بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

رشته :

مهندسی تکنولوژی برق

گرایش:

قدرت

عنوان:

انواع ماژول خورشیدی و انواع نصب آن

استاد راهنما:

دکتر سلیمان نجفی بیرگانی

گرد آورنده:

سیدعرفان موسوی گورابی

سال تحصیلی ۱۴۰۰

تقدیم به:

ساحت مقدس صاحب الزمان(عج)،شهدا و خانواده هایشان،امام شهیدان و صلحا و جانبازان و ایثارگران عزیز دفاع مقدس و انقلاب اسلامی ایران و تمام کسانی که در این کره خاکی برای سرافرازی ایران اسلامی و اسلام ناب محمدی(ص) زحمات زیادی کشیدند و زحمت می کشند،و تمامی دوستانی که من را در به اتمام رساندن این پروژه همراهی نمودند.

تقدیم به:

استاد نجفی که در این راه دشوار ،با رهنمود های پدرانه ،بنده را ،راهنمایی نمودند تا بتوانم این پروژه پیش روی شما را ارائه بنمایم.

تقدیم به:

دوست عزیز و بزرگوارم ،جناب آقای مهندس، علی قرائتی ،که در تمام این چند سال دوستی ،هم چنین در به پایان رساندن این پروژه، همچون یک رفیق خوب،درجه، این حقیر را همراهی نمودند.

فهرست مطالب

پیشگفتار.....۹

فصل اول

ماژول(پنل)خورشیدی چیست؟وانواع آن.....۱۲

ماژول(پنل)مونو کریستال.....۱۳

ماژول (پنل)پلی کریستال ۱۴

ماژول(پنل)فیلم نازک.....۱۴

محاسبه تعداد پنل ها.....

جمع بندی ماژول ها.....۱۵

فصل دوم

ذخیره کننده(باتری).....۱۸

باتری اسید سرب.....۱۸

باتری با صفحه شبکه ای به همراه الکترولیت مایع(باتری مرطوب).....۱۸

باتری اسید سرب _ژله ای.....۱۸

باتری مجتمع با صفحات مسطح مثبت.(OGI).....۱۹

باتری با صفحات دایره ای یا گرد.....۲۰
ملاک انتخاب باتری.....۲۰
شرایط انتخاب باتری در سیستم مستقل از شبکه.....۲۱
اینورتر(مبدل).....۲۱
اینورتر موج سینوسی.....۲۱
اینورتر موج سینوسی اصلاح شده.....۲۱
اینورتر موج مربعی.....۲۲
معیار انتخاب اینورتر.....۲۲
شارژکنترلر.....۲۲
شارژ کنترلر سری.....۲۳
شارژ کنترلر موازی.....۲۳
حفاظت حد دشارژ باتری.....۲۴
شارژ کنترلر های MPPT.....۲۵

فصل سوم

استراکچر ها ۲۸
استراکچر ثابت.....۲۸
استراکچر متغیر.....۲۹
استراکچر هوشمند.....۲۹
ردیاب ها یا دنبال کننده ها.....۳۰

ردیاب شرقی_غربی.....۳۰

فصل چهارم

سیستم های اتصال.....۳۲

کابل اصلیDC.....۳۳

کابل اتصالAC.....۳۳

دیگر کابل ها.....۳۳

کلید اصلی.....۳۴

کلید های قطع کننده AC.....34

کلید مینیاتوری.....۳۴

کلید نشتی زمین.....۳۵

فصل پنجم

جعبه ترکیبDC.....۳۷

جعبه تقسیم AC(سیستم های میکرو اینورتری).....۳۷

فصل ششم

انواع پمپ خورشیدی.....۴۰

پمپ آب خورشیدی با باتری.....۴۰

پمپ آب خورشیدی جریان متناوب بدون باتری.....۴۱

پمپ آب جریان مستقیم بدون باتری.....۴۲

فصل هفتم

شماتیک سیستم فتوولتائیک مستقل از شبکه.....۴۵

سیستم فتوولتائیک مستقل از شبکه..... ۴۶

کاربردهای سیستم های فتوولتائیک مستقل ازشبکه.....۴۶

سیستمفتوولتائیک متصل به شبکه.....۴۷

شماتیک های سیستم‌های فتوولتائیک متصل به شبکه.....۴۸

روش کلی تعیین بار روزانه سیستم فتوولتائیک.....۴۸

روش کلی جهت تعیین اندازه و زاویه آرایه.....۴۹

جدول از بارمصرفی روزانه وسایل مصرف در خانه.....۵۱

جدول برای تعیین زاویه‌ها ی ماژول ها در شهر های مختلف،در ۱۲ ماه سال....۵۲

فصل هشتم

نقشه کشی های سیستم فتو ولتائیک.....۵۴

دسته بندی نرم افزار های موجود برای طراحی سیستم.....۵۴

نرم‌افزار های محاسباتی.....۵۵

نرم افزارهای تحلیلی مرحله به مرحله.....۵۵

نرم افزار pvs.....۵۶

نرم افزار pvsyst.....۵۶

نرم افزار های شبیه سازی.....۵۶

نرم افزار های اطلاعاتی و جانبی.....۵۷

فصل نهم

مرحله اول تعیین پیمانکار حوزه سیستم فتوولتائیک.....۵۹

مرحله دوم ارزیابی محل نصب.....۵۹

مرحله سوم طراحی و طی کردن مراحل اداری.....۵۹

مرحله چهارم نصب فیزیکی.....۶۰

مرحله پنجم بازدید بازرس و اتصال به شبکه ۶۰

جدول در مورد تعمیر و نگهداری سیستم های فتوولتائیک.....۶۱

منابع ومآخذ.....۶۲

پیشگفتار

خورشید ما، منبع لا یزال انرژی و منشا هرگونه حیات و روی سیاره زمین است. علاوه بر این، در سال های اخیر ،برای کاربردهای مستقیم تولید انرژی به جای یا به عنوان مکمل سوخت های فسیلی، بسیار مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات مربوطه، این تکنولوژی را بسیار کارآمدتر کرده است. اخباری که در مورد فاجعه ی بسیار نزدیک گرمایش جهانی ،افزایش سطح آب های اقیانوس ها و آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف روز افزون سوخت های فسیلی به گوش می رسد بسیار نگران کننده است اما همزمان خبرهای در مورد کاربردهای فزاینده ی انرژی خورشیدی که صد در صد پاک و بی آلودگی است و تمامی نیز ندارد خیلی امیدوار کننده به نظر می رسند. باز هم خبر بد این که در کشور های دیگر مورد توجه قرار گرفته است و کشور ما متاسفانه چندان به این مهم نمی پردازد.

نگاهی به اینترنت و جستجویی سریع در اخبار علمی مربوطه خیلی سریع نشان می دهد که ظرفیت تولید خورشیدی در ایران بسیار رقم خارق العاده ای است. علی رغم سرمایه ی اولیه ی نسبتاً زیادی که برای نصب نیرو گاه های خورشیدی لازم است، بازده آن با توجه به مزایای بسیار این تکنولوژی، کاملاً موجه و کاملاً ضروری است .کشور ما نمی تواند برای مدت چندانی نسبت به این تکنولوژی بسیار مفید و همیشه فراهم بی توجه بماند. بدون شک کسانی که امروزه روی آیت تکنولوژی ،وقت و سرمایه صرف کنند در آینده ای نزدیک بیشترین بهره مندی را باز خواهند گرفت. حتی منازل شخصی نیز بعد از چند وقت از وجود این نیرو گاه های رو بامی سود خواهند برد و سرمایه و وقت شان ،با توجه به کاهش پول برق و نیز اقلیم پاک تر، توجیه خواهد بود . تصور کنید در همین تهران چند میلیون نفری ما،اگرچه حداقل

نصف طول سال هوا به شکل آزارنده ای گرم است و آفتاب سوزان ،اما برای گرمایش آب یا بسیاری از مصارف دیگر باید سوخت فسیلی مصرف شود، هوا آلوده شود ،دستگاه های گرمایشی مستهلک شوند و هزینه به کاربر تحمیل شود. این در حالی است که ادوات خورشیدی

می توانند بدون زحمت لا اقل بخشی از این بار انرژی را کاهش دهند. آینده این تکنولوژی خصوصاً در کشورهای گرمسیری چون ایران ، بسیار نوید بخش است.

فصل اول:

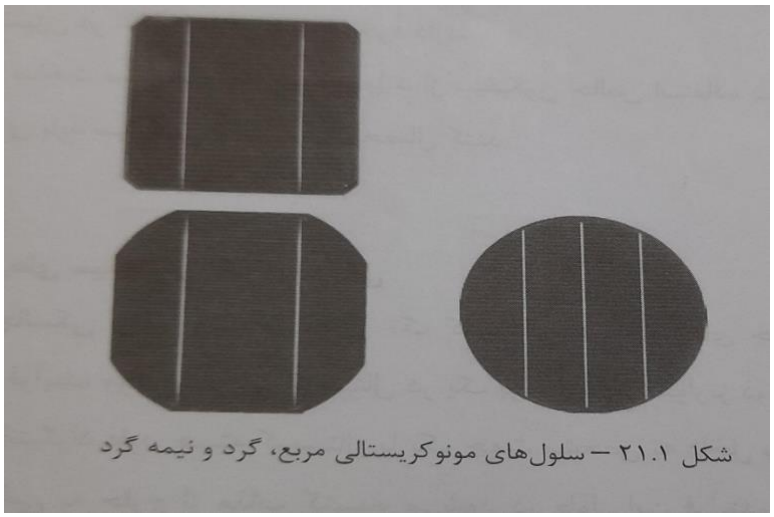
- ماژول(پنل)خورشیدی چیست؟و انواع آن
- انواع ماژول خورشیدی
- ماژول(پنل)مونو کریستال
- ماژول(پنل)پلی کریستال(پلی کریستالین)
- ماژول(پنل)سیلیکون آمورف
- محاسبه تعداد پنل ها
- جمع بندی ماژول ها

ماژول خورشیدی چیست؟ و انواع آن

ماژول خورشید ،وسایلی هستند که از آن ها برای تولید برق در مصارف خانگی،نیروگاهی یا تجاری یا برای راه اندازی پمپ های خورشیدی استفاده نمود. ماژول های خورشیدی را مردم با نام پنل خورشیدی می شناسند. ماژول های خورشیدی انواع مختلفی دارند که از مواد گوناگون با بازدهی های متفاوت تشکیل و و و تولید می‌گردند .در بحث تجاری آن ها ۳نوع مونو کریستال ،پلی کریستال و سیلیکون آمورف مطرح بوده و استفاده های زیادی از آنها می‌گردد. ایران نیز از این صنعت غافل نبوده و به تولید پنلی به نام تابان مشغول است ،در ادامه بحث به مسائل مربوط به انواع ماژول و مزایا و برتری هرکدام نسبت به دیگری خواهیم پرداخت.

ماژول(پنل)مونو کریستال

جنس تمام سلول های خورشیدی برای تولید تجاری سیلیکون بوده ام برای کارایی و بازده بهتر موارد دیگری از طریق فرآیند تغلیظ اضافه می گردد.



شکل ۲۱.۱ – سلول‌های مونوکریستالی مربع، گرد و نیمه گرد

حال با صحبت های قبل می توان یافت، که فرآیند تولید ماژول های مونو ،بدین صورت است که ،یک دانه کوچک از سیلیکون را طی فرآیند کُند و تدریجی به یک شمش ،تا طول ۲متر و وزن صدها کیلو گرم رشد کند. این شمش ها به شکل ویفر های بسیار نازک با ضخامت چند صد میکرون ، به شکل های عموماً هشت ضلعی یا مربعی برش داده می شوند. این سلول ها به صورت ماتریسی و سری برای افزایش ولتاژ و بصورت موازی برای افزایش جریان به هم متصل می‌شوند و در یک قاب فلزی نصب شده و بایک پوشش شیش شفاف و ضخیم به جهت حفاظت در برابر ضربات احتمالی فیزیکی نصب می گردد. خروجی الکتریکال پنل ، توسط

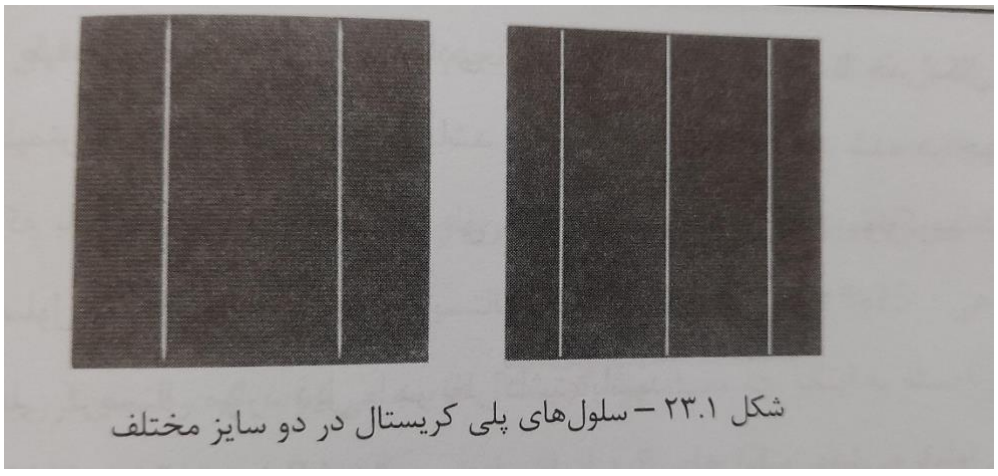
در کابل با کانکتور قفل دار به بیرون هدایت می شوند.

این پنل ها، کار آمد ترین و گران ترین نوع پنل بوده و برای شناخت آن‌ها در بازار به رنگ های آبی تیره یا سیاه و طوسی موجود است،ضمناً برای مکان هایی با فضای کم مورد استفاده قرار می گیرند .راندمان این پنل ها برای کاربرد نظامی آن ۲۰٪،برآورد شده است و در ایران بین ۱۶_۲۰٪عنوان گردیده است و در برخی از منابع ۱۳تا۱۶٪گفته شده است، برای تولید ۱ کیلو وات برق(kw)به مساحت ۷متر مربع در این پنل ها نیازمندیم.

ماژول (پنل)های پلی کریستال (یا پلی کریستالین)

همان گونه که از نام آن ها مشخص است، این نوع ماژول ها از تجمع چندین کریستال سیلیس ساخته شده اند.

برای تولید این‌ماژول ها از سیلیکون مذاب ،به جای شکل گیری اولیه بصورت یک پارچه در درون یک قاب طی ،یک فرآیند متالوژی ساده تر و سریع تر به شکل نواحی کاملاً مشخص شکل می گیرد و به صورت ویفر های سیلیکونی برش می خورد .ظاهر پوسته یا فلس مانند این سلول ها به دلیل همین فرآیند خاصِ تولید است.



شکل ۲۳.۱ – سلول‌های پلی کریستال در دو سایز مختلف

به جهت اینکه سطح این ماژول ها روشن است،از خورشید حرارت کمتری جذب نموده و شامل مقاومت الکتریکی کمتر و در نتیجه افت توان کمتری را شاهد خواهیم بود. بازده این ماژول ها در برخی منابع ۱۲٪،و در برخی دیگر ۱۳تا۱۶٪ و در برخی دیگر،۱۲تا ۱۴٪ ودر منابع آزمایشگاهی ۱۹٪اعلام شده است .عمر این ماژول ها نزدیک به ۲۵ سال خواهد بود.

