



دانشگاه گیلان

دانشکده مهندسی

# پایان نامه کارشناسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

عنوان:

طراحی و کنترل سیستم های فتوولتائیک وابسته به شبکه

(Systems Grid-connected Photovoltaic Voltaic)

(GCPV)

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر رضا نوروزیان

نگارش:

مرتیضی کاوندی

تابستان 96

با سپاس فراوان از زحمات بی شائبه ی استاد ارجمند دکتر رضا نوروزیان

که همواره با سعه صدر بی همتای خود،

راهگشای مشکلات ما بودند.

عزیزان ما







## فهرست مطالب

### 1- فصل اول: معرفی سیستم های فتو و لتائیک و ضرورت استفاده از آنها

- 1-1 مقدمه .....
- 2-1 ساختار داخلی سلول خورشیدی .....
- 3-1 مدل سازی سلول خورشیدی .....
- 4-1 انواع سلول خورشیدی با توجه به تکنولوژی ساخت .....
- 5-1 آشنایی با انواع سیستم های خورشیدی .....
- 1-5-1 سیستم خورشیدی مستقل از شبکه - Off Grid .....
- 2-5-1 سیستم خورشیدی وابسته به شبکه - On Grid یا Grid Connected PhotoVoltaic .....
- 1-2-5-1 سیستم خورشیدی وابسته به شبکه مجهز به بانک باتری .....
- 2-2-5-1 سیستم خورشیدی وابسته به شبکه بدون بانک باتری .....
- 6-1 مزایای استفاده از سیستمهای خورشیدی .....
- 7-1 معرفی اجزای تشکیل دهنده ی یک سیستم خورشیدی و مشخصات فنی آنها .....
- 1-7-1 آرایه خورشیدی .....
- 2-7-1 ماژول تک کریستالی .....











# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول

### معرفی سیستم های فتوولتائیک و ضرورت استفاده از آنها

**1-1 مقدمه:**

گسترش روز افزون جوامع بشری و رشد جمعیت و حرکت انسان به سمت صنعتی شدن موجب نیاز روز

افزون انسان به انرژی گردیده است. امروزه استفاده از انرژی برق به یک نیاز غیر قابل حذف بدل گردیده است

چنانکه همه حیطه های زندگی انسانی را در بر گرفته است.

سلول خورشیدی عبارت از قطعات نیم رسانایی هستند که انرژی نور خورشید را به انرژی برق تبدیل میکنند.

این ماژول ها در ابعاد مختلف ساخته می شوند و مورد استفاده قرار می گیرند.

این سلولها مزایای زیادی دارند:

1- فضای کمی اشغال میکنند

2- سهولت در نصب و راه اندازی

3- مقاومت بالا در برابر شرایط خوردگی آب دریا و باد

4- طول عمر مناسب

5- عدم نیاز به سوخت های فسیلی

6- در شرایط ابری و غبار که نور کم است هم باتری ها را شارژ میکنند

7- کاهش هزینه کابل کشی و ساخت تابلوی فرمان

8- کاهش مصرف انرژی

9- استفاده از انرژیهای نو

استفاده از انرژیهای نو در حال حاضر که انرژی یکی از پربهترین منابع و در حال تمام شدن می باشد ، اهمیت بسزایی دارد. انرژی خورشیدی با توجه به ویژگیهای آن و با توجه به شرایط آب و هوایی ایران میتواند جایگزین مناسبی برای سوختهای فسیلی باشد.

