

## طراحی نیروگاه فتوولتائیک در شهر اهواز و بررسی سه حالت شبیه سازی با نرم افزار PVsyst

مهدی بروایه<sup>۱\*</sup>، مجید طرفی<sup>۲</sup>، جعفر عبودزاده<sup>۳</sup>

۱- مدرس رسمی تاسیسات ساختمان، آموزش و پرورش خوزستان، Mahdi.borvayeh@gmail.com

۲- مهندس معماری، sirmagid@gmail.com

۳- مربی سازمان فنی و حرفه ای، jafarabodzade87@gmail.com

### چکیده

در این مقاله به بررسی مطالب فتوولتائیک و طراحی یک نیروگاه فتوولتائیک به سه حالت تابستانه، زمستانه و سالانه ی چهار کیلوواتی متصل به شبکه با کم ترین تلفات ممکن و بالاترین توان خروجی جهت مصرف و تزریق به شبکه، همچنین مناسبترین ضریب بازده، جهت تامین انرژی برق یک کارگاه در شهر اهواز می‌پردازیم که با توجه به موقعیت و شرایط منطقه‌ای و آب و هوایی مکان، تاثیرات شدت تابش و گرمای خورشید، نوع اینورتر و زاویه پنل ها و سایه بر راندمان سلول خورشیدی با استفاده از نرم افزار PVsyst مورد بحث و نتیجه گیری قرار میگیرد.

**کلمات کلیدی:** فتوولتائیک، سلول خورشیدی، PVsyst، اهواز، تجدیدپذیر

### ۱. مقدمه

اهمیت انرژی تامین و تضمین وجود آن امروزه بر کسی پوشیده نیست. تامین انرژی برای هر منطقه تامین و تضمین وجود انرژی مهمترین چالش گذشته امروز و آینده جهان می‌باشد. سوخت‌های فسیلی در گونه‌های سنگین مالی استخراج تبدیل انتقال و استفاده از آنها و تاثیرات مخرب آنها در دسترس نبودن و تجدید ناپذیر بودن آنها بدترین مشخصه آنها تخریب محیط زیست آنها را به سوخت‌هایی غیر مطمئن تبدیل کرده. انرژی های تجدید پذیر از جمله انرژی خورشیدی یکی از بهترین و ارزانهترین انرژی ها جهت تامین این نیاز بزرگ انسان میباشد. نیروگاه فتوولتائیک می‌تواند برق را با پایین‌ترین میزان آلاینده‌گی و هزینه در دسترس آیندگان قرار دهد کمترین ضرر محیط زیستی عاری از تولید هرگونه آلاینده‌گی تجدید پذیر پاک و در دسترس‌ترین انرژی می‌باشد به جذابیت آنها را چندین برابر می‌کند. این نیروگاه‌ها به دو صورت می‌تواند عمل کنند به صورت جزیره‌ای، منفصل از شبکه برق و متصل به شبکه برق. خاموشی‌های اخیر و پی بردن اهمیت انرژی و علی الخصوص برق را بسیار ملموس کرد با توجه به قرار گرفتن کشور در موقعیت جغرافیایی بسیار خاص استفاده از انرژی خورشیدی بی‌پایان می‌تواند یکی از بهترین راهکارهای ارائه شده توسط مهندسان برای حال حاضر و البته آیندگان می‌باشد. این موضوع نزد محققان کثیری در جهان همیشه بحثی محوری در کنگره‌های کشوری و جهانی بوده

است. از جمله (۱) استفاده از فوتوتایپیک را در مکان‌های بدون شبکه برق بررسی کرده است. (۲) نمونه نیروگاه خورشیدی با در نظر گرفتن اثر سایه. (۳) و (۴) به افزایش راندمان نیروگاه فتوولتیک پرداختند. (۵) عملکرد نیروگاه خورشیدی (مگاواتی) با استفاده از نرم افزار شبیه سازی (pvsys) انجام گرفته است. (۶) شبیه‌سازی آرایش اینورترها انتخاب شده است. (۷) به تخمین ظرفیت تولید توان خورشیدی به روش شبکه عصبی پرداخته است. (۸) مسائل اقتصادی و قابلیت اطمینان این نیروگاه‌ها.

بررسی حاضر حالت‌های مختلف طراحی را مورد مقایسه قرار داده است.

## ۲. موقعیت مکانی

مکان مورد مطالعه یک کارگاه برق واقع در مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای غدیر شهرستان اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱.۳۴۶۴ و طول جغرافیایی ۴۸.۷۲۵۴ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۲۱ متر شکل (۱) که نرم افزار PVsyst اطلاعات آب و هوایی خود را از نرم افزار **Meteonorm 8.1** دریافت و برای تعیین میزان تابش و آزمون خورشید از وبسایت آب و هوایی [www.suncalc.org](http://www.suncalc.org) شکل (۲) استفاده شده است.