این ماژول ها کاربرد کمتری نسبت به مونو کریستال ها داشته و به لحاظ هزینه کرد،۳۰تا۵۰٪ارزانتراز مونو کریستال ها هستند. مساحت لازم برای هر۱کیلووات ۸مترمربع میباشد

از آنجایی که هر سیستمی ،دارای معایب و مزایایی است و ماژول های خورشیدی نیز از این قاعده مستثنی نمی باشند ، لذا در ذیل ،معایب و مزایای این نوع ماژول را درجدول زیر می آوریم:

مزایا	معایب
بازده خوب	وزن زیاد
پایداری خوب	ضخامت زیاد
استحکام فیزیکی خوب	انعطاف پذیری کم
عدم که بازده در کوتاه مدت	فرآیند تولید پرهزینه

ماژول فیلم نازک:

فرآیند کلی تولید اینماژول ها به صورت نشست یک لایه فیلم بسیار نازک از مواد فتو ولتائیک به ضخامت چند نانومتر تا چند صد میکرون روی بستر باضخامت کم از جنس شیشه ،پلاستیک یا فلز می باشد.باز ده این ماژول ها در بحث تجاری بین ۱۰تا۱۵٪و در گرانقیمت ترین نوع آن به حدود ۳۰٪می رسد که کارایی آن را می توان به ،استفاده در فضا پیما ها و ماهواره ها،به دلیل سبکی آن اشاره کرد. اینماژول ها در۴ نوع مختلف با نام های:۱_سیلیکون آمورف ۲_تلوراید کادمیوم_ سولفید کادمیوم ۳_سلنید گالیوم اینیدوم مس ۴_ارسنید گالیوم اشاره کرد. مساحت لازم برای این نوع ماژول ها، تولید هر ۱کیلو وات نیازمند ۱۵ مترمربع ،فضا هستیم. از مزایای و معایب این نوع ماژول ها ،در جدول زیر آورده شده است:

مزایا	معایب
انعطاف پذیری بالا	بازده و پایداری کم نسبت به اول (راه اندازی)
وزنکم	وابستگی به فلزات سنگین و مضر برای محیط زیست
امکان تولید به صورت نیمه شفاف	
فرآیند تولید کم هزینه	

عدم نیاز به تابش مستقیم نورخورشید	

محاسبه تعداد پنل ها :

برای بدست آوردن پنل،بستگی به جنس و راندمان تولید پنل و شرایط جوی منطقه دارد.به همین دلیل مقدار توان ساعت موردنیاز مصرف را،بر ضریب تابش خورشید در همان منطقه و ضریب اتلاف ۰/۹ تقسیم کرده تا وات پیک کلی که باید توسط پنل تولید گردد، بدست می آید .عدد بدست آمده را به عدد صحیح بزرگتر گرد می کنیم عددی که بدست می دهد حداقل تعداد پنل مورد نیاز است.تعداد پنل بیشتر ، برای بالابردن عمر مفید باتری و عملکرد مفید سیستم است.

ضریب تابش خورشید به زمین ۱۰۰۰ وات برتر مربع است که از این میزان باتوجه به راندمان پنل تقریباً ۲۰۰وات بر متر مربع ،توان بدست می آید.

جمع بندی ماژول ها :

برای آنکه، بتوانیم ماژول ها را در یک نگاه کلی بررسی کنیم آنها را در جدول زیر با موضوعات زیر جمع نمودیم:

جنس پنل خورشیدی	بهره وری پنل	مساحت لازم برای هر کیلووات
مونو کریستال	٪ ۱۶_۱۳	۷مترمربع
پلی کریستال	٪۱۴_۱۲	۸مترمربع
سیلیکون آمورف	٪ ۷_۶	۱۵مترمربع

فصل دوم

- ذخیره کننده
- باتری اسید سرب
- باتری صفحه شبکه ای به همراه الکترولیت مایع
- باتری اسید سرب_ژله ای
- باتری مجتمع با صفحات سطح مثبت
- باتری با صفحات گرد
- تعیین ظرفیت باتری

- اینورتر
- اینورتر موج سینوسی
- اینورتر موج سینوسی اصلاح شده
- اینورتر موج مربعی
- محاسبه اینورتر
- شارژ کنترلر

- شارژکنترلر سری
- شارژ کنترلر موازی
- حفاظت حد دشارژ باتری
- شارژ کنترلر MPP

ذخیره کننده:

ذخیره کننده ،همانگونه که از نام آن پیدا است، ذخیره سازی انرژی الکتریکی را ،در خود دارد. این ذخیره کننده از اجزای جانبی ماژول های خورشیدی و کمک کننده در تولید انرژی الکتریکی پاک میباشد ، و معمولاً در این سیستم ها از،باتری استفاده می‌گردد. باتری ها انواع مختلفی داشته ،که بر حسب ،شرایط آب و هوایی منطقه ،و ویژگی هایی که باتری می‌تواند داشته باشد،مورد استفاده قرار می‌گیرند.از انواع آن که در این پروژه نام برده شده است می توان به باتری اسید سرب، اسید سرب ژله ای، باتری با صفحه های شبکه ای به همراه الکترولیت مایع (باتری مرطوب)،باتری با صفحات گرد، باتری مجتمع با صفحات سطح مثبت، اشاره کرد که در ادامه به توضیح آن ها می پردازیم؛

باتری اسید سرب :

ابتدا باید، ساختار باتری اسید سرب را دانست که،از به هم پیوستن چند تک سلولی ،با ولتاژ نامی ۲ولت است، و برای ساخت آن ها،باید تعدادی از این تک سلولی ها در کنارهم و در یک محفظه قرار بگیرند.

از ،زیر مجموعه های این باتری می توان به باتری با صفحه شبکه ای به همراه الکترولیت مایع(باتری مرطوب، باتری ژله ای، باتری با صفحات گرد ،و باتری مجتمع نام برد. در ادامه به آن ها می پردازیم.

باتری با صفحه شبکه ای به همراه الکترولیت مایع(باتری مرطوب):

این باتری ها به باتری خورشیدی هم، معروف هستند،و تولید کنندگان باتری خودرو نیز این نوع را تولید می‌کنند زیرا در خودرو نیز استفاده می شوند، اما نکته ای که وجود دارد،این است که نوع خودرویی آن برای استفاده در سیستم خورشیدی مناسب نیست ؛چرا که صفحات به کار رفته در نوع خودرویی ،نازک بوده و هم چنین ولتاژ قطع ،مناسبی ایجاد نمی کنند. باتری خورشیدی صفحات ضخیم‌تری داشته و سیکل بیشتری برای شارژ و دشارژ را پوشش داده و نکته بعدی این نوع باتری ها آن است که اسید کمتری استفاده شده و طول عمر بالاتر و کاهش خوردگی را به همراه دارد.

باتری اسید سرب_ژله ای:

این نوع باتری ها، نوع پیشرفته باتری های مرطوب میباشد.نکاتی در مورد این باتری است که،اگر بخواهیم از این باتری ها،در سیستم استفاده کنیم باید حتماً از شارژ کنترلر هم استفاده گردد،دلیل این جمله هم، این

است که این باتری، به شدت به اضافه شارژ حساس بوده، و ولتاژ قطع نیز باید ،با باتری متناسب باشد،تا دربا‌تری،گازی تولید نشود .

این‌نوع باتری از مزایای جدول زیر برخوردار میباشد؛

مزایای باتری اسید سرب ژله ای

نبود مشکل لایه بندی و کاهش سولفاته شدن	سیکل های بیشتربرگشت پذیر
به طور کامل آب بندی بوده و در هر مکانی قابل استفاده اند	بدون نیاز به تعمیر و نگهداری هستند
گاز ار خود خارج نکرده و در محیط هایی که تهویه مناسب نداشته باشند به راحتی قابل استفاده اند	

باتری مجتمع با صفحات مسطح مثبت(OGI):

این باتری ها با الکترولیت مایع بوده و از لحاظ مقایسه قیمت با باتری های با صفحه دایره ای[1] ارزان‌تر است. سیکل بازگشت پذیری این نوع باتری بالا بوده و در جریان بالا قابل اطمینان هستند.

در ۷۵٪ظرفیت دشارژ ۱۳۰۰سیکل و ۳۰٪شارژ ۴۵۰۰ سیکل ،طول عمر دارند. این باتری ها ،هر ۳تا۵سال یک بار نیاز مند تعمیر و نگهداری بوده و برای مصارف خورشیدی توصیه میشوند،زیرا با یک جریانِ بسیار کوچک باتری را شارژ می‌کنند.

[1] در ادامه توضیح داده خواهد شد.

باتری با صفحات دایره ای یا گرد(انواعopzvوopzs):

این نوع باتری ها در دو نوع opzvکه الکترولیت مایع و جداکننده خاص دارند و opzsکه الکترولیت ژله ای دارند تولید می شوند.

این باتری ها فقط برای سیستم خورشیدی نبوده و در شرایط اضطراری در سیستم های قدرت استفاده می شوند. برای آنکه عملکرد طولانی داشته باشیم، می توانیم از چنین باتری هایی که طول عمر آنها بین۱۵تا۲۰ سال است،استفاده کنیم.

تفاوتی که میان این دونوع باتری وجود دارد این است ؛که opzsها هر نیم تا سه سال نیازمند تعمیر و نگهداری داری هستند اما opzvها نیازمند تعمیر و نگهداری داری دارند.

ملاک انتخاب باتری

ملاک ها

قیمت مناسب نسبت به عملکردشان	طول عمر بالا
تعمیر و نگه داری کم	مقاومت جابجایی
دشارژ خود به خودی پایین و بازدهی انرژی بالا	محافظ سلامتی و محیط زیست
بتواند با جریان کم نیز شارژ گردد	

شرایط انتخاب باتری در سیستم مستقل:

باتری هایی که در شبکه مستقل[2] استفاده می شوند،باید دارای شرایط زیر باشند؛

۱_تعمیر و نگهداری کم ۲_طول عمر بالا ۳_شارژ و دشارژ و بازدهی[3] بالا ۴_باجریان کم شارژ شوند ۵_حافظ سلامتی و دوستدار محیط زیست باشد.

اینورتر:

ابتدای این بحث باید با تعریف اینورتر آشنا می شویم ،بعد از آن به انواع آن می پردازیم.

بخواهیم اینورتر را تعریف کنیم ،باید بگوییم که وسیله ایست، که برق DC[4]را از آرایه های فتو ولتائیک دریافت ،و آن را به جریان استاندارد AC[5] که در منازل،استفاده میگردد،تبدیل می کند.

اینورترها ، به لحاظ تقسیم بندی فرکانس ،به ۳ دسته زیر تقسیم می شوند

_اینورتر موج سینوسی ۲_اینورتر موج سینوسی اصلاح شده ۳_اینورتر موج مربعی

۱_اینورتر موج سینوسی:

این اینورترها بر اساس مدولاسیون پهنای باند عمل می کنند. برای عملکرد تجهیزات الکترونیک قدرت مناسب بوده و در مقایسه این نوع اینورتر با،اینورتر های موج مربعی ،گران‌تر هستند زیرا مدار هایشان پیچیده تر است.

---

[2] در ادامه توضیح می دهیم.
[3] همان بهره وری است
[4] Direct current
[5] Alternative current

۲_اینورترهای موج سینوسی اصلاح شده:

بسیاری از تولید کنندگان این اینورتر را ،جایگزین اینورتر موج سینوسی می کنند و برای استفاده باید از تولیدکننده استعلام شده، یا به کاتالوگ های مربوطه مراجعه شود.

۳_اینورتر موج‌مربعی :

این اینورتر ها،از لحاظ قیمت ،بسیار ارزان قیمت و معمول هستند .در این اینورتر ها،برای تبدیل برق DCبه برق ACبا فرکانس ۵۰هرتز[6]، از یک ترانسفورماتور به استفاده می‌شود .

این نوع از اینورترها،بازده بسیار پایینی داشته و توصیه نمی شوند، چون دستگاه های حساسی که از برق این نوع اینورتر استفاده می‌کنند، امکان آسیب زیادی دارند.

معیار انتخاب اینورتر:

برای انتخاب اینورتر باید به ۲پارامتر ولتاژ ورودی به اینورتر و توان خروجی از اینورتر توجه داشت.

ولتاژ ورودی در اینورتر های منفصل [7]مربوط به باتری ودر نوع متصل مربوط به ولتاژ پنل میباشد. توان خروجی نیز،مربوط به حداکثر توانی است،که سیستم برای آن طراحی میشود،این توان در سیستم منفصل[8] ،از۲۰۰وات[9]تا۳۰۰وات میباشد.

[6] واحد فرکانس
[7] برای مطالعه بیشتر،ارجاع داده میشوید به منابع آخر این پروژه
[8] سیستم ها ،درفصل های بعدی توضیح خواهیم داد
[9] واحد توان

شارژ کنترلر ها:

این دستگاه ها بدین منظور استفاده می‌شوند، که از شارژ بیش از حد باتری جلوگیری نمیاند،همچنین در این دستگاه ها برای صدمه ندیدن ماژول ها ،از یک دیود،به نام،دیود برگشتی استفاده می‌کنند تا از اتفاقات احتمالی جلوگیری شود. وظایف کلی واساسی شارژ کنترلر ها به قرار زیر میباشد؛

۱_شارژ بهینه باتری ۲_حفاظت باتری از شارژ بیش از حد

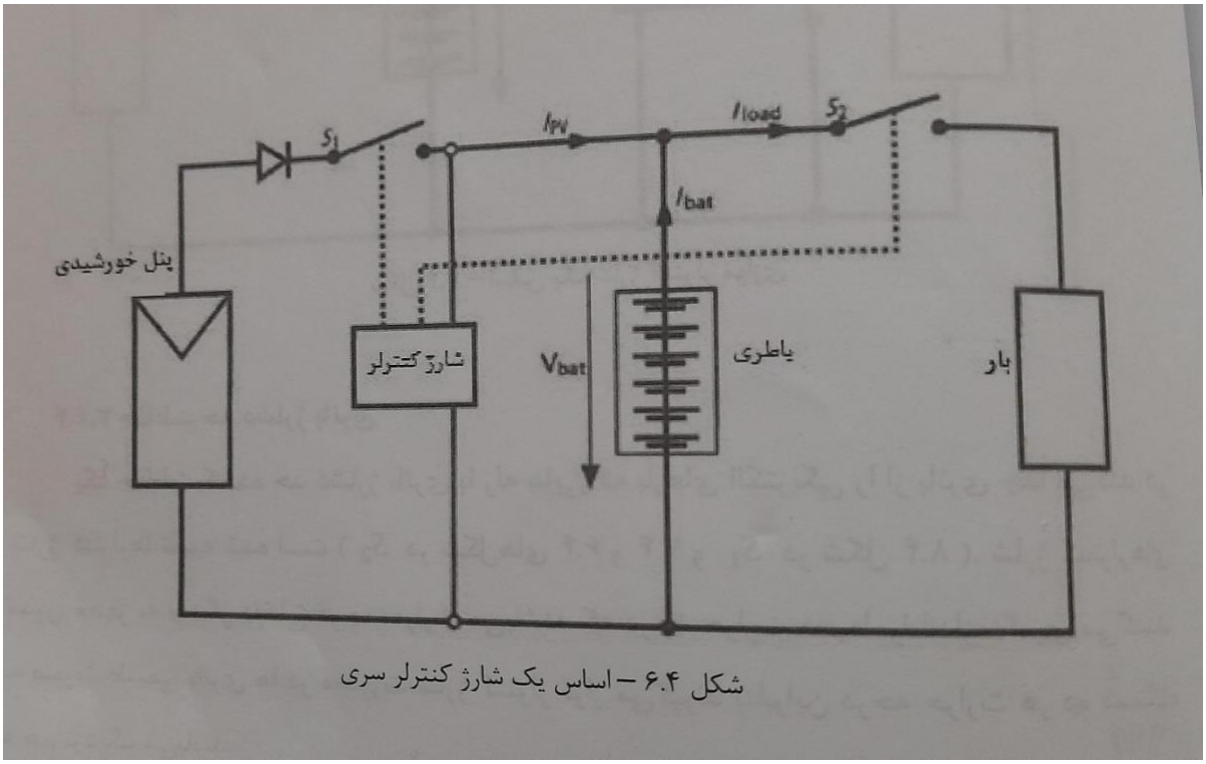
۳_جلو گیری از دشارژهای ناخواسته ۴_حفاظت باتری از دشارژ بیش از حد