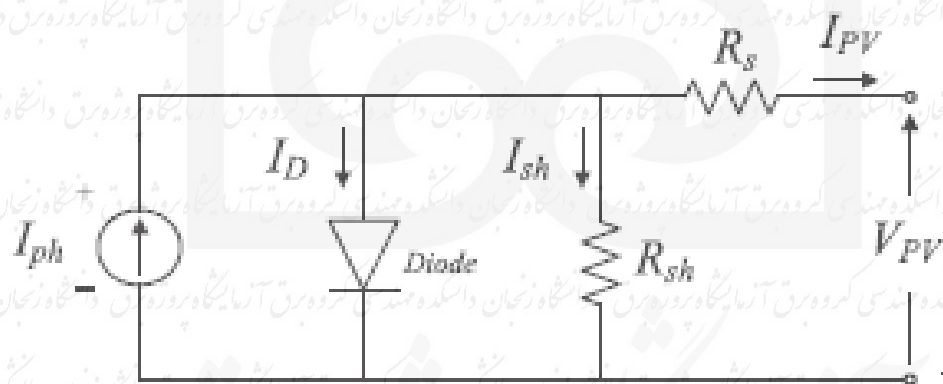
## 1-2 ساختار داخلی سلول خورشیدی:

در سلول خورشیدی نور بر اثر برخورد با سطح سلول خورشیدی انرژی لازم برای جدا شدن الکترون را فراهم می کند و باعث جاری شدن جریان در مدار فرضی زیر می شود.

## 1-3 مدل سازی سلول خورشیدی

فتوولتائیک از دو کلمه **"Photo"** و **"Voltaic"** که به معنی نور و ولتاژ است تشکیل شده است که به تولید برق اشاره دارد. بنابراین **"Photovoltaic"** به معنی تولید مستقیم برق از نور خورشید می باشد. آرایه های خورشیدی ترکیبی از ماژول های خورشیدی است که هر ماژول از چندین سلول خورشیدی تشکیل شده

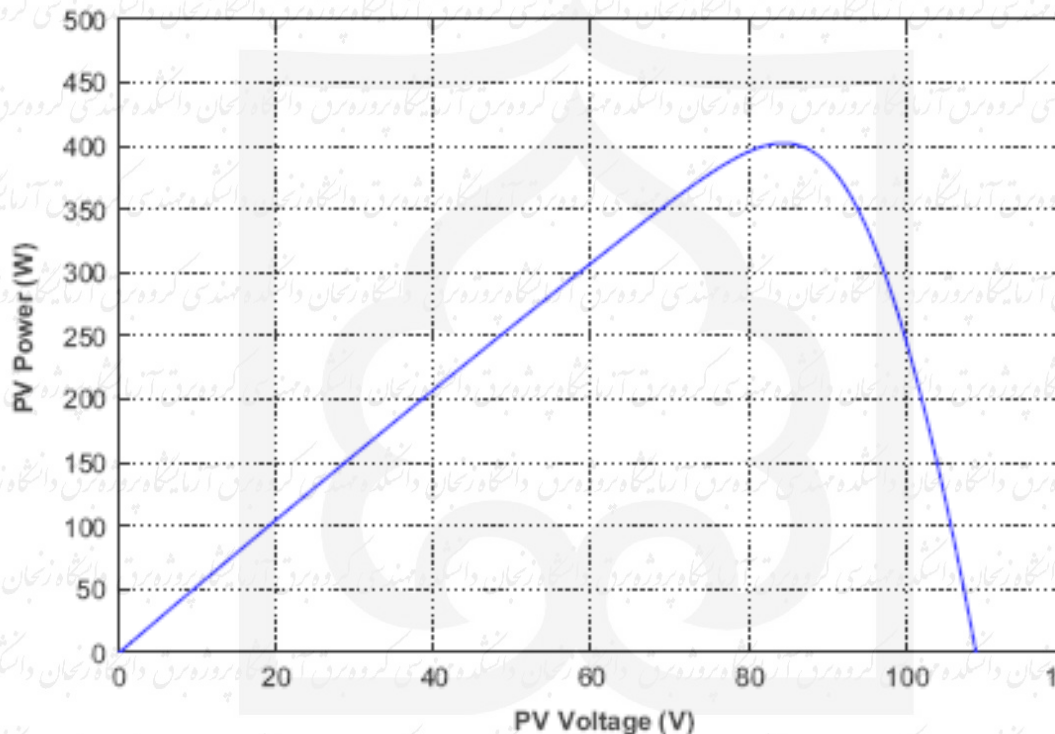
است. لازم به ذکر است سلولهای خورشیدی از لایه های مواد نیمه هادی ، که معمولاً از کریستال سیلیکون است ساخته شده اند.



