردین[6] [٤] را توسعه بخشیدند. این سلول خورشیدی سل خورشیدی نانو ساختار حساس شده با رنگینه یا به افتخار مخترع آن سل گرتزل نام گرفته که به آن DSSC[7] نیز می گویند. در مقایسه با همه سلول های خورشیدی نیم رسانای جامد مرسوم ، سل خورشیدی حساس رنگی یک سل خورشیدی فوتو الکتروشیمیایی می باشد یعنی از یک الکترولیت مایع یا یک فاز هدایت یون به عنوان واسطه انتقال بار استفاده می کند . بسته به بازدهی بالا و دوره پایداری طولانی گزارش شده برای سلول های خورشیدی حساس رنگی ، تحقیقات این تکنولوژی در سال های۱۹۹۰ سریعاً رشد کرد . وقتی اختراع دارای پروانه و جواز ثبت شد مفاهیم اولیه اختراع به طرف تولید عملی رفته وگروه های تحقیقاتی زیادی مواد جایگزینی که به جای مواد اولیه استفاده می شد کشف کردند . در فصل اول این تحقیق تکنولوژی سلول های خورشیدی حساس رنگی با توضیح کوتاهی از نحوه عمل سلول معرفی می شود . بعد از آن جزئیات بیشتری در عملکرد سلول در نور از مراحل کلیدی تبدیل فوتو ولتایی ، که همچون جنبه های عملی اساسی مهم در یک سلول فیزیکی ، شیمیایی هستند بررسی می گردد .

1- Grä tzel 2- McEvoy 3- Vogel

4 - Ecole Poly Technique Federale de Lausanne 5- ORegan & Gratzel

6 - Nazeeruddin 7 – Dye Sensitized Solar Cell