

انشگاه مهندسی

## تقدیم به پدر و مادر عزیزم



**فصل اول : سلول خورشیدی** جمندی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انگاه زنجان و انگله جمندی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انگاه زنجان و انگله جمندی

۱-۱ پدیده فتوولتاییک کروه آن را که در روژه ۱-۱ نشان داده اند می کروه

## ۱-۱-۲ پنل خورشیدی

۱-۱ ارایه خورشیدی ..... ۱-۲ تاریخچه سلول خورشیدی

۱-۳-اساختار سلول خورشیدی :  
روزه رق و انشا زنگان و اسکده هندی رق آتایا کاد رو رق و اسکاه زنگان و اسکده هندی لروده رق آتایا کاه رو ره

## ۱-۴-۱-سیلیکون بلوری

#### ۱-۴-۲- سلول های خورشیدی با لایه نازک

۱-۴-۳-سول های خورشیدی نانو ساختار اکسید تیتانیم

## ۱-عexoچi سلول خورشیدی

۱- اثاثیه تابش بر خروجی مازوول.....  
خان واسکو نجفی

۱-۹-تاثیر دما بر خروجی مازول .....  
کروه برق آزمایشگاه روزه‌برن و اسکاگاه زیجان و اسکاده مندی کروه  
۱-۱۰: (امدا، سلما، خه، شیده،

**برق آذایگاه روزه رق** **فصل دوم : موتورهای پله ای** **آذایگاه روزه رق** **دانشگاه زنجان** **دانشکده هنری کروه برق** **دانشگاه زنجان** **دانشکده هنری کروه برق**

## ۱-۲ موتور های پله ای

## ۲-۲- انواع موتور های پله ای

**۲-۳-اموتور های هیبریدی**



۴-۳-۲-۵ ثبات انتخاب مالتی پلکسیر ..... ۴۶

۴-۳-۶ عzman تبدیل اطلاعات و روایی آنالوگ به دیجیتال ..... ۴۸

۴-۱ مقدمه .....	۴۹
۴-۲ شرح کار .....	۵۰
۴-۳ نتیجه گیری .....	۵۷
<b>فصل چهارم : طراحی و ساخت سیستم کنترل موقعیت سلول خورشیدی برای افزایش بازده آن</b>	

<sup>۵۷</sup> آرایاگاه پروژه برق و اسکانهای سدی کوههای پربرین و اسکانهای رنجان و اسکانهای سدی پروژه برق آرایاگاه  
<sup>۵۸</sup> مراجع

# فصل اول

## سلول خورشیدی

۱-۱-۱ پدیده فتوولتاییک

به پدیده ای که در اثر آن انرژی تابشی به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می شود، پدیده فتوولتائیک

می گویند و به هر سیستمی که از پدیده فتوولتائیک (تیدیل مستقیم انرژی تابشی به انرژی الکتریکی)

ستفاده کند، سیستم فتوولتائیک می گویند.

۱-۱ پنل خورشیدی

یک بنا، خوشیدی، مجموعه‌ای از حندین سلوا، خوشیدی، است که به صورت سی، و موازی، به هم وصل

شده اند. پنل های خورشیدی از یازدهی کمتری نسبت به سلول های خورشیدی پرخور دارند و علت این

مقدمه داشتند که نهاد اسلام که در حفظ همه جهات بود و معاشر

میتوصع بیسیر به سوادی برسی بزیر مه بین سیلو مایی مه در میبورت هم به سورت سری و مواری

له مجموعه ای از پنل های خورشیدی آرایه خورشیدی گفته می شود.

شکل (۱-۱) ارتباط سلول خورشیدی و پنل خورشیدی و آرایه خورشیدی را نشان می دهد . [۱]

کروه برق آزمایشگاه و پروژه برق و انجمن زنجان و اسکده هندسی کروه برق آزمایشگاه و پروژه برق و انجمن زنجان و اسکده هندسی کروه

A diagram illustrating the relationship between a solar cell and a solar module. On the left, a single circular "cell" is shown with a grid pattern and the word "cell" below it. An arrow points from this cell to the right, leading to a larger rectangular frame containing multiple smaller circular cells arranged in a grid. This frame is labeled "module" at the bottom.

پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده هندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه

برق و انتقال رسانی و انسداده هندسی کرومیرن آزمایشگاه روش بر ق شکا (۱-۱)، تیاط سلوا، خو، شیدی، و بتا، خو، شیدی، و آ، ابه، خو، شیدی،

۲-۱ تاریخچه سلول خورشیدی

کشف پدیده فتوولتایک به بکرل فرانسوی نسبت داده می‌شود که در سال ۱۸۳۹ مشاهده نمود

کودکی نزد پدر دانشمندش به عنوان دانش آموز و سپس دستیار به تحقیق می، پرداخت در سن ۱۹ سالگی

کروه بر آزمایشگاه پرورهندسی کروه این پدیده را مشاهده کرد. پدر او (سزار بکرل) کاشف اثر پیزوالکتریک بود. این اثر ابتدا روی مواد جامد مثل

سال ۱۸۷۷ بود که دو دانشمند کمپینج به نام های دی و آدامز در مقاله‌ای به انجمن سلطنتی، تغییراتی که سالنیوم نوسط هرتز در سال ۱۸۷۰ مطالعه شد. اما اوین کزارش از پدیده فتوولتاییک در یک ماده جامد در

در خواص الکتریکی سلنیوم وقتی که تحت تابش نور قرار می‌گیرد را توضیح دادند. در سال ۱۸۸۳ چارلز که آزمایشگاه پرورشی

یک مهندس برق اهل نیویورک بود، یک سلول خورشیدی سلنیومی ساخت که از برخی جهات شبیه به سلولهای خورشیدی سلیکونی، امروزی بود. این سلول از یک ویفر نازک سلنیوم تشکیل شده

بود که با یک توری از سیمهای خیلی نازک طلا و یک ورق حفاظتی از شیشه پوشانده شده بود. اما

سلول ساخت او خیلی کم بازده بود . کمتر از ۱٪ انرژی خورشیدی تابیده شده به سطح این سلول ابتدایی به الکتریسیته تبدیل می شد . با وجود این ، سلول های سلنیوم ، سانجام د نو سنج های عکاسی به طور

وسيعی بکار گرفته شد. در سال ۱۸۸۷، هرتز کشف کرد که نور ماوراء بنفس حداقل ولتاژ لازم برای ایجاد

در سال ۱۹۶۴ فضاییمای نیم باس<sup>۹</sup> یا یک آرایه سلول خورشیدی ۴۷۰ وات راه اندازی شد و در سال ۱۹۶۸ ماهواره OVI-13 با دو پنل CdS راه اندازی شد.

### ۱- ساختار سلول خورشیدی :

سلول های خورشیدی کریستال هایی هستند که از لایه های نازک از جنس نیمه هادی (سیلیکون و آرسینور گالیم) ساخته شده اند. سلول هایی که از سیلیکون ساخته شده اند از لحظه تئوری بازده ماکریزم حدود ۲۲ درصد دارند ولی بازده عملی آن حدود ۱۵ تا ۱۸ درصد است. در صورتی که بازده سلول هایی که از آرسینور گالیم ساخته می شوند بازده عملی آنها بیشتر از ۲۰ درصد است. این کریستال ها خصایل الکترونیکی متفاوتی دارند و این امر موجب پیدایش میدان های الکتریکی در درون آن ها می شود. هنگامی که نور وارد کریستال می شود الکترون هایی که بوسیله نور تولید می شوند بوسیله این میدان ها جدا می شوند و اختلاف پتانسیلی بین وجوده بالایی و پایینی سلول بوجود می آید. در صورتی که مدار کامل شود آنگاه این اختلاف پتانسیل جریان مستقیمی را بوجود می آورد. سیلیسیم یک نیمه هادی است که به طور خالص از نظر هدایت الکتریکی هادی ضعیفی است. ولی اگر در موقع پالایش به آن فسفر اضافه شود بار