شکل 1



برای توصیف سلول های خورشیدی مدار معادل های زیادی وجود دارد. مدل تک دیودی و دو دیودی از مشهورترین مدل ها هستند که در اینجا مدل سلول خورشیدی تک دیودی را بررسی می کنیم. یک دیود با یک مقاومت سری و یک مقاومت موازی دارد. این مدل در شکل زیر مشخص است. مقدار انرژی اکتريکی که تولید می شود بوسیله ی  $I_{ph}$  نشان داده می شود. که متناسب با میزان تابش آفتاب است. مقاومت سری به عنوان مقاومت داخلی نشان داده شده است و مقاومت موازی نشان دهنده جریان نشتی سلول است.



شکل 2

معادلات ریاضی که سلول خورشیدی را توصیف می کند در زیر آمده است:

$$I_{PV} = I_{ph} - I_D - \frac{V_D}{R_{sh}}$$

از رابطه ی جریان دیود داریم:

$$I_D = I_0(e^{V_D/V_{T.A}} - 1)$$

ولتاژ دیود بدین صورت شرح می شود:

$$V_D = (V_{PV} + I_{PV}R_s)$$

جریان  $I_{ph}$  به صورت زیر داده شده است:

$$I_{ph} = (I_{sc} + K_1(T - T_{ref}))\lambda$$

متغیرها به صورت زیر تعریف می شوند:

$I_0$  جریان اشباع تاریکی سلول و  $V_T$  ولتاژ حرارتی ماژول PV و که برابر  $kT/q$  می باشد. که در آن  $q$  بار

الکترون ( $1.6 \times 10^{-19}C$ ) می باشد.  $K$  ثابت بولتزمن ( $1.38 \times 10^{-23}J/K$ ) و  $T$  دمای اتصال P-N

دیود در واحد کلوین است.

$I_{sc}$  جریان اتصال کوتاه در شرایط استاندارد ( $1000 w/m^2, 25^\circ C$ ) و  $K_1$  ضریب جریان اتصال

کوتاه و  $T_{ref}$  دمای مرجع سلول است.  $\lambda$  نشان دهنده ی میزان تابش آفتاب در واحد  $w/m^2$  است.

#### 1-4 انواع سلول خورشیدی با توجه به تکنولوژی ساخت

آزمایشگاه پروژه چهار نوع اصلی سلول های خورشیدی عبارتند از:

1- تک کریستال مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

2- پلی کریستال مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

3- سلولهای آمورف آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

4- سلولهای نانو خورشیدی که جدیدترین سلول خورشیدی معرفی شده می باشند. سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و سلول مندمند آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان





## 5-1 نتیجه گیری

چالش عمده در این بخش مدیریت مصرف انرژی، افزایش بازده، افزایش دانش و آگاهی مردم در استفاده از منابع پاک و منابعی است که می تواند سود آوری داشته باشد. با استفاده از سیستم GCPV می توان تمامی یا بخشی از

انرژی خود را تامین کرد و یا با فروش تضمینی بخشی از انرژی مازاد خود به شبکه سراسری، بخشی از هزینه های

سرمایه گذاری خود را در این بخش برگشت داد. ایران کشوری است که میزان تابش آفتاب و روزهای ابری آن

چندین برابر برخی کشورهای اروپایی است و یک کشور مستعد در زمینه ی نصب سیستم خورشیدی است با این

حال در این بخش خیلی کند پیش می رود. هرچند تلاشهایی در این زمینه انجام شده است ولی رضایت بخش

نیست.

در قسمت طراحی و نصب همچنان که ملاحظه فرمودید بیشترین چالش مربوط به تعمیرات و نگهداری سیستم است.