۵_دادن اطلاعاتی همچون،میزان شارژ باتری در لحظه(بصورت درصدی)

شارژ کنترلر ها به ۴ دسته کلی زیر تقسیم میشوند؛۱_شارژ کنترلرهای سری ۲_شارژ کنترلرهای موازی ۳_حفاظت حد دشارژ باتری ۴_شارژ کنترلر های MPP

شارژ کنترلر سری:

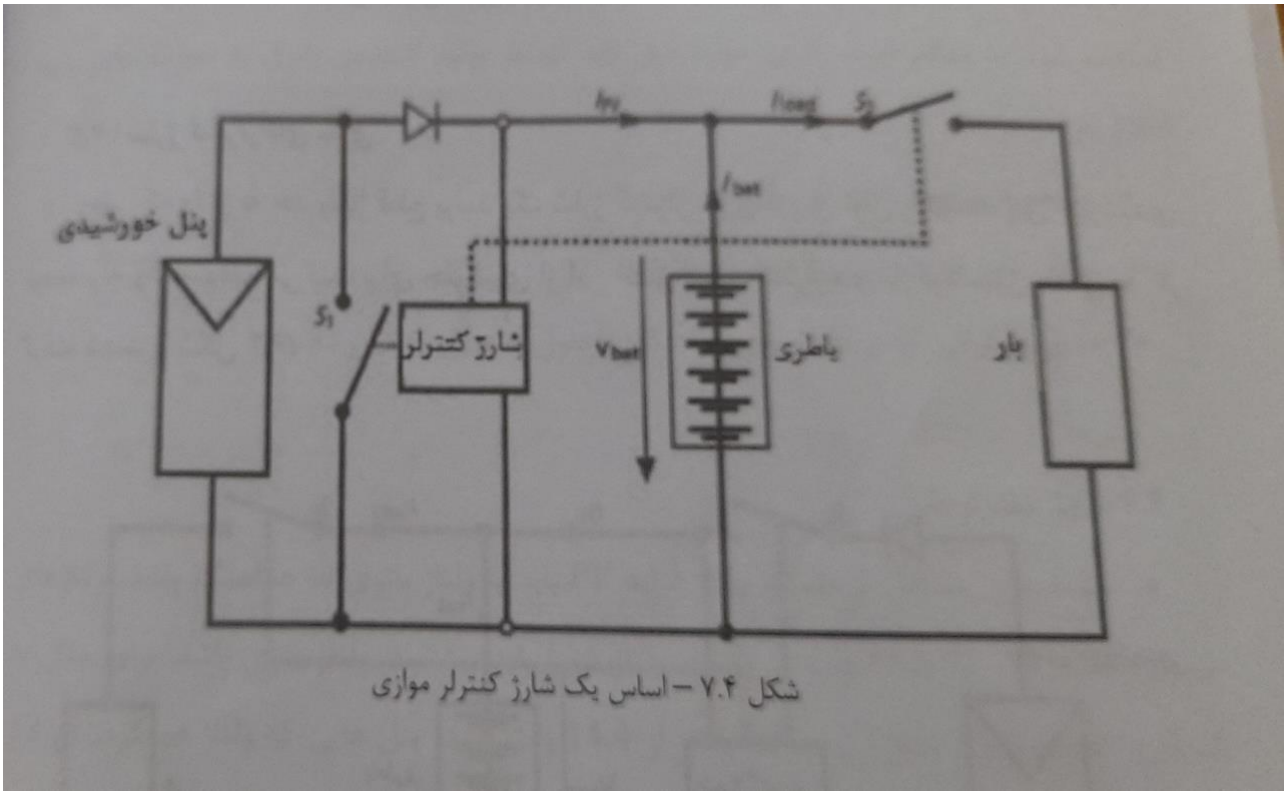
زمانی که ولتاژ،به حد ولتاژ قطع برسد یک شارژ کنترلر سری ،تزریق توان را توسط پنل،توسط رله S1متوقف می کند. به جهت جلوگیری از این اتفاق از شارژ کنترلر های با، رگولاتور دائمی استفاده می‌گردد.



شکل ۶.۴ – اساس یک شارژ کنترلر سری

شارژکنترلر موازی:

یک شارژ کنترلر موازی، به صورت دائمی، توان ماژول را زمانی که نزدیک به ولتاژ قطع است کاهش می دهد،اما چون ماژول ،همچنان به تولید توان ادامه می دهد،این توان تولیدی که استفاده نمی شود به مثابه جریان اتصال کوتاه عمل نموده و به حرارت تبدیل میشود،،چون این مقدار ناچیز است ،صدمه ای به ،ماژول وارد ننموده و روشی مناسب و ایمن ،برای شارژ باتری میباشد



شکل ۷.۴ – اساس یک شارژ کنترلر موازی

حفاظت حد دشارژ باتری:

یک حفاظت کننده حد دشارژ باتری با رله هایی که بار الکتریکی را از باتری جدا می کند در شارژ کنترلر ها تعبیه شده است(2sدرشکل۶_۴و۷_۴و1sدرشکل ۸_۴[10].

[10] شکل ۸_۴در مبحث‌بعدی آورده خواهد شد.

شارژ کنترلر های مدرن ،تجهیز به حسگر داخلی درجه حرارت هستند، که درجه حرارت محیط را اندازه گیری می گیرند.

به طور طبیعی ،باتری ها در مجاورت شارژ کنترلر ها،قرار می‌گیرند، و حرارت هر این دو دستگاه نزدیک به هستند.

شارژ کنترلرها ،می توانند خودرا بایک محدوده جریانی کوچک وفق دهند ،هم در طرف بار و هم در طرف ماژول های خورشیدی ..

به جهت حفاظت از ادوات الکترونیک قدرت خاص، یک فیوز مناسب در داخل آن تعبیه می شود.معمولاً مقادیر محدود و مشابه بر ای عملکرد فیوز تنظیم می‌گردد.

شارژ کنترلر : MPPT[11]

چون ولتاژ باتری،نقطه کار روی منحنی مشخصه فتوولتائیک را تعیین‌می کند،بنابراین آرایه pv[12] اغلب در نقطهMPPTکار نمی کند، شارژ کنترلرهای سری و موازی نقطه بهینه را در استفاده از ماکزیمم انرژی در یافتی از ارایه[13] خورشیدی به ما نمی دهند.

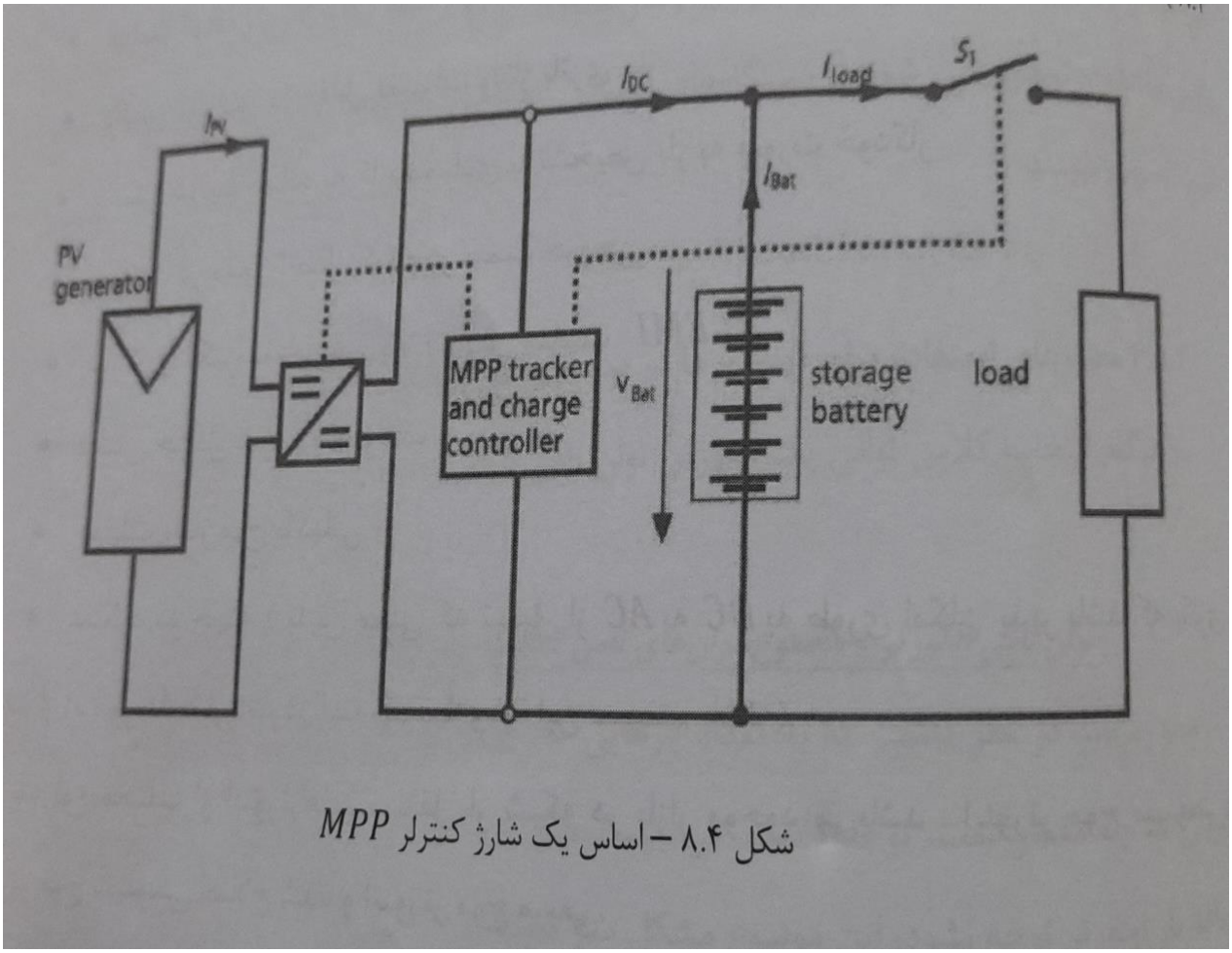
این تلفات توان مقداری در حدود ۱۰تا۴۰درصد می تواند باشد(بسته به ولتاژ باتری ،شدت تابش،درجه حرارت)بااستفاده از این شارژ کنترلرها ،این مشکل حل خواهد شد. چرا که از یک مبدل DC/DCتنظیم شده است.رگولاسیون توسط ،شارژ کنترلرMPPTانجام می شود،که تقریبا"هر۵ دقیقه یک بار از منحنی مشخصه جریان_ولتاژ ِآرایه pvعبور کرده و توان MPPTرا تعیین می کند.بنابراین مبدلDC/DCبه گونه ای تنظیم می‌شود ،که توان بهینه را از آرایه دریافت و آن را با ولتاژ شارژ باتری تنظیم می کند.

---

[11] **Power Point Tracking):**

[12] Photo votaic

[13] نوع آرایش پنل های خورشیدی را گویند.



شکل ۸.۴ – اساس یک شارژ کنترلر *MPP*

بازدهی یک مبدل DC/DCمقداری در حدود ۹۰تا۹۶٪است.استفاده از یک ردیاب[14] MPPTدر سیستم های با تولید بیش از ۲۰۰وات توجیه اقتصادی دارد،چراکه در سیستم های کمتراز این مقدار ،آورده سیستم از تلفات آن کمتر بوده و هیچ توجیه اقتصادی ندارد و ازآنجایی که این شارژکنترلرها گران قیمت هستند،به لحاظ اقتصادی در سیستم های باز تولید توان کمتراز ۵۰۰وات توصیه نمی‌گردد .

[14] درفصل بعد به همراه استراکچر ها توضیح داده خواهند شد.

فصل سوم:

- استراکچرها
- دنبال کننده ها یا ردیاب ها

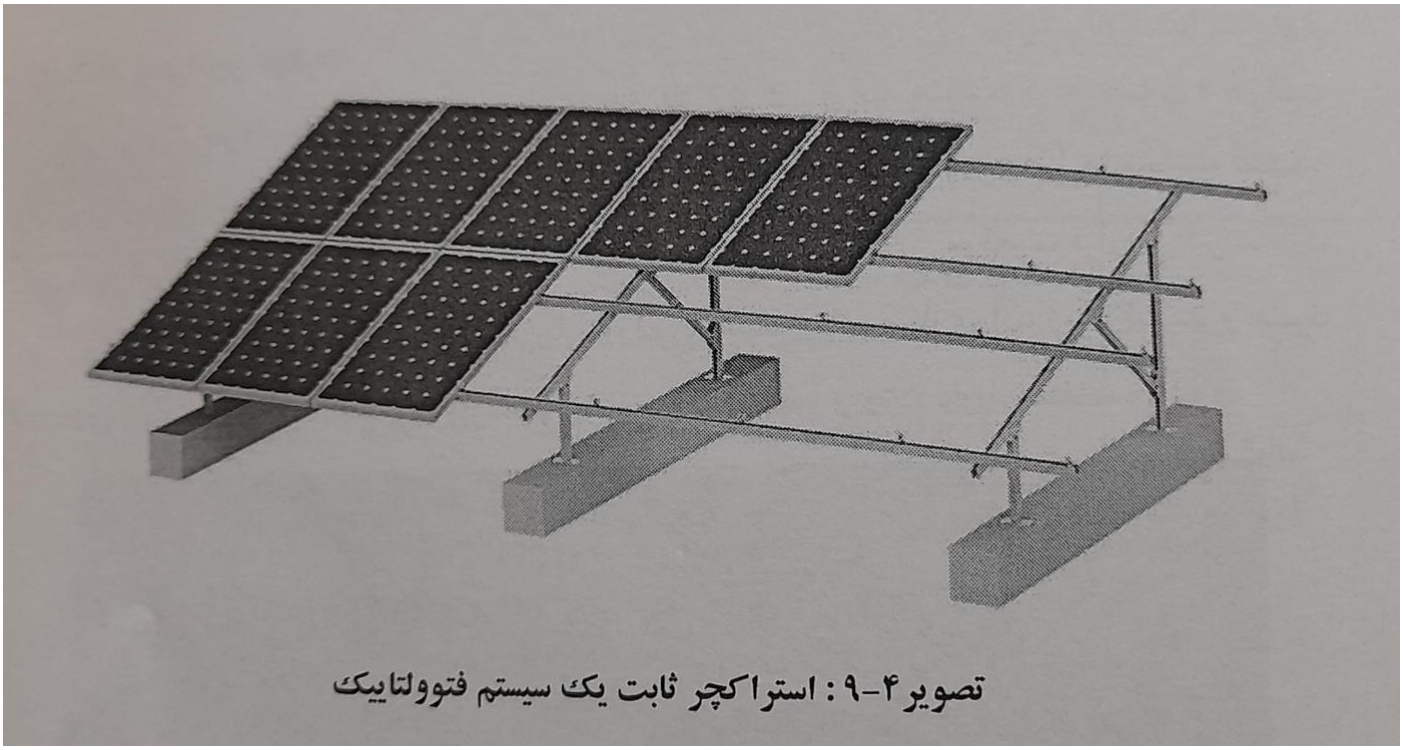
استراکچرها[15]

این تجهیز ،نگهدارنده پنل ها بوده ودر ایران با توجه به استاندارد((ساتبا[16]))ساخته می‌شوند.