3 Hallwachs

4 Finstein

Einstein  
5 Schottky

Schultz  
6 DarylChapin

Daryl Chaplin  
7 Gerald Pearson

GeraldPearce  
8 CalvinFuller

CaMhFuller

منفی پیدا کرده و در صورتی که بور اضافه شود بار مثبت پیدا می کند. نوع اول را سیلیسیم نوع N و نوع P را سیلیسیم نوع P می نامند. می دانیم که سیلیسیم دارای ۴ الکترون در مدار خارجی خود می باشد هنگامی که تعدادی اتم فسفر به داخل کریستال سیلیسیم وارد شود با توجه به اینکه فسفر دارای ۵ الکترون در مدار خارجی خود است ۴ الکترون مدار خارجی فسفر با ۴ الکترون مدار خارجی سیلیسیم یک مدار بوجود آورده و به این ترتیب یک الکترون بصورت آزاد باقی مانده یعنی سیلیسیم با بار منفی باردار شده و نیمه هادی نوع N بوجود می آید. از طرفی اگر به جای فسفر از اتم بور که ۳ الکترون در مدار خارجی خود دارد استفاده شود حفره هایی که مثل الکترون قابلیت حرکت دارند ایجاد شده و سیلیسیم به صورت مثبت باردار می شود. یعنی نیمه هادی نوع P بوجود می آید حال یک اتصال N-P ایجاد شده است. در طرف نوع P حفره های آزاد و اتمهای بور با بار منفی ساکن اند و در طرف نوع N الکترون های آزاد و اتم های فسفر با بار مثبت وجود دارند. حال اگر یک فوتون با اتصال N-P برخورد کنداکترون را از اتم سیلیسیم جدا کرده و در نتیجه حفره بوجود می آورد. حفره موجود تحت تاثیر میدان موجود به سمت ناحیه P و الکترون به سمت ناحیه N حرکت کرده و این دو حرکت مخالف با بار های مختلف یک جریان الکتریکی بوجود می آورند. با اتصال کنتاکتهایی به رویه های قطعات نیمه هادی مداری تشکیل می شود که اجازه برگشت الکترون ها را به اتصال نوع P از میان یک بار خارجی می دهد. شکل زیر دیاگرام شماتیکی یک اتصال N-P را نشان میدهد. [۱]

۴- انواع سلول های خورشیدی

بر حسب نوع سیلیکون کریستالی استفاده شده می توان سلول های خورشیدی را به ۳ دسته عمدۀ تقسیم کرد.

## ۴- اسپلیکون بلوری

این دسته رایج ترین نوع سلول های خورشیدی هستند و برای ساخت آنها از سیلیکون استفاده شده است. ظاهر این دسته از سلول ها به زنگ پوشش ضد انعکاسی آنها بستگی دارد. این پوشش ها محدوده نوری را که می تواند به سلول راه پیدا کند مشخص می کنند و طراح با انتخاب رنگ مورد نظر مقدار نور ورودی را تنظیم می کند. رنگ آبی به دلیل راندمان بالا رایج ترین رنگ است و سلول خورشیدی با رنگ های دیگر

مہندسی کروہ برق آزمایشگاہ پرورہ برق و انشکاه زنجان و اشکدہ مہندسی کروہ برق آزمایشگاہ پرورہ برق و انشکاه زنجان و اشکدہ مہندسی  
الف-سیلیکون تک بلور

سیلیکون تک بلور از لحاظ تاریخی مرسوم ترین نوع برای تهیه سلول های خورشیدی است و بیشترین کروه برق آزمایشگاه پروژه هر قدر کروه برق آزمایشگاه پروژه رق و انداخته زمان و اگذره کروه برق آزمایشگاه پروژه رق و انداخته زمان و اگذره ممتدی کروه

آزمایش ها برای استفاده از صنایع الکترونیک روی آن انجام شده است. آنها کارآمدترین و در عین حال گران ترین ماده هایی هستند که از نظر ساختاری بسیار پیچیده هستند.

ترین نوع از این سلول ها می باشند و برای فضاهایی که از نظر مساحت دچار مشکل است توصیه می شوند .  
سلول های خورشیدی در این روش از طریق ورقه کردن گرداله تک بلور رشد داده شده سیلیکون تهیه می

شوند. آنها را می‌توان به نازکی ۲۰۰ میکرون برشید. برای سلول‌های خورشیدی تهیه شده از تک بلور

سیلیکون در ازمایشگاه به راندمان ۲۴ درصدی و در صنعت به راندمان ۱۵ درصدی رسیده اند. سلول های تک بلوری سیلیکون بین ۲۰ تا ۲۵ سال پایدار هستند و مشکل آنها در گران بودن روش تولید آنها است.

زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انداخته زنجان

دانشگاه مهندسی کروه برق آرایا کلاد پژوهش و تحقیق و انجمن انجمن از جمله همکاری کنونی آرایا کلاد پژوهش و تحقیق و انجمن انجمن

مهندسي کروه برق آزمایشگاه روزه برق و انشاوه زنجان و اشکده

کروهه برق آزمایشگاه و روزهه برق و انجام زنجان و اسکلهه سند کارخانه آنلاین



شکل (۱-۳) سلول خورشیدی از نوع سیلیکون تک پاور

تفاوت سلول های خورشیدی چند بلوری و تک بلوری این است که ورقه های سلول های خورشیدی چند

بلوری را از طریق ورقه کردن بلوک سیلیکون ریخته گری شده تهیه می کنند . این سلول ها نسبت به سلول

های تک بلوئی ارزان تر هستند اما در عوض راندمان پایین تری دارند . نمونه های آزمایشگاهی راندمان ۱۸ درصدی و مدل های تجاری راندمانی ۱۴ درصدی را از خود نشان داده اند .

A photograph showing a close-up view of a power grid structure, likely a transmission tower or substation equipment, with multiple vertical metal poles and a complex network of wires against a dark background.

نمکل (۱-۴) سلول خورشیدی از نوع سیلیکون چند بلور

#### ۴-۲-سلول های خورشیدی با لایه نازک<sup>۱۰</sup>

همان گونه که از نام این نوع سلول خورشیدی مشخص است، اصول کار در این سلول‌ها مبتنی بر لایه نازکی از نیمه رسانا است که بر روی یک سطح نشانده شده باشد. از آن جایی که این لایه نازک است از نیمه رساناهای حجیم ارزان‌تر خواهد بود. روش‌های تولید سلول‌های خورشیدی لایه نازک باید به سرعت بالای تولید و اتوماسیون فرآیند منجر شود. سلول‌های خورشیدی با لایه‌های نازک خود به انواعی تقسیم می‌شوند که مهمترین آنها عبارتند از سپلیکون بی‌شکل، سلول‌های گالیم آرسنیک، تلورید کادمیم و ...

الف-سیلیکون بی شکل

در سیلیکون بی شکل اتم ها نسبت به سیلیکون بلوری بیشتر به صورت تصادفی قرار گرفته اند. سیلیکون بی شکل ساختار بلوری مشخص ندارد و تدریجاً با قرار گرفتن در برابر نور از بین رفته و کیفیت ابتدایی خود را از دست می دهد البته منفعل سازی به کمک هیدروژن می تواند این اثر را کاهش دهد. راندمان فیلم نازک سیلیکون بی شکل بسیار پایین بوده و در حدود ۱۰ تا ۱۳ درصد است و طول عمر کمتر و قیمت ارزان تر نسبت به سیلیکون بلوری دارند. سیلیکون بی شکل خصوصیات بسیار متفاوتی نسبت به سیلیکون بلوری دارد و می تواند نور مرئی را به جریان الکتریسیته تبدیل کند. همچنین نسبت به سیلیکون بلوری نور بیشتری جذب می کند. به عنوان مثال می توان این فناوری را در ماشین حساب های نوری دید.

زنگان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان و اشکده همندی کروه برق آزمايگاه پروژه برق و انشاه زنجان

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پژوهش گروه برق مراجعه فرمایید.

(٤-٩)

برای افزایش دقت می توان همین ایده را با استفاده از ۴ عدد فتوسل در ۴ جهت و حرکت سلول خورشیدی که ممتدی کروه برق در دو محور پیاده سازی کرد. با این طرح سلول خورشیدی توانایی ردیابی خورشید در چهت شمال - جنوب آزمایشگاه پژوهه برق را نیز پیدا می کند.

## مراجع

[1] نشریه " انرژی های خورشیدی " که توسط سازمان انرژی های نو ایران "سانا" انتشار یافته است .

[2] Sachin jain , single stage grid connected photovoltaic systems with maximum power point tracking , Bombay , 2007

[3] stefan krauter , Solar electric power generation photovoltaic energy systems , 2006

[4] Djamila rekioua , Emest matagne ,optimization of photovoltaic power systems ,London , 2012

[5] Mark hankins , Stand –Alone Solar Electric Systems , London , 2010

[6] [www.en.wikipedia.org/wiki/Stepper\\_motor](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor)

[7] [www.solarbotics.net](http://www.solarbotics.net)

[8] [www.st.com](http://www.st.com)

[9] مجله تخصصی برق و الکترونیک "نویز" ، سال اول ، شماره ۵ ، دی ۱۳۸۹

[10] دکتر حسن سید رضی ، میکروکنترلر های AVR ، تهران ، انتشارات ناقوس ، ۱۳۹۰

58