آموزش های کافی و لازم برای حفظ و نگهداری مجموعه از اهمیت زیادی برخوردار است چرا که در صورت

نگهداری و استفاده ی صحیح از مجموعه تا 30 سال یک سیستم خورشیدی می تواند متمر ثمر باشد. در زمینه

طراحی مشکل خاصی وجود ندارد. فقط مستلزم سرمایه گذاری در این بخش می باشد تا استفاده از این سیستم ها همه

گیر شود. تجهیزات خورشیدی را می توان در کشور ساخت و از واردات آن جلوگیری کرد. چندین شرکت دانش

بنیان در این زمینه اخیرا وارد کار شده اند و این تجهیزات را به تولید انبوه رسانده اند.

تولید و استفاده از سیستم خورشیدی به صورت پراکنده و در روستاها نیز می تواند در پیشبرد ضریب نفوذ برق در

همه ی نقاط کشور مفید باشد. استفاده در بخش عشایری و روستایی و نقاط صعب العبور می تواند در این روند متمر

ثمر باشد. با طراحی سیستم های خورشیدی متناسب با اقلیم و آب و هوای هر منطقه و توسعه و گسترش

نیروگاههای خورشیدی و نوری و استفاده پراکنده و یا تجهیز چاه های کشاورزی، همگی می تواند علاوه بر کم

کردن بار پیک شبکه در گسترش ضریب نفوذ برق و توسعه ی متوازن کشور و بهره مندی از نعمت برق مفید باشد.

در این پروژه با تحقیق و بررسی نحوه ی تولید برق در کشورهای پیشرفته ما به این نتیجه دست یافته ایم، که نباید از

انرژی هایی که خیلی راحت از دسترسمان خارج می شوند غافل شویم و بتوانیم با مصرف و به کار گیری از مواد و







[1] Abdullah, Abusorrah, "Stability of a boost converter fed from photovoltaic source", Solar Energy 98, 458–471, 2013

[2] G. Notton, "Optimal sizing of a grid-connected PV system for various PV module technologies and inclinations, inverter efficiency characteristics and locations", Renewable Energy 35, 541–554, 2010

[3] Sanghoey Lee, "Design and Implementation of Photovoltaic Power Conditioning System using a Current-based Maximum Power Point Tracking" Journal of Electrical Engineering & Technology Vol. 5, No. 4, 606-613, 2010

[4] Ahmed Sony Kamal Chowdhury, "Single Phase Grid-Connected Photovoltaic Inverter for Residential Application with Maximum Power Point Tracking" IEEE, 2013

[5] NurAtharahKamarzaman, "A comprehensive review of maximum power point tracking algorithms for photovoltaic systems", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 37, 585–598, 2014

[6] محمد ستاره، "راهنمای طراحی سیستمهای فتوولتاییک به منظور تامین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم

و کاربری"، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، 1393

[7] A\_M\_Mohammadi, "GRID-CONNECTED PV SYSTEMS - SYSTEM DESIGN GUIDELINES for Accredited Designers", clean energy council, update, 2009

[8] AtulRaturi, "Grid-connected PV systems in the Pacific Island Countries", Renewable and Sustainable Energy Reviews 58, 419–428, 2016

[9] Yohan Hong, "Efficient Maximum Power Point Tracking for a Distributed PV System under Rapidly Changing Environmental Conditions", IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 30, NO. 8, AUGUST 2015

[10] Jancarle L, "A maximum power point tracker for PV systems using a high performance boost converter", Solar Energy 80, 772–778, 2016

[11] Anitha S. Subburaj, "Overview of grid connected renewable energy based battery projects in USA", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 219–234, 2015

[12] Dragana D. Milosavljević, "Performance analysis of A grid-connected solar PV plant in Niš, republic of Serbia", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, 423–435, 2015

[13] Parimita Mohanty, "MATLAB based modeling to study the performance of different MPPT techniques used for solar PV system under various operating conditions", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, 581–593, 2015

[14] Reza Bakhshi, "A comprehensive economic analysis method for selecting the PV array structure in grid connected photovoltaic systems", Renewable Energy, 94, 524-536, 2016

[15] Svein Erik Evju, Fundamentals of Grid Connected Photo-Voltaic Power Electronic Converter Design, NTNU Department of Electric Engineering, 2007

[16] آرشیو فصلنامه سازمان انرژی های نو