استراکچرها باتوجه به نوع نصب[17]یا محل نصب یا سایه داشتن‌درمحل نصب،در انواع مختلف ازجمله ثابت،متغیر،هوشمند نصب انجام‌می شود.

استراکچر ثابت

در این نوع استراکچر ها ،چون بعداز نصب ،قابلیت تغییر زاویه را نداریم،باید بهترین موقعیت که در ایران معمولاًبه سمت جنوب، باتوجه به منطقه جغرافیایی استفاده میگردد،زاویه ای بین ۲۰تا۳۰درجه قرار می دهیم .این نوع استراکچر هابه کمک بتن،در محل مورد نظر محکم می کنیم.

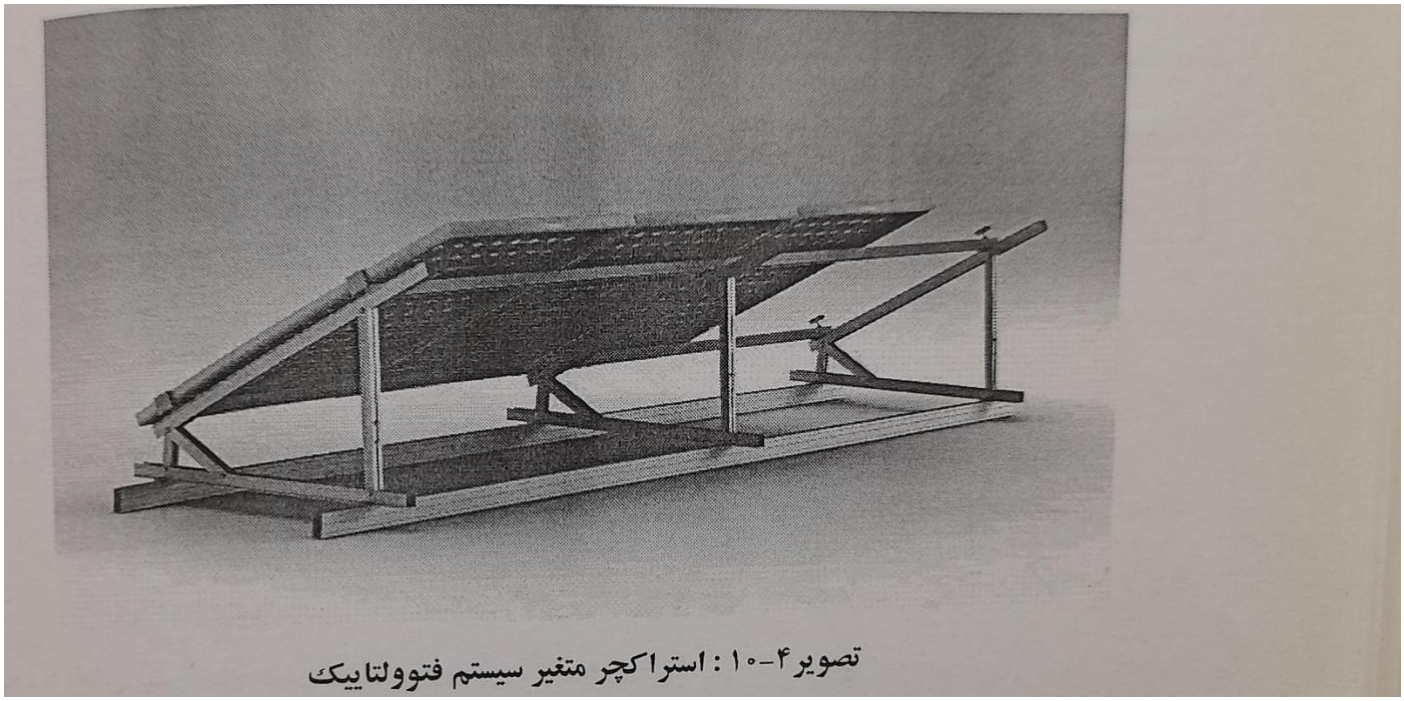


تصویر۴-۹ : استراکچر ثابت یک سیستم فتوولتاییک

[15] در برخی منابع استراکچر و ردیاب را یک تجهیز تلقی می‌کنند.
[16] سازمان انرژی‌های تجدید پذیر وبهره وری انرژی برق
[17] روبام تخت،روبام شیربامی،یا برروی زمین

استراکچر متغیر:

این استراکچر ها قابلیت تغییر زاویه از ۱۰درجه تا ۶۰ درجه را دارند، و باتوجه به تغییر زاویه خورشید درفصل مختلف سال ،می باید بهترین محل را انتخاب کرده و استراکچر را درهمان محل نصب کنیم .بازده یا راندمان این روش ۲۰٪بیشتراز ،روش استراکچر ثابت می باشد.



تصویر۴-۱۰ : استراکچر متغیر سیستم فتوولتاییک

استراکچر هوشمند:

این روش،خود به دونوع یک بُعدی، ودوبُعدی تقسیم می‌شوند. در آن روش بهترین‌موقعیت پنل محاسبه و باتوجه به نوع حرکت آن پنل جابجا می گردد .در این روش بازده ۱۵تا۳۰٪نسبت به روش متغیر افزایش پیدا می کند،اما چون مقرون به صرفه نیست در همه جا از این روش استفاده نمی شود مگر آنکه دارای محدودیت فضا و وزن باشیم.

تصویر ۴-۱۱ : استراکچر هوشمند یک سیستم فتوولتاییک

ردیاب ها یا دنبال کنند ها:

این ردیاب ها ،بر ۲نوع یک محوره و دومحوره[18] هستند که در ادامه توضیح می دهیم.با تغییر روزها ،در هر منطقه ای ،زاویه بهینه نصب پنل خورشیدی تغییر می‌کند.به این‌معنی که ،اگر بخواهیم پرتوهای نورخورشید در هر ظهر خورشیدی عمود بر پنل خورشیدی باشد،پنل باید هرروز دریک زاویه قرار گیرد.بدین‌منظور از ردیاب های یک محوره شمالی _جنوبی استفاده می‌شوند

ردیاب های شرقی _غربی:

این ردیاب ها از زمان طلوع خورشیدها غروب خورشید،مسیر حرکتی خورشید را دنبال نموده تا انرژی بیشتری به سطح پنل ها برسد.ازمزایای سیستم های فتوولتائیک استفاده نکردن از ادواتی است که دارای قطعات مکانیکی است چرا که این دستگاه ها استهلاک و خرابی خاص خود را داشته و استفاده از ردیاب ها را در کشور منطقی نمی دانیم.

[18] تلفیقی از دونوع شمالی_جنوبی وشرقی_غربی میباشد

فصل چهارم:

- سیستم اتصال
- کابل اصلی DC
- کابل اتصالAC
- دیگر کابل ها
- کلید اصلی
- کلید های قطع کننده جریان متناوب
- کلید مینیاتوری
- کلید نشتی زمین

سیستم اتصال:

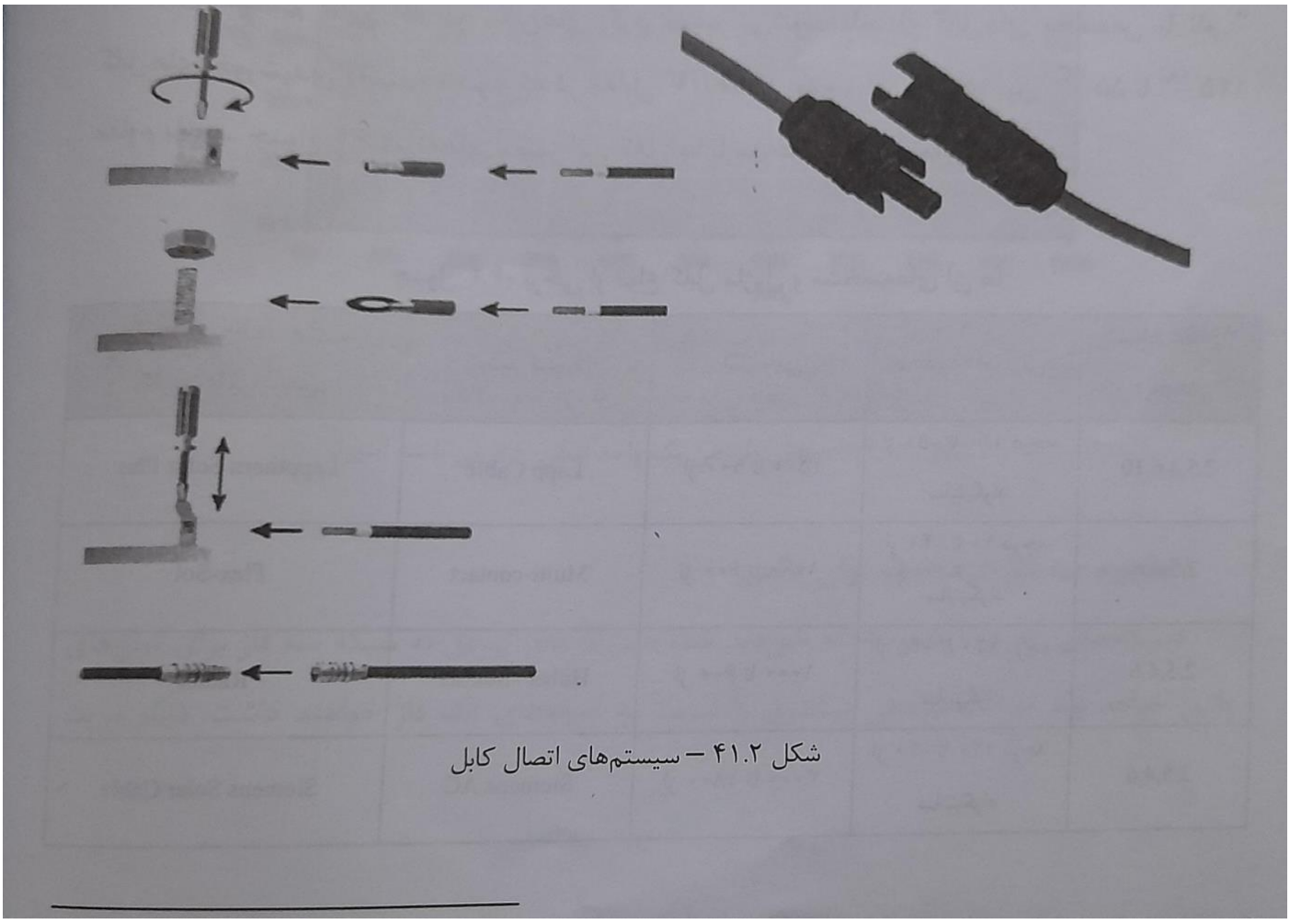
این‌مطلب جزو مهم ترین مطالب فصل ها میباشد، چون اگر اتصال کابل های ماژول و سایر کابل های مورد استفاده با دقت انجام‌نگردد، باعث ایجاد جرقه و آتش سوزی میشود.سیستم های اتصال بر ۴ نوع زیر میباشند؛

۱_ترمینال پیچی

۲_ترمینال های اتصال کابل

۳_ترمینال با کلمپ فنری

۴_اتصال نری و مادگی (کانکتورهای نری و مادگی)



شکل ۴۱.۲ – سیستم‌های اتصال کابل

برای آنکه اتصالات ساده تر و سرعت کار بالا برود و اطمینان بیشتری نسبت به اتصالات داشته باشیم،ازروش نری و مادگی استفاده می‌کنیم، از طرفی آیت روش با مقاومت کمتر از ۵ میلی اهم ،چنانچه جریان ۵آمپر باشد افت ولتاژی حدود ۰/۰۲۵ ولت داریم .

کانکتورهایی که در شکل زیر می‌بینیم از نوعMC4بوده که اکثر ماژول های خورشیدی در سرتاسر جهان از آن بهره میبرند،کانکتورهای دیگری مثل MC3 وT_LOCKوجود دارد اما کم کاربرد ترند.

کابل اصلیDC

این‌کابل ها،برای اتصال بین جعبه تقسیمو اینورتر استفاده می‌شود،و می توان از کابل با روکشpvcباکدهایNYYیاNYMاستفاده گردد.اگی جعبه تقسیم[19] در محیط بیرون قرار بگیرد،باید کابل از داخل لوله UVمقاوم عبور داده شود.ترجیحاً برای قطب های مثبت و منفی از کابل های تک رشته ای مستقل استفاده گردد.

کابل اصلی AC

این‌کابل‌ها ،اینورتر را به شبکه برق متصل می کند.برای سیستم های ۳فاز باید ازکابل ۵رشته ای و برای تک فاز از کابل۳ رشته ای استفاده گردد کابل ها مورد استفاده ،ازنوع NYM،NYY،NYCWYمی باشند.

دیگر کابل ها

از دیگر کابل ها،با محل استفاده،ویژگی،اندازه در جدول زیر آورده شده است؛

نوع کابل	ویژگی	محل استفاده	اندازه کابل
PV	سیم تک رسانای عایق بندی شده برای فضای بیرونی،مجاز برای ۹۰درجه نقاط مر،طوب،۱۵۰درجه سانتی گراد،نقاط خشک رسانای مسی رشته ای ،غلاف حفاظت uvرنگ بندی مثبتDCقرمز،منفی سیاه	سیم های کشیده شده در منازل سایر اتصالات در معرض هوار ،برای آرایه pv.برای کاربری رو باز به کابلUSE_2ترجیح داده میشود،الزام به ایجاد کانال ندارد	AWG۱۰
USE_2	سیم تک رسانای عایق بندی برای بیرون ،مجاز برای ۹۰درجه سانتی گراد مکان مرطوب و خشک،رسانای جامد یا رشته ای مسی ،آلومینیوم با روکش مس یا آلومینیوم باغلاف محافظ در مقابلUV	جایگزین سیم pvبا تحمل گرمایی کمتر،انواع رسانای جامد مثل رسانای سیمی رشته ای انعطاف پذیر نیست.لازمنیست در مجرا نصب گردد	AWG۱۰

[19] در فصل بعد توضیح داده می شود.

THWN_2	سیم عایق بندی شده ی مجاز برای ۹۰ درجه سانتی گراد درنقاط مرطوب و خشک جامد با رشته ای ،حفاظت فرابنفش ندارد	اتصالات از ارائه به اجزای سطح زمین و بین اجزای سطح زمین،باید در روشون مجرا قرار گیرد	AWG۱۰
زمین	وسیمزمین مسی،،رسانای جامد لخت(بدون عایق)یا رسانای رشته ای سبز عایق بندی شده	سیم جامد لخت برای زمین کردن اجزای فلزی آرایه و برای مسیر های روباز به زمین سیستم،سیم عایق بندی شده مورد استفاده درون مجرا	AWG۶
UF	کابل تغذیه ی زیر زمینی برای دفن مستقیم. رسانای مسی جامد	مسیر زیر زمینی بین خانه و آرایه های نصب شده روی زمین.شاید درون مجرا قرار گیرد،اما برای دفن لازم نیست	AWG۱۰

کلید اصلی:

این نوع کلید ،در زمان وقوع خطا ،یا برای انجام عملیات تعمیر ونگه داری ،اینورتر را از تولیدکننده ماژول جدا می‌کند.براساس استاندارد IEC60364_7_712نصب الکتریکی سیستم های PVبرای ساختمان ها،یک کلید برای جداسازی، الزامی است.این کلید باید برای ولتاژ مدار باز ماکزیمم سیستم وحداکثر جریان اتصال کوتاه سیستم،تحت شرایط STCتعیین گردد و فرمان قطع به اشتباه صادر نکند.محل قرار گیری این کلید معمولاً،در جعبه تقسیم[20] می باشد.

کلید های قطع کننده AC

این نوع کلید ها باید ۲پل بوده و چنانچه اینورتر در محلی جدا،نصب شود،یک جدا کننده دیگر،مورد نیاز است.

کلید مینیاتوری:

این کلید، کلیدی است که می تواند حفاظت اضافه جریان را برعهده داشته وجداسازی سیستم pvاز شبکه را به هنگام اضافه جریان یا اتصال کوتاه انجام دهد.

[20] فصل بعد در مورد جعبه تقسیم ها صحبت به میان خواهد آمد.

کلید نشتی زمین:

این‌کلید،جریان‌گذرنده از هادی رفت و برگشت مدار را مانیتور میکند، باید جریان رفت با جریان برگشت برابر باشد(برطبق،قانون ولتاژ_ گره).اگر اختلاف بین دو جریان بیش از ۳۰میلی آمپر باشد این کلید در طول۰/۲ثانیه مدار را قطع میکند. این‌اتفاق زمانی رخ می‌دهد که خطای عایقی رخ داده باشد یا اتصال آرت یا اتصال بدن یا جسمی به یکی از هادی ها ایجاد شده باشد.

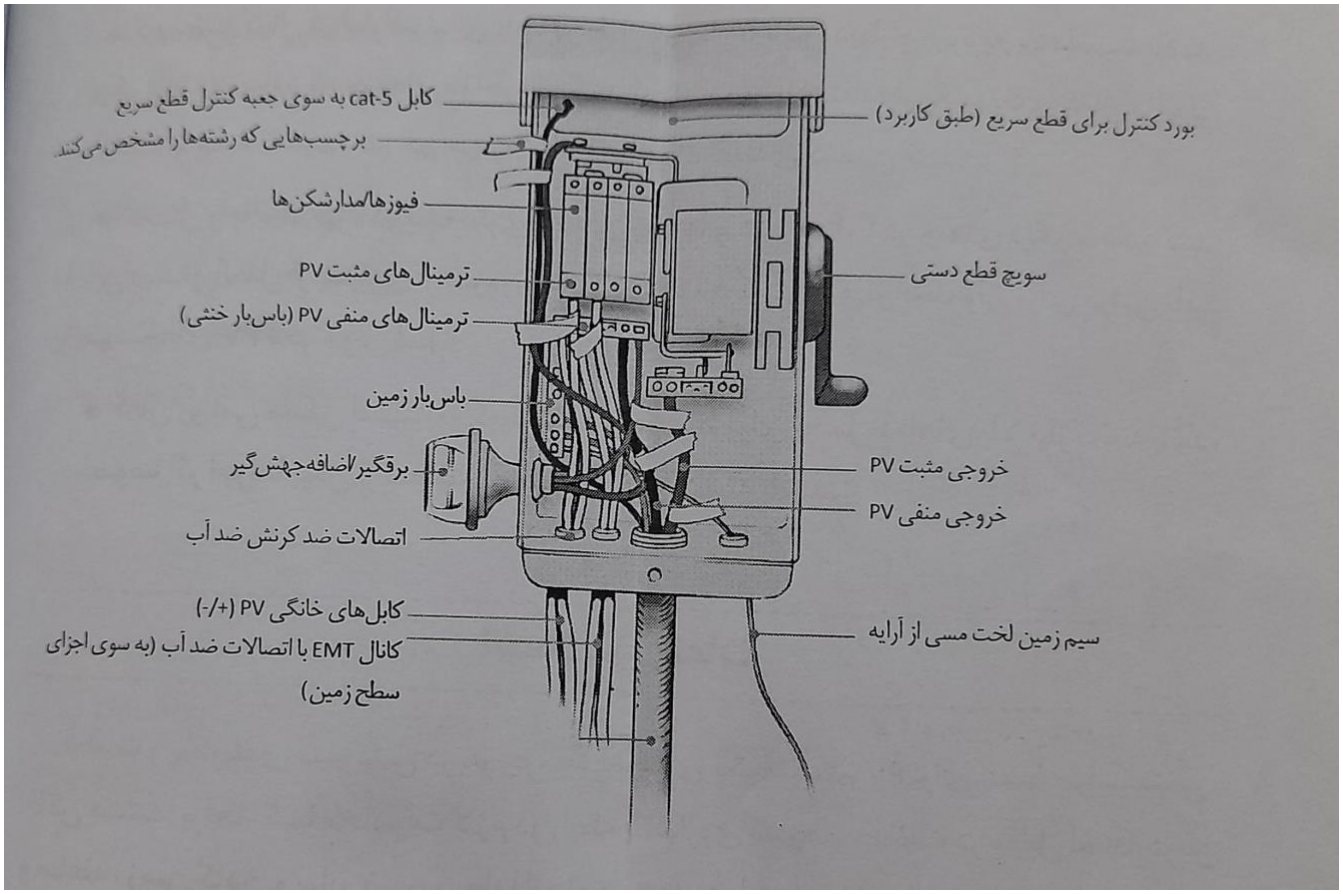
فصل پنجم:

- جعبه تقسیمAC
- جعبه تقسیمDC

جعبه تقسیمDC(سیستم اینورتر رشته ای):

جعبه ترکیب ها این امکان را به شما می دهند رشته های سری چند ماژول را به طوری موازی وصل کنید تا تعداد سیم‌هایی را که تا پایین به صورت قطعات سطح زمین می روند مینیمم کنند. ترکیب کننده های دارای قابلیت قطع به عنوان قطع کننده برای سیستم های قطع سریع نیز عمل می کنند .پیکر بندی اساسی یک جعبه ترکیب یا یک پنل الکتریکی فرعی یا جعبه مدار شکن کوچک مشابه است .کابل های مستقر در خانه از رشته های سری به مدار شکن های فیوز ویک‌باس بار خنثی در جعبه وصل می شوند .سیم زمین آرایه به یک قلاب زمین یا باس بار زمین کردن ،که جعبه را نیز زمین‌می کند ،وصل می شود. در اکثر سیستم های pvخانگی ،سیم های خروجی شامل یک سیم مثبت (حامل جریان)،یک سیم منفی و یک سیم زمین،به علاوه ی سیم کشی ار جعبه کنترل قطع سریع می شوند.

جعبه تقسیمAC(سیستم های میکرو اینورتری):



یک‌جعبه تقسیم‌آرایه روی یک سیستم میکرو اینورتری نوعی کابل اصلی ACوسیم‌زمین آرایه را دریافت می‌کند.با سیم‌کشی تک فاز ۲۴۰ولت استاندارد،سیم های خروجی شامل دو سیم مثبت(حامل جریان)است که هرکدام حامل۱۲۰ولت است؛یک سیم خنثی، ویک سیم زمین.سیم‌های زمین بازو به جعبه فلزی وصل شوند تا آن را زمین کنند.

فصل ششم:

- انواع پمپ خورشیدی
- پمپ آب خورشیدی با باتری
- پمپ آب خورشیدی جریان متناوب بدون باتری

- پمپ آب جریان مستقیم بدون باتری

انواع پمپ آب خورشیدی:

پمپ آب خورشیدی یا نام دیگر آن کفکش خورشیدی، گونه ای از الکترو پمپ ها است ، که انرژی مورد نیاز خود را از ، پنل های خورشیدی تامین می کند. از موارد استفاده این تجهیزات ،در مکان هایی است که دسترسی به شبکه برقِ شهر امکان نداشته باشد یا هزینه تامین برق مصرفی بالا باشد .این پک خورشیدی متشکل از ،یک الکتروپمپ معمولی به همراه یک پکیج برق خورشیدی[21]است ،که توانایی دارد که در شبانه روز برق فرآیند پمپاژ آب را تامین نماید. از انواع پمپ های خورشیدی که ۳ نوع هستند به قرار زیر معرفی میشوند؛

۱_پمپ آب خورشیدی با باتری خورشیدی

۲_پمپ آب خورشیدی جریان مستقیم(بدن باتری خورشیدی)

۳پمپ آب خورشیدی جریان متناوب (بدون باتری خورشیدی)

که در ادامه توضیح می دهیم

پمپ آب خورشیدی با باتری خورشیدی:

این نوع از پمپ ها ،متشکل از یک پک کامل برق خورشیدی بوده که در طول روز پنل ها ،وظیفه تولید انرژی و باتری یا باتری ها[22]وظیفه ذخیره انرژی بر عهده دارند. وظیفه شارژ کنترلر ها،کنترل فرآیند شارژ باتری و اینورتر های تمام سینوسی ، انرژی ذخیره شده درباتری را به برق شهر[23]تبدیل و به پمپ اعمال می نماید. بیشتر پمپ ها ، دارای باتری بوده و ازنوع تکفاز می باشند،اما می توان از پمپ ۳ فاز نیز استفاده نمود. در این روش پمپ استفاده شده پمپ معمولی وموجود در بازار بوده و می‌توان با دانستن اسب بخار پمپ و تعداد ساعات کاری آن ،پکیج[24]را محاسبه نموده و آن را برای نصب خریداری کرد.مزایا و معایب این طرح ،در جدول زیر آورده شده است.

مزایا	معایب
می‌توان در ساعات تاریکی ،فرآیند پمپاژ آب را به کمک باتری انجام داد.	قیمت این نوع پمپ ها از دومدل دیگر ،گران تر است

[21] منظور از برق خورشیدی همان پنل و متعلقاتش می باشد.
[22] بنا به ظرفیت تعیین شده توان
[23] برق شهر در ایران۲۲۰ولت و فرکانس ۵۰هرتز میباشد
[24] پکیج ها شامل تعداد پنل ها و باتری و اینورتر ها میباشد.

می توان هرپمپی را به پمپ خورشیدی تبدیل نمود	عمر مفید باتری های AGM ۲تا۳سال است و باتری GEL[25] تا ۵سال می باشد.
در روز های ابری به کمک باتری پشتیبان می تواند به فعالیت خود ،ادامه دهد	هزینه باتری ۵۰٪هزینه کل سیستم است
در برخی از پکیج ها می توان از دیزل ژنراتور برای شارژ باتری ها در روز های ابری استفاده کرد.	بیشتر مناسب پمپ های تک فاز است

پمپ آب خورشیدی جریان متناوب بدون باتری:

این نوع پمپ ها فقط در ساعات روشنایی روز علی الخصوص ،ظهر می توانند فعالیت کنند.انرژی الکتریکی این پمپ ها از پنل های خورشیدی و اینورتر کنترل دور موتور،تامین می شود.وقتی نور افتاب،به اندازه کافی به سطح پنل تابیده شود،توان خروجی پنل از توان مورد نیاز،برای راه اندازی پمپ بیشتر می شود و الکتروپمپ با دور پایین شروع به کارنموده و پس از گذشت مدت زمانی به مقدار نامی خود می رسد.

پمپ مورد استفاده در این روش نیز مانند روش قبل بوده وچنانچه تهیه نمودید نیاز به تعویض آن ندارید. از مزایا و معایب آن می توان به موارد زیر اشاره کرد.

مزایا	معایب
قیمت تمام شده این نوع پمپ ها نسبت به سایر مدل ها ،پایین است	فقط در ساعاتی که نور خورشید است قابل استفاده اند
عدم استفاده از باتری طول عمر پکیج را تا ۲۰سال افزایش می دهد.	تلفات این نوع ،به دلیل استفاده از اینورتر به نسبت جریان مستقیم ها بیشتر است

[25] AGMسربی است وGELهمان ژله ای است

می توان از پمپ تک فاز و ۳ فاز استفاده کرد	به دلیل محدودیت توان در اینورترهای کنترل دور موتور،اسب بخار پمپ ها حداکثر ۵الی ۶است
شرایط نگه داری ،به دلیل نبود باتری ساده تراست	

پمپ آب جریان مستقیم بدون باتری:

در این روش ،پمپ آب از نوع جریان مستقیم بوده و به صورت مستقیم و یا به کمک درایو به پنل خورشیدی وصل می شود.به دلیل استفاده نکردن از اینورتر در این روش تلفات کم شده و عمر مفید سیستم افزایش می یابد.پمپی‌که در این روش استفاده می‌شود با پمپ‌های معمولی متفاوت بوده و نمی‌توان پمپ آب معمولی را تبدیل به پمپ خورشیدی نمود.

در جدول ذیل مزایا و معایب این روش را می خوانیم.

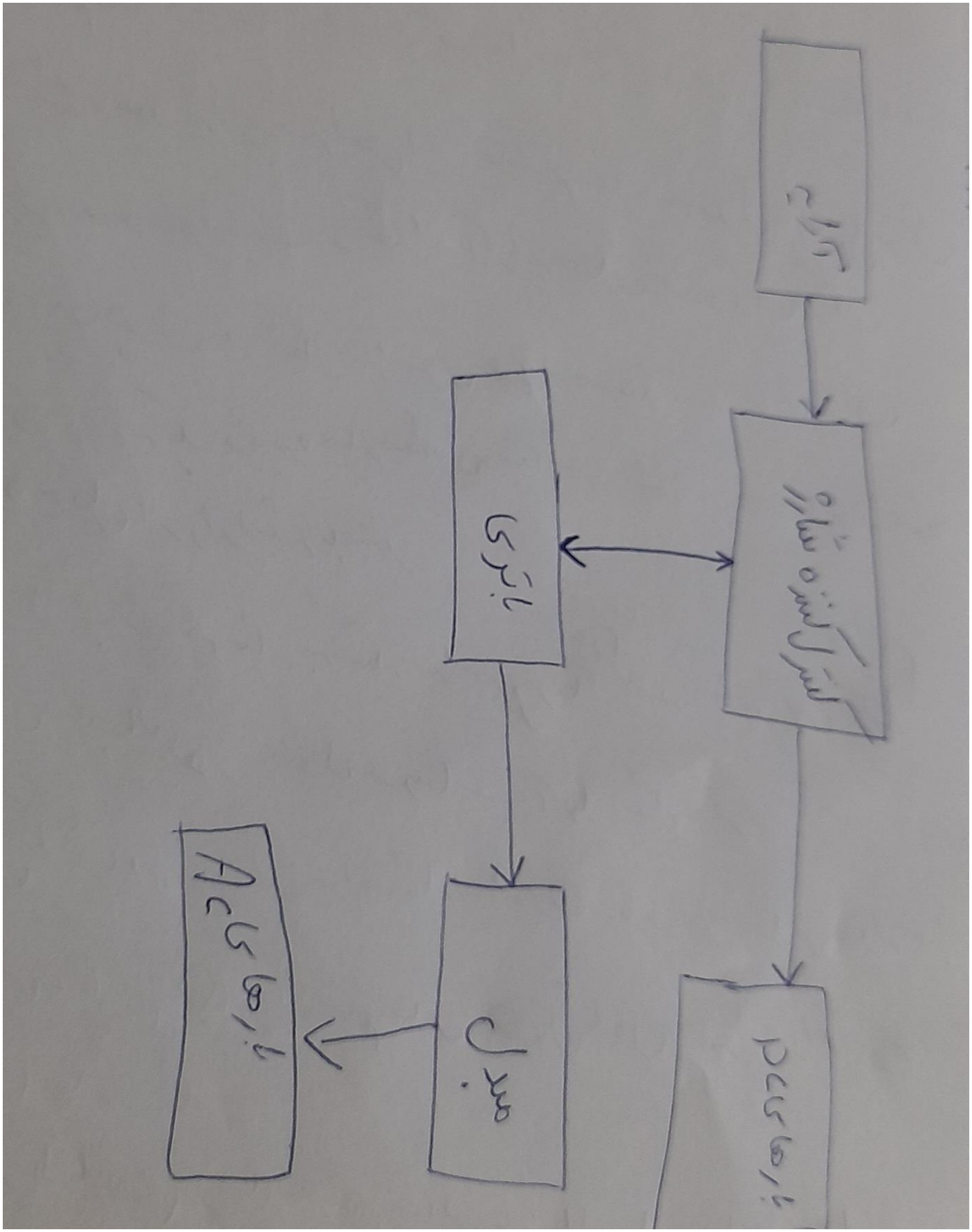
مزایا	معایب
طول عمر این روش از روش های قبلی بیشتر بوده و تا۲۵ سال هم می رسد.	در مدل دارای درایو ،هزینه تمام شده از پمپ جریان متناوب بیشتر است
تلفات در این‌مدل کم تر است	فقط در ساعاتی که نور خورشید داریم می توانیم از این روش استفاده کنیم
شرایط نگه داری به دلیل نبود باتری ساده تر است	

هزینه تمام شده این مدل بدون درایو ،ارزان‌تر از سایر مدل هاست	
به راحتی می توان پمپ ها تا ۶۰ اسب بخار را راه اندازی نمود.	

فصل هفتم:

- شماتیک کلی سیستم مستقل از شبکه
- سیستم مستقل از شبکه
- کاربردهای سیستم مستقل از شبکه
- سیستم متصل به شبکه
- شماتیک کلی سیستم متصل به شبکه
- روش کلی جهت تعیین بار روزانه سیستم
- روش کلی جهت تعیین اندازه و زاویه آرایه pv
- جدول از بار روزانه وسایل
- جدول زاویه های شهرهای مختلف در ۱۲ماه سال

شماتیک سیستم مستقل از شبکه



سیستم مستقل از شبکه:

این سیستم ها، در محل هایی که دسترسی به شبکه نداریم یا دسترسی سخت باشد،یا هزینه تاسیس پست یا نیرو گاه ،مقرون به صرفه نباشد از این سیستم ها استفاده میگردد،برای طراحی این سیستم ها ،باید توجه داشت ،که علاوه براینکه مجزا هستند قابلیت تغذیه بارهای ACوDCرا داشته باشند،هم چنین باید مدل بار[26] و کل توان شبانه روز مورد نیاز محاسبه گردد،زیرا تعداد ماژول ها و ظرفیت آنها بر همین اساس تعیین میگردد.

این سیستم ها باید بتوانند تمام توان را تامین نموده و مجهز به یک ذخیره ساز مطمئن و مناسب شوند و این ذخیره ساز باید قابلیت تغذیه کل باررا داشته باشد،

از مزایای این سیستم می توان به عدم نیاز به شبکه سراسری برق،عدم نیاز به تعمیر و نگهداری مداوم،عدم نیاز به سوخت به ویژه در مناطق صعب العبور،و طول عمر مناسب آن ها اشاره کرد.

کاربرد ها:

1. دوربین آتی مداربسته
2. سیستم های روشنایی خیابانی و پارکی
۳.سیستم های تلفن همراه ،برروی خودرو های مسافرتی
۴.کابین های کوهستانی(تله کابین)
۵.برق رسانی به ویلا ها و منازل مسافرتی
۶.تلفن های sos،دستگاه های بلیط
پارکینگ ها سیستم نظارتی_ترافیکی ،ایستگاه های مخابراتی و سایر کاربرد های دوراز شبکه
۷.سیستم پمپ خورشیدی برای آب آشامیدنی ،زراعی و آب شیرین کن ها
۸.سیستم حفاظت کاتود یک خط لوله

[26] سینوسی،سینوسی اصلاح شده ،یا مربعی یا هرمدل دیگر از بار

سیستم‌های متصل به شبکه:

سیستم های متصل به شبکه به دو طریق اتصال مستقیم به شبکه[27] و اتصال به شبکه سراسری از طریق شبکه خانگی را داریم

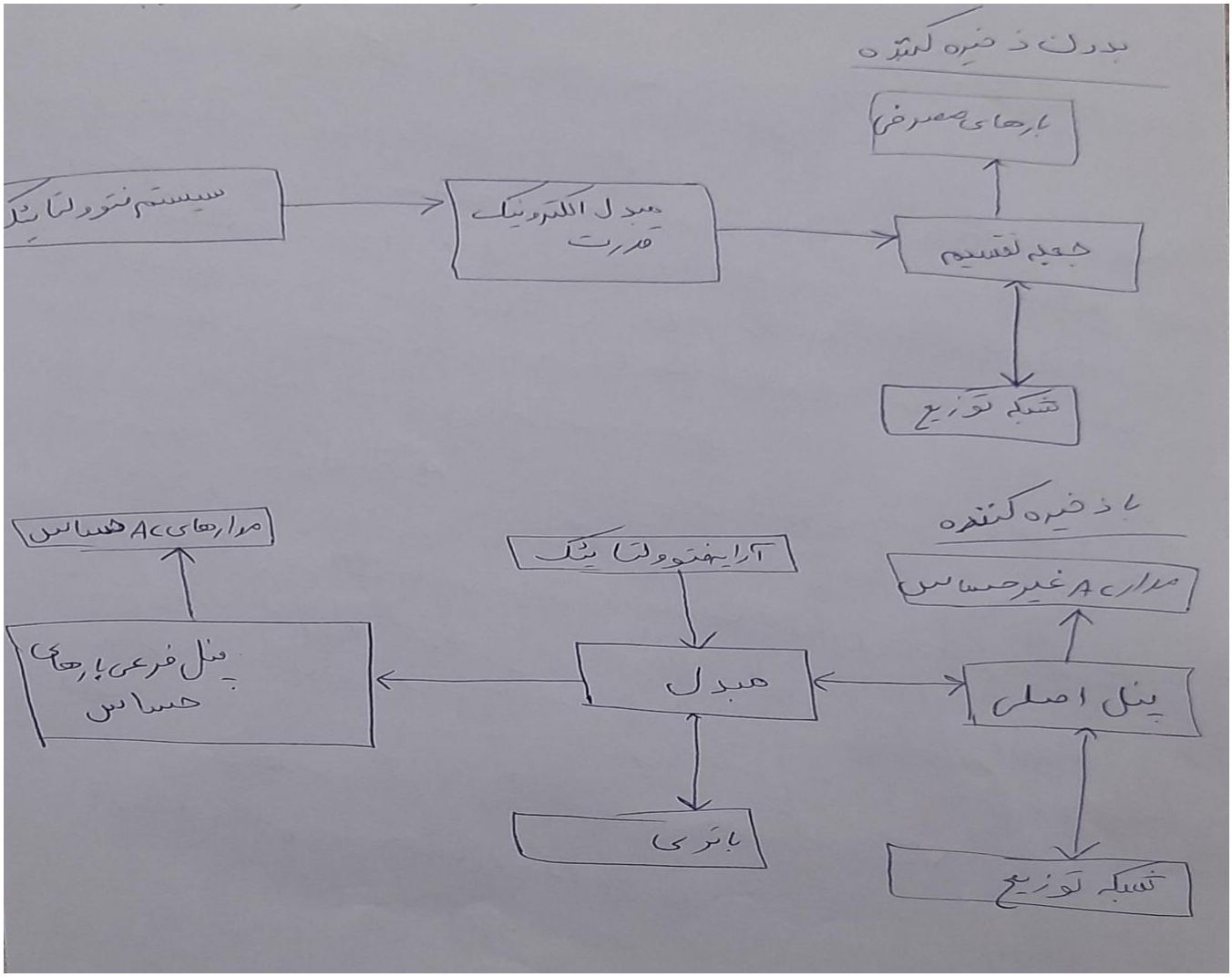
به طور کلی سیستم های متصل به شبکه ،می‌توانند به طور موازی و همزمان به با شبکه سرای برق،توان تولید کنند.یکی از اجزای اصلی این سیستم ها،مبدل الکترونیک قدرت است، که برق DCتولید توسط آرایه ها را متناسب با ولتاژ و فرکانس شبکه برق بهACتبدیل نموده و درصورتیکه نیاز نباشد آن را به طور خودکار قطع می نماید.چنانچه توان تولیدی توسط شبکه ،قطع گردد باید توسط پنل نیز،تولید متوقف گردد.

سیستم های متصل به شبکه به دو دسته باذخیره کننده و بدون ذخیره کننده می باشند،از مزایای این سیستم ها می توان به،نصب و راه اندازی آسان،بازدهی بالا و عدم نیاز به تجهیزات جانبیِ پیچیده، درصورت نیاز،عدم نیاز به باتری جهت ذخیره الکتریکی را نام برد .

در خانه های مسکونی باید از ذخیره کننده ،استفاده شود،زیرا بار مصرفی در شب،از روز که قابلیت استفاده از نور را دارد بیشتر است،واز طرفی چون ، روز های بارانی داریم باید پنل تولید داشته باشد،پس نیازمند ذخیره کننده هستیم.

[27] مثل نیرو گاه های خورشیدی

شماتیک سیستم متصل به شبکه



روش کلی جهت تعیین بار روزانه سیستم:

برای تعیین بار روزانه سیستم های pvمراحل زیر را باید انجام داد؛

1. مشخص کردن بارهایی که به سیستم متصل اند.
2. تعیین ولتاژ،جریان،توان و ساعت های کارکرد روزانه برای هربار(برای برخی از بارها ساعت کارکرد ممکن است روزانه،ماهانه ویا فصلی متغیر باشد[28]،اگر چنین بود باید به طور متوسط روزانه گزارش شود.)
3. جداسازی بارهای ACاز بارهای DC

[28] مانند کولر که فصلی استفاده میگردد.

4. تعیین آمپر ساعت روزانه به طور متوسط برای هر بار از روی اطلاعات جریان و ساعات کارکرد ،چنانچه ساعات کارکرد روزانه در طول هفته متغیر باشد باید برای هفته و اگر ماه به ماه تغییر کند باید بار ماهیانه محاسبه شود.
5. از مجموع آمپر ساعت بارهای DC،اطمینان حاصل کنید که تمام بارها ،در یک ولتاژ معین و مشابه هستندواگر برخی بارهای DCولتاژ متفاوتی داشته باشند ،به یک مبدل DCنیاز می شود و باید آمپر ساعت ورودی این بارها نیز محاسبه گردد.
6. برای بارهای AC،جریان ورودیDC به اینورتر تعیین میشود و آمپر ساعت DCاز روی جریان ورودی DCتعیین میشود.
7. برای آنکه آمپر ساعت روزانه کل را بدست بیاوریم باید جمع آمپر ساعت ،بارهای ACو آمپر ساعت بار DCرا به مجموع راندمان سیم کشی و راندمان باتری تقسیم نماییم.
8. توان کل بار،ACسایز مورد نیاز اینورتر را مشخص می نماید .توان بارهای منفرد نیاز خواهد شد برای اندازه سیم کشی به بارها.

توان از دست رفته درسیم کشی از ضرب جریان در افت ولتاژ[29] به دست می آید،برای افت ولتاژ ۲٪معقول بوده و اگر سیمی شامل باتری ذخیره کننده باشد می باید تلفات موجود در شارژ و دشارژ باتری محاسبه شود.

در برخی منابع ،از وسایلی که در خانه استفاده میشود،وات آن ها در جدول زیر آورده شده است.

روش کلی جهتتعیین اندازه و زاویه آرایه pv:

۱.تعیین جریان طرح برای هر ماه از سال با تقسیم آمپر ساعت بار تصحیح شده بر متوسط ساعات اوج خورشید برای هرماه.

۲.تعیین بدترین(بزرگترین جریان طرح)برای هرزاویه.

۳. برای نصب آرایه به صورت ثابت ،زاویه ای را که به کمترین جریان طراحی منجر می گردد ،انتخاب کنید.

[29] توان

۴. چنانچه بنا بود از ردیاب استفاده کنیم جریان طرح را برای ردیاب یک محوره و دو محوره تعیین می کنیم.

۵. تعیین کنید جریان آرایه را با تقسیم جریان طرح بر ضریب تنزل ماژول

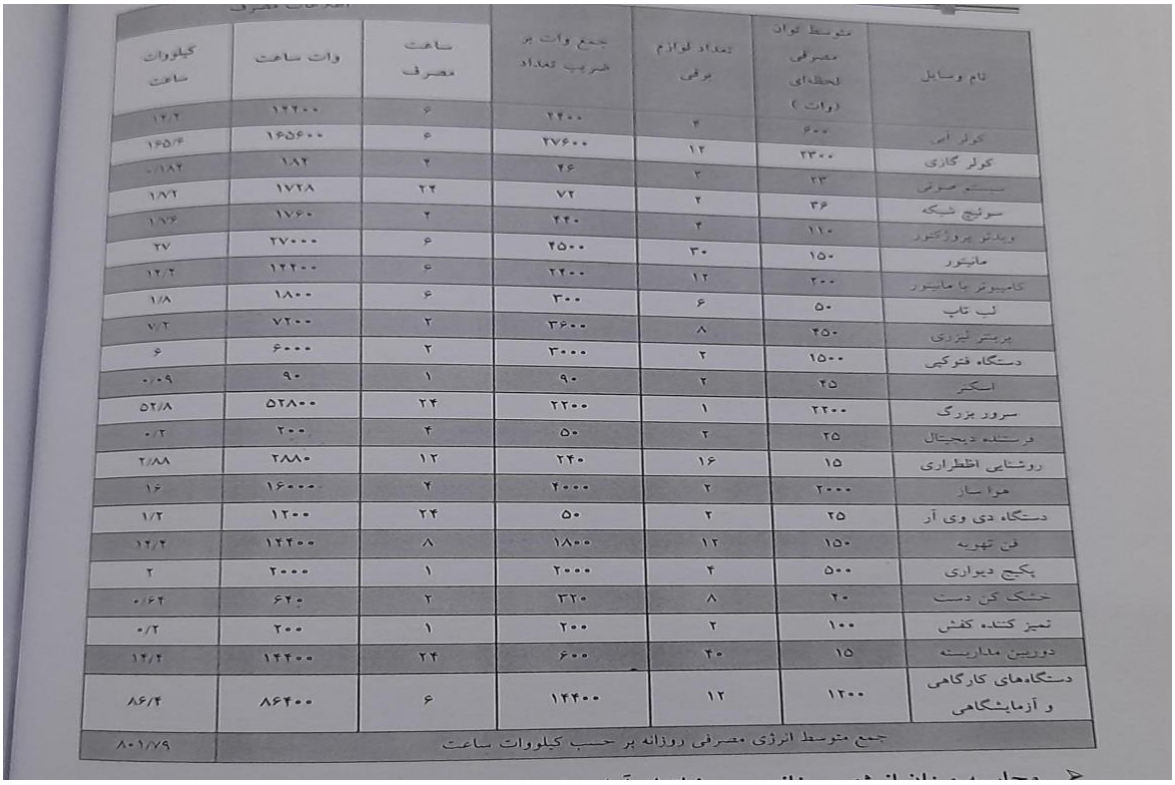
۶. انتخاب ماژول که در دما و درخشندگی مورد نظر توان خروجی کافی را داشته و بتواند توان مورد نیاز سیستم را تامین کند .

۷. تعیین تعداد ماژول هابا تقسیم جریان تصحیح شده آرایه بر جریان نامی ماژول و رُند کردن آن عدد به سمت پایین یا بالا بسته به نظر مهندس دارد.

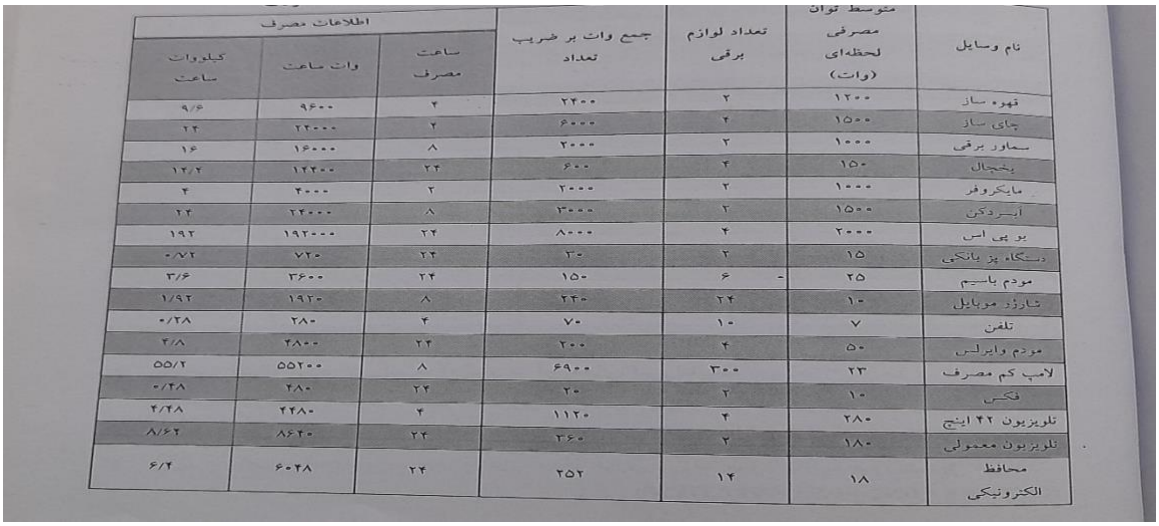
۸. تعیین تعداد ماژول هایی که باید به طور سری به هم وصل شوند با تقسیم ولتاژ سیستم به ولتاژ ماژول همان ولتاژی که در آن توان مورد نیاز سیستم را تامین می نماید در این مورد همیشه ضروری است که به سمت بالا رُند کنیم.

۹. تعیین تعداد ماژول های کل ضرب تعداد ماژول های موازی در تعداد ماژول های سری بدست می آید

جدول وات مصرفی هر وسیله موجود در منزل:



نام وسایل	متوسط توان مصرفی لحظه‌ای (وات)	تعداد لوازم برقی	جمع وات بر ضریب تعداد	اطلاعات مصرف: ساعت مصرف	اطلاعات مصرف: وات ساعت	اطلاعات مصرف: کیلووات ساعت
کولر اس	۶۰۰	۴	۲۴۰۰	۶	۱۴۴۰۰	۱۴/۴
کولر گازی	۲۳۰۰	۱۲	۲۷۶۰۰	۶	۱۶۵۶۰۰	۱۶۵/۶
سیستم صوتی	۲۳	۲	۴۶	۴	۱۸۴	۰/۱۸۴
سوئیچ شبکه	۳۶	۲	۷۲	۲۴	۱۷۲۸	۱/۷۲
ویدئو پروژکتور	۱۱۰	۲	۲۲۰	۲	۱۷۶۰	۱/۷۶
مانیتور	۱۵۰	۳۰	۴۵۰۰	۶	۲۷۰۰۰	۲۷
کامپیوتر با مانیتور	۲۰۰	۱۲	۲۴۰۰	۶	۱۴۴۰۰	۱۴/۴
لپ تاپ	۵۰	۶	۳۰۰	۶	۱۸۰۰	۱/۸
پرینتر لیزری	۴۵۰	۸	۳۶۰۰	۲	۷۲۰۰	۷/۲
دستگاه فتوکپی	۱۵۰۰	۲	۳۰۰۰	۲	۶۰۰۰	۶
اسکنر	۴۵	۲	۹۰	۱	۹۰	۰/۰۹
سرور بزرگ	۲۲۰۰	۱	۲۲۰۰	۲۴	۵۲۸۰۰	۵۲/۸
فرستنده دیجیتال	۲۵	۲	۵۰	۴	۲۰۰	۰/۲
روشنایی اظطراری	۱۵	۱۶	۲۴۰	۱۲	۲۸۸۰	۲/۸۸
هوا ساز	۲۰۰۰	۲	۴۰۰۰	۴	۱۶۰۰۰	۱۶
دستگاه دی وی آر	۴۵	۲	۵۰	۲۴	۱۲۰۰	۱/۲
فن تهویه	۱۵۰	۱۲	۱۸۰۰	۸	۱۴۴۰۰	۱۴/۴
پکیج دیواری	۵۰۰	۴	۲۰۰۰	۱	۲۰۰۰	۲
خشک کن دست	۴۰	۸	۳۲۰	۲	۶۴۰	۰/۶۴
ثمیز کننده کفش	۱۰۰	۲	۲۰۰	۱	۲۰۰	۰/۲
دوربین مداربسته	۱۵	۴۰	۶۰۰	۲۴	۱۴۴۰۰	۱۴/۴
دستگاه‌های کارگاهی و آزمایشگاهی	۱۲۰۰	۱۲	۱۴۴۰۰	۶	۸۶۴۰۰	۸۶/۴
جمع متوسط انرژی مصرفی روزانه بر حسب کیلووات ساعت						۸۰۱/۷۹



نام وسایل	متوسط توان مصرفی لحظه‌ای (وات)	تعداد لوازم برقی	جمع وات بر ضریب تعداد	اطلاعات مصرف: ساعت مصرف	اطلاعات مصرف: وات ساعت	اطلاعات مصرف: کیلووات ساعت
قهوه ساز	۱۲۰۰	۲	۲۴۰۰	۴	۹۶۰۰	۹/۶
چای ساز	۱۵۰۰	۲	۶۰۰۰	۲	۲۲۰۰۰	۲۲
سماور برقی	۱۰۰۰	۳	۳۰۰۰	۸	۱۶۰۰۰	۱۶
یخچال	۱۵۰	۴	۶۰۰	۲۴	۱۲۲۰۰	۱۲/۲
مایکروفر	۱۰۰۰	۳	۳۰۰۰	۳	۳۰۰۰	۳
آبسردکن	۱۵۰۰	۲	۳۰۰۰	۸	۲۴۰۰۰	۲۲
یو پی اس	۲۰۰۰	۴	۸۰۰۰	۲۴	۱۹۲۰۰۰	۱۹۲
دستگاه پز پانکی	۱۵	۲	۳۰	۲۴	۷۲۰	۰/۷۲
مودم یاسیم	۲۵	۶ -	۱۵۰	۲۴	۳۶۰۰	۳/۶
شارژر موبایل	۱۰	۲۴	۲۴۰	۸	۱۹۲۰	۱/۹۲
تلفن	۷	۱۰	۷۰	۴	۲۸۰	۰/۲۸
مودم وایرلس	۵۰	۴	۲۰۰	۲۴	۲۸۰۰	۲/۸
لامپ کم مصرف	۲۳	۳۰۰	۶۹۰۰	۸	۵۵۲۰۰	۵۵/۲
فکس	۱۰	۲	۲۰	۲۴	۲۴۸۰	۰/۲۴
تلویزیون ۴۲ اینچ	۲۸۰	۴	۱۱۲۰	۴	۲۴۸۰	۲/۲۴
تلویزیون معمولی	۱۸۰	۲	۳۶۰	۲۴	۸۶۴۰	۸/۶۴
محافظ الکترونیکی	۱۸	۱۴	۲۵۲	۲۴	۶۰۴۸	۶/۴

زوایای مناسب پنل ،در شهرهای مختلف ایران در ۱۲ ماه سال:

جدول ۳-۱ : میانگین تغییرات زاویه بهینه در طول یکسال در شهرهای مختلف ایران

شهر	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
اراک	۱۸،۸	۵،۲	-٤	-۳،۳	۷،۹	۲۳،۸	۲۹،٤	٤۸،۵	۵۲،۹	۵۳،۹	٤۷،۲	۳۱	۲۷،۱
اردبیل	۱۸،۲	۷،۲	-۱،۳	-۰،۵	۱۰،۷	۲۵،٤	٤۰،٤	۵۱،۹	۵۵،۷	۵۲،۹	٤۳،۱	۳۰،۲	۲۷،۸
ارومیه	۲۰	۷،۶	-۲	-۱،۲	۱۱،۷	۲۶	۳۹،۵	٤۹،۵	۵۳،۹	۵۰،۸	٤۳،٤	۲۲،۲	۲۷،۶
اصفهان	۱۹،٤	٤،۶	-۵،٤	-٤،۶	۷،۲	۲٤	٤۰،٤	۵۲	۵۷	۵۵،۷	٤۹،۵	۲٤،۶	۳۲،۹
اهواز	۲۵،۷	۷،۶	-۶،۲	-۵،۳	۵،۳	۲۱،۶	۳۷،۸	٤۵	۵۰،۱	٤۵،۵	٤۲،۳	۲۹،۵	۳۳،۷
ایلام	۱۸،٤	٤،۸	-٤،۷	-٤	۸،۳	۲۵،۱	٤۰،۹	٤۹،۵	۵۲،۶	۵۱	٤۱،۸	۳۰	۲۶،۱
بجنورد	۲۱،٤	۷،۸	-۷،۹	-۱،۲	۱۰،۳	۲۵	٤۱،٤	۵۲،۱	۵۹،۲	۵۹،۲	۵۱،۱	۳۷	۳۰،۲
بندرعباس	۱۲،۹	-۰،۱	-۸	-۶،۷	۱،۵	۱۵،۸	۳۱،۹	٤۳،۹	٤۸،٤	۱۷،۱	۳۹،۹	۷۵،٤	۲۱
بوشهر	۱۷،٤	۰	-۸،۳	-۷،۷	۷،۱	۱۶،۸	۳۰،۹	٤۰،۵	٤۳،۳	٤۱،۶	۳۵	۷۶،۳	۱۹،۲
بیرجند	۱۹،۳	٤،۸	-۵،۲	-٤،۶	۷،۸	۲۵،۱	٤۱،۵	۵۳	۵۸،۷	۵۷	٤۹،۲	۳۵،۱	۲۸،۵
تبریز	۱۹،۲	۸،۷	-۱،٤	-۰،۲	۱۳،۹	۳۰	٤۵،٤	۵٤،٤	۵۳	٤۲،۶	٤٤،۸	۳۰،۶	۲۸،٤
تهران	۱۹،۵	۶،۶	-۳،۳	-۲،٤	۹،۸	۲۶،۱	٤۰،۹	۵۰،۷	۵۳	۵۳،۲	٤۶،۷	۳۳،۲	۲۷،۸
خرم آباد	۲۱،۳	۶،۳	-٤،۳	-۲،۳	۹،۶	۲۶،۶	٤۳،۲	۵۲،۳	۵۸،۲	۵۷،۶	۵۰،۸	۲۶،۲	۲۹،۶
رشت	۷،۹	۱،۸	-۲،۶	-۲،۳	۳	۹	۱۹	۲۲،۹	۲۹،٤	۲۸،۸	۲۰،۲	۱۲،۹	۱۲،۶
زاهدان	۱۶،۸	۱،۶	-۷،۵	-۶،۸	۳،۸	۲۰،۱	۲۶،٤	٤۹،۲	۵٤،۹	۵۳،۶	٤۵،۸	۲۲،٤	۲۵
زنجان	۱۸،۳	۶،۷	-۲،٤	-۱،۶	۱۰،۱	۲۵،۹	۳۹	٤۸،۸	۵۳،۱	۵٤،۳	٤۳،۹	۳۱	۲۷،۳
سمنان	۲۰،٤	۶،۵	-۳،۲	-۲،۵	۱۰،۲	۲۶،۳	٤۰،۹	۵۰،۱	۵۲،۹	۵۳،۹	٤۷،۳	۲٤،۱	۲۸،۱
مشهد	۲۰،۷	۶،۶	-۷،۷	-۲،۸	۱۰،۱	۲۵،۷	۳۸،۹	۵۵،۳	۵۵،۱	۵٤،٤	٤۷،۸	۳۵،۱	۲۸،۶
شهرکرد	۱۶،٤	۳،۶	-۵،٤	-٤،۸	۶،۳	۲۱،۵	۳۵،٤	٤٤،۳	٤۸،۲	٤۵،۲	۳۹،۵	۲۸،۸	۳۳،۲
شیراز	۱۶،٤	۲	-۷،۷	-۶،۶	٤،۲	۲۱،۳	۳۷،۹	٤۹	۵۵،۱	۵۲،۸	٤۵،۵	۲۱،۷	۲۵،۱
قزوین	۲۰،٤	۶،۸	-۲،۸	-۲	۱۰	۲۵،۷	٤۱،٤	۵۱،۹	۵۶،۱	۵۶،۷	٤۸،۷	۳۶	۲۹،۱
قم	۱۹	۵،۷	-۳،۹	-۳،۲	۸،۸	۲۵،۳	٤۰،٤	٤۹،۷	۵۲،٤	۵۲،۷	٤۵،٤	۲۲،۲	۲۷،۱
کرج	۱۹،۹	۶،۳	-۲،۱	-۲،٤	۹،٤	۲۵،۱	٤۰،۸	۵۱،۳	۵۶،۱	۵۶،۱	٤۸،۷	۲٤،۷	۲۸،۶
کرمان	۱۷،٤	۲،۵	-۷	-۶،۶	۵،۳	۲۲،۵	۳۹	۵۰،۶	۵۵،۲	۵۶،۱	٤۵،۵	۲۱،۲	۲۵،۶
کرمانشاه	۱۸،۵	۵،٤	-٤،۲	-۳،۶	۸،۷	۲۵،۱	٤۰،۱	٤۷،۹	۵٤،۹	۵۲،۵	٤۵،۲	۳۰،۶	۲۶،۸
گرگان	۱۰،۶	۳،۵	-۱،۳	-۰،۹	٤،۹	۱۵،۵	۲۹	٤۳،۹	۵۲،۷	۵۰،۱	٤۰،۵	۱۶،۹	۱۸،۹
مشهد	۲۱،۳	۷،۶	-۳،۲	-۲،۲	۱۱،۳	۲۸،۲	۴۳،۹	۵۲،۷	۵۸،۱	۵۲،۷	٤۵،۲	۳۵،۲	۲۹،۷
همدان	۱۷،۶	۶،۱	-۲،۵	-۱،۶	۹،۷	۲٤،۹	۳۸،۸	٤۶،۷	۵۹،۲	۵٤،۸	٤۵،۷	۳۰،۷	۲۶،۷
یاسوج	۱۸	۳	-۶،٤	-۵،٤	٤،۳	۱۷،٤	۳۲،۸	٤۵،۹	۵۲،۷	۵۲،۶	٤۵،۳	۳۳،۷	۲٤،۵
یزد	۱۸،۹	٤،٤	-۶،٤	-۵،۶	۷،۳	۲۵،۵	٤۲،۸	۵۲،۲	۵۸،۲	۵۵،۶	٤۸،۸	۳۳،۹	۲۸

فصل هشتم:

- نقشه کشی های سیستم فتوولتائیک
- دسته بندی نرم افزارهای موجود برای طراحی
- نرم افزار های محاسباتی
- نرم افزار های تحلیلی مرحله به مرحله
- نرم افزارpvs
- نرم افزارpvsyst
- نرم افزار شبیه سازی
- نرم افزار اطلاعاتی و جانبی

نقشه کشی سیستم فتوولتائیک:

برای نقشه کشی یک سیم کشی تک خطی تهیه شود و باید اطلاعات زیر را شامل گردد؛

1. مشخصات کلی آرایه ها: الف)نوع، تعداد آرایه ها و رشته ها

   ب)تعداد آرایه ها در هر رشته
2. اطلاعات رشته فتوولتائیک: الف)مشخصات کابل رشته و اندازه و نوع آن

   ب)مشخصات وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته(نوع و مقدار اسمی ولتاژ و جریان)

   ج)نوع دیود سد کننده
3. جزئیات الکتریکی آرایه ها: الف)مشخصات کابل اصلی ارایه(اندازه و نوع)

   ب) محل های جعبه اتصال آرایه

   ج)وسایل حفاظتی اضافه جریان آرایه ،نوع و محل و مقدار نانی ولتاژ و جریان آن ها
4. زمین کردن و حفاظت اضافه ولتاژ:

   الف)جزئیات کل رسانه های زمین،اندازه و اتصال آن ها

   ب)جزئیات هریک از اتصالات به سامانه حفاظت صاعقه

   ج)جزئیات هر وسیله نصب شده برای حفاظت ضربه ولتاژ که شامل محل،نوع و مقدار نامی است.
5. محل و نوع و مقدار قطع کنندهAC:الف)محل،نوع و مقدار نانی وسیله حفاظتی اضافه جریانAC

   ب)محل،نوع و مقدارنامی وسیله جریان نشتی

دسته بندی نرم افزار های موجود برای طراحی یک سیستم:

برای آن که بتوان سیستم خورشیدی،نصب نمود باید شرایطی را در نظر گرفت و از طرفی ،با پیشرفت تکنولوژی ،نرم افزارهایی برای طراحی سیستم های فتوولتائیک ،برای تلفن های همراه هوشمند،کامپیوتر و لب تاب طراحی گردیده است که به ۶ دسته کلی ،که در ذیل به آنها اشاره خواهیم کرد ،تقسیم شده اند؛

۱.نرم افزار های محاسباتی ۲.نرم افزار های تحلیلی مرحله به مرحله ۳.نرمافزارهای شبیه سازی ۴.نرم افزار های اطلاعاتی و جانبی ۵.نرم افزار های تفسیری ۶. نرم افزار های شبیه سازی اینترنتی

۱.نرم افزار محاسباتی:

این گونه نرم افزار ها،تقریبی را برای سیستم مورد نظر ارائه می‌کنند و براساس روش های آماری ،در محاسبات ،بنا شده اند،سرعت محاسبه این نرم افزار ها بالا بوده ودر بسیاری از موارد قابلیت تغییر وجود ندارد.از این دست نرم افزار ها می توان به؛

RETSCREEN,PVF_CHART,NSOLاشاره کرد.در این جا به PVF_CHARTبصورت مختصر اشاره ای خواهیم نمود.

این نرم افزار عملکرد سیستم را بصورت ماهانه تخمین می زند و مشخصات بیش از ۳۰۰ناحیه در کتابخانه آن گنجانده شده است و قابلیت محاسبات اقتصادی و بازگشت سرمایه را دارد.

۲.نرم افزارهای تحلیلی مرحله به مرحله:

این نرم افزارها،بصورت گسترده مورد استفاده واقع می گردند.رفتار سیستم ،برمبنای داده های جغرافیایی ،که معمولاًنتیجه جمع آوری داده های ساعتی است می باشد.این نرم افزار ها ،زمان بیشتری برای انجام محاسبات خود نیاز داشته و نسبت به نرم افزار های محاسباتی قابل انعطاف تر هستند.این نرم افزارها عبارتند از؛

DASTPVPS,Greenbush,Homer,Pv cod,Pvs,someone,3d solar welt,Pv design pro,Pvsol,Pv express,Pvsyst,RAPSLM,Solar pro,sol DIM

با نرم افزارهای PVSو PVSYSTآشنا می شویم؛

نرم افزارpvs:

یکی از نرم افزار های تحلیلی در بازار نرم‌افزار های خورشیدی ،این نرم افزار می باشد که توسط موسسه فرانهو برای سیستم انرژی خورشیدی تولید گردیده است.

این نرم افزار ،یک نرم افزار حرفه ایست که برای سیستم های مستقل و متصل به شبکه ،کار شبیه سازی را انجام می دهد.این نرم افزار،دارای کتابخانه می باشد که اگر ماژول یا اینورتر مورد نظر ،در کتابخانه وجود نداشته باشد می توان با وارد کردن مشخصات آن کالا را به کتابخانه اضافه کرد یا با اتصال به اینترنت اضافه کرد.این نرم افزار به گونه ای طراحی شده که اگر در طراحی یا انتخاب ماژول یا اینورتر ،به اشتباه بیفتیم پیغام خطا ،ظاهر خواهد نمود.

نرم‌افزار PVSYST:

این نرم افزار ،محصول دانشگاه جنو آ کشور سوئیس بوده و از قوی ترین ،نرم افزارهای تحلیلی میباشد. این نرم افزار به گونه ای،طراحی شده که‌کاربر ،به راحتی با آن ارتباط می‌گیرد و شامل ابزار محاسباتی سایه به صورت ۳بُعدی و یکی از کاملترین پیش داده های جغرافیایی را دارد.از مزایای دیگر این نرم افزار،این است که ،می توان بصورت آنلاین ایرادات ومشکلات،را راجع به آن پرسید و پاسخ گرفت.

در قسمت کتابخانه این نرم افزار بیش از ۵۰۰نوع ماژول و ۲۰۰ نو اینورتر وجود دارد و مقداری نزدیک به ۲۵۰ مجموعه داده ای آب و هوایی سایت های اروپایی و سایر نقاط در آن وجود داشته و درصورتیکه نقطه آب و هوایی مدنظر نباشد می توان آن را به نرم افزار اضافه نمود.

۳.نرم افزار های شبیه سازی:

نرم افزار های شبیه سازی ،برای پوشش محدودیت هایی که در نرم افزارهای تحلیلی وجود دارد ،کاربرد دارند .امکان دارد در جایی مجبور به ،فرمول نویسی ،برای هر جزء از کل سیستم شویم از نرم افزارهای شبیه سازی استفاده می کنیم،همچنین اگر در جایی که کارتحقیقاتی ،برروی سیستم انجام می‌شود نیز استفاده میگردد.از این نرم افزارها می توان به INSEL,TRNSYSوSMILEاشاره نمود.

۴.نرم‌افزارهای اطلاعاتی و جانبی:

این نرم افزارها ،شامل برنامه های محاسبات شدت تابش و تحلیل سایه و اطلاعات آب و هوایی است.نرم افزارهایی همچون SUNDI,Shelby solar path,METEONORNاشاره نمود.

نرم افزارهای بعدی که شامل تفسیری و شبیه سازی اینترنتی بودند درمنابع فقط اسم آنها آورده شده بود.

فصل نهم:

- مرحله اول پیدا کردن پیمانکاردر حوزه پنل خورشیدی
- مرحله دوم ارزیابی محل نصب
- مرحله سوم طراحی و مراحل اداری
- مرحله چهارم نصب فیزیکی
- مرحله پنجم بازدید بازرس و اتصال به شبکه

مرحله اول:تعیین پیمانکار حوزه سیستم فتوولتائیک

برای پیداکردن پیمانکاری حرفه ای در این حوزه می توان از دوستان و یا اطرافیان،که از پنل خورشیدی استفاده می کنند کمک گرفت ،یا اینکه از مشاورین متخصص این حوزه،راهنمایی خواست

.بعداز تحقیق و پیدا کردن پیمانکار،از شما یک سری سوالات کلی در مورد خانه شما،ازجمله شبکه برق خانه شما، مقدار قبض برق ماهیانه ،استحکام و طول عمر سقف خانه ،نوع سقف(صاف،شیربامی) و جنس سقف [30]از سما خواهد پرسید و برای تخمین زدن نهایی چند آپشن مالی را با توجه به هزینه ای که قرار است ،عرضه می نماید.

مرحله دوم: ارزیابی محل نصب

برای طراحی ،پیمانکار،خانه شما را ارزیابی نموده تا بهترین پنل،اینورتر ودیگر تجهیزات مناسب با محل و پارامترهای پروژه شما انتخاب می کند.معمولاً تجهیزات را از تولید کننده های مختلف و با گارانتی ها و شرایط مختلف در اختیار شما قرار می گیرد.

در بحث ارزیابی ، یک کارشناس،از سوی پیمانکار ،برای بازدید محل و بررسی سقف و اتاق زیر شیربامی سیستم الکتریکی خانه شما مس فرستد.

مرحله سوم: مرحله طراحی و اداری:

به محض آنکه اطلاعات و اندازه گیری های مد نظر در مرحله دوم انجام گردید پیمانکار یک طرح مهندسی و توجیهی برای پروژه ایجاد میکند.اگر برای مصرف شخصی (منفصل از شبکه)باشد که طرح ساده ای خواهد داشت ولی اگر قصد سرمایه گذاری داشته باشید این طرح توسط پیمانکار طراحی و توسط مالک به شرکت های توزیع شهر و استان شما ارسال می‌گردد.طراحی و مراحل

[30] چوبی یا سیمانی یا آجری یا.....

اداری ،به طور معمول حدود ۱تا۳ ماه به طول می انجامد.پیمانکار موظف است که شما را در جریان کار قرار داده و پس از اتمام مراحل ،برنامه زمانی برای نصب در اختیارتان قرار دهد.

مرحله چهارم: نصب فیزیکی

این‌مرحله،آسان‌ترین بخش می باشد.ممکن است نیاز به حضور شما باشد تا دسترسی به سقف و سیستم برقی خانه را در اختیار پیمانکار قرار دهید.چنانچه علاقه مند به مشاهده فرآیند نصب باشید ،به شما و خانواده اتان اجازه حضور را می دهند تا تمام مراحل نصب را مشاهده کنید. فرآیند نصب بین ۱تا ۳ روز انجام می پذیرد و بعد از نصب ،پیمانکار وظیفه آموزش به شما را دارد.

مرحله پنجم:بازدید بازرس و اتصال به شبکه[31]

بازدید نهایی ،توسط شرکت توزیع در استان و شهرستان کمی متفاوت است. بازرس شرکت توزیع یا برق منطقه ای ،از محل نصب بازدید کرده تا از مراحل نصبِ به طور استاندارد اطمینان حاصل نماید .فرآیند بازرسی امکان دارد از چند روز تا چند هفته به طول بینجامد.پس از بازدید و تایید اتصال به شبکه ،مامورین اداره برق منطقه در محل،حاضر شده و کنتور جداگانه ای جهت اتصال به شبکه و محاسبه میزان برق ورودی نصب کرده و در آمد آن به حساب مالک واریز می‌گردد.

[31] در صورتیکه نوع اتصال به شبکه‌انتخاب گردد.

جدول توضیحات کلی در خصوص تعمیر و نگهداری :

تجهیزات	توضیحات	چاره اندیشی – اقدام
ماژول‌های فتوولتاییک	چک کردن گرد و غبار و نخاله‌های موجود بر روی صفحه ماژول فتوولتاییک	باید به صورت تمیز پاک گردد. برای تمیز کردن فقط از آب استفاده شده و استفاده از سایر حلال مجاز نمی‌باشد.
	چک کردن سلامت فیزیکی و ظاهری کلیه ماژول‌های موجود در سیستم	جایگزین نمودن ماژول آسیب دیده با ماژول سالم با همان مشخصات فنی
	چک کردن کابل‌های شل شده در ترمینال‌های موجود مربوط به ماژول‌های فتوولتاییک، آرایه‌های فتوولتاییک وسایر موارد مشابه	محکم نمودن اتصالات مربوطه
	چک کردن اتصالات کابل ها	جایگزین نمودن کابل ها، در صورت نیاز
اینورتر فتوولتاییک	چک نمودن قابلیت‌های اینورتر اعم از قابلیت قطع اتوماتیک (در صورت نبودن منبع توان شبکه)	جایگزین نمودن اینورتر در صورت وجود چنین خطایی
	چک کردن شرایط تهویه هوا	تمیز نمودن گرد و خاک و غبار موجود در سیستم تهویه هوا
	چک کردن کابل‌های شل شده در ترمینال‌های موجود در اینورتر	محکم نمودن اتصالات مربوطه
	چک کردن دمای عملکرد (درصورت غیر نرمال بودن)	جایگزین نمودن

تجهیزات	توضیحات	جایگزین نمودن کابل ها، درصورت نیاز
کابل	چک کردن شرایط کابل ها، اعم از ساییدگی و پارگی	
	چک کردن ترمینال کابل‌ها جهت مشاهده علایم سوختگی، نقطه جوش یا ذوب شدگی و یا شل شدن اتصالات	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
جعبه تقسیم یا جعبه اتصالات	چک کردن ترمینال کابل‌ها اعم از ساییدگی و پارگی یا شل شدگی	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
	چک کردن (برچسب) تذکرات هشدار دهنده	جایگزین نمودن برچسب تذکرات هشدار دهنده در صورت لزوم
	چک کردن ظاهر فیزیکی	جایگزین نمودن
تجهیزات عایقی	چک کردن قابلیت عملکرد عایق ها	جایگزین نمودن
سیستم زمین یا ارتینگ مربوط به نیروگاه فتوولتاییک	چک کردن شرایط کابل‌ها مربوط به سیستم	جایگزین نمودن در صورت لزوم
	چک نمودن ظاهری و فیزیکی اتصالات مربوط به سیستم زمین	محکم نمودن اتصالات مربوطه
	چک کردن پیوستگی کابل سیستم زمین	عیب یابی و جایگزین نمودن
اتصال فلزی استراکچر سیستم فتوولتاییک مربوط به ارت رعد و برق	چک کردن شرایط اتصال کابل	جایگزین نمودن درصورت لزوم
	چک کردن و رویت ظاهری و فیزیکی اتصال کابل	محکم نمودن اتصالات مربوطه
	چک کردن پیوستگی اتصال ارت رعد و برق	عیب یابی و جایگزین نمودن

منابع و ماخذ:

۱.کتاب نصب پنل های خورشیدی به زبان ساده ،مؤلف:جوزف بوردیک و فیلیپ اشمیت، ترجمه :فرهاد توحیدی

۲.آشنایی با مبانی و اصول طراحی سیستم های برق خورشیدی(فتوولتائیک) نویسنده :مهندس محمد محمدی قهرودی

۳.سیستم های انرژی خورشیدی ((فناوری تبدیل و ذخیره سازی انرژی))،نویسنده :محمدرضا مفیدی

۴.آنچه باید در مورد پنل های خورشیدی بدانید نویسندگان:لاچوپاپ،دیمی آبرام ترجمه:حمید رضا مدرسی اپلیکیشن کتاب راه

۵.سیاره ی سبز انرژی خورشیدی، نویسنده: ریکا پتیفورد،مترجم:ماندانا قهرمانلو

۶.شناخت ،طراحی و محاسبه سیستم های فتوولتائیک مولفین: مهرداد نظری ،حامد نصرالله پور،محمداسماعیل حسن زاده

۷.طراحی ،تجزیه و مدل سازی سیستم های فتوولتائیک نویسندگان: مهندس حامد کریمی _دکترعلی رضا سیادتان