شکل (۱)

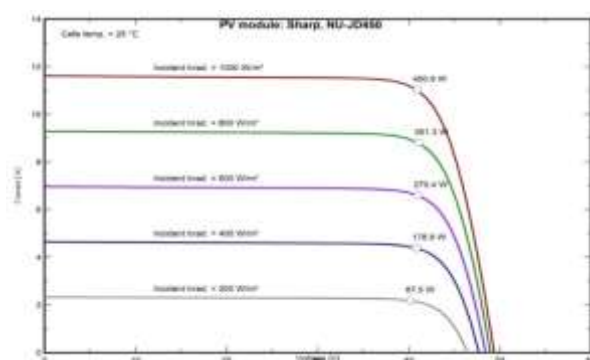
| Latitude: 31.3464°   Height: 21m |                  | Longitude: 48.7254°   Timezone: (UTC+3.5) local time (without summer time) |          | Select Date Range: 2011 - 2018 |               |          |              |               |          |              |               |          |              |               |          |              |               |          |              |               |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------|---------------|----------|--------------|---------------|----------|--------------|---------------|----------|--------------|---------------|----------|--------------|---------------|----------|--------------|---------------|
| Calculation Date                 | Calculation Type | Period (Month/Day)                                                         | Hour (H) | Altitude (°)                   | Distance (km) | Time (h) | Altitude (°) | Distance (km) | Time (h) | Altitude (°) | Distance (km) | Time (h) | Altitude (°) | Distance (km) | Time (h) | Altitude (°) | Distance (km) | Time (h) | Altitude (°) | Distance (km) |
| 31.03.2011                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 30.05.2011                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 29.01.2018                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 30.06.2016                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 15.01.2016                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 31.03.2011                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 30.01.2013                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 30.03.2013                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 31.06.2011                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |
| 31.03.2011                       | P                | 01.03.2011                                                                 | 12       | 18.13                          | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            | 12       | 18.13        | 18            |

The data presented in the table is for the first time of the day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the entire day. The data is not available for the

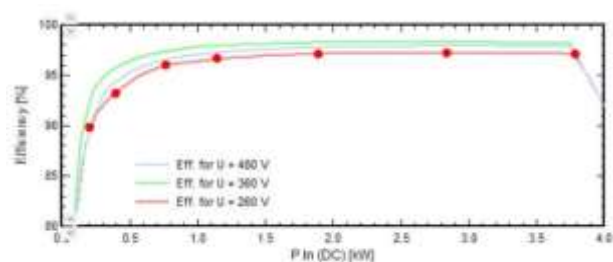
در این طراحی از پنل‌های مونو سیلیکون ۴۵۰ وات مدل Sharp NU-JD450 سال ساخت ۲۰۲۲ و اینورتر SUN2000-3.68KTL-L1 Huawei Technologies سال ساخت ۲۰۲۰ و همچنین اوپتیمایزر 450W-P2 سال ساخت ۲۰۲۳ استفاده شده است [۳]. نمودار کیفیت پنل، اینورتر و اوپتیمایزر به ترتیب در شکل‌های [۴، ۵] نشان داده شده است.



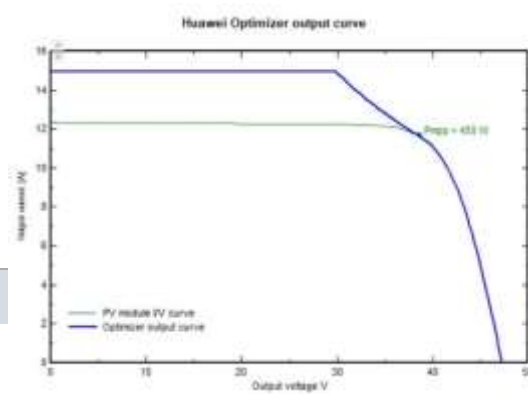
شکل (۳)



شکل (۴): نمودار کیفیت توان پنل

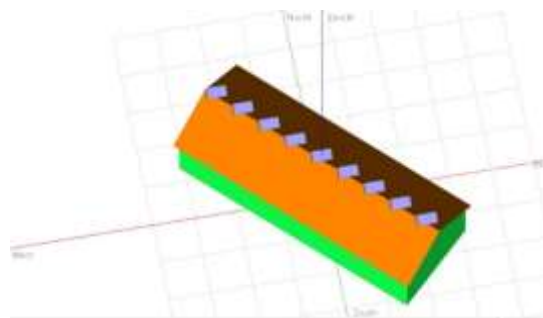


شکل (۵): نمودار کیفیت توان اینورتر



شکل (۶): نمودار کیفیت توان اوپتیمایزر

با توجه به تلفات بسیار بالای دمایی سلول خورشیدی در شهر اهواز به بررسی شبیه سازی برای سه حالت تابستانه، زمستانه و سالانه پرداخته شده است. سقف کارگاه یاد شده جهت نصب پنل ها در نرم افزار طراحی و به شکل واقعی در جهت جغرافیایی درست قرار گرفته و پنل ها رو به جنوب طراحی شدند شکل (۷).



شکل (۷)

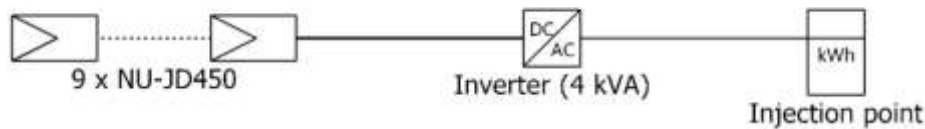
مقادیر مصرف انرژی الکتریکی کارگاه در نرم افزار وارد شده که ماهانه تقریباً ۵۳.۸ کیلو وات و سالانه ۶۴۸ کیلو وات مصرف برق نیاز خواهد بود شکل (۸).

| Daily consumption |                    |       |           |              |
|-------------------|--------------------|-------|-----------|--------------|
| Number            | Appliance          | Power | Daily use | Daily energy |
| 1                 | Light (LED or Hal) | 300   | 10.0      | 300.00       |
| 2                 | TV, PC, Printer    | 100   | 10.0      | 100.00       |
| 3                 | Refrigerator       | 150   | 10.0      | 150.00       |
| 4                 | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 5                 | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 6                 | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 7                 | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 8                 | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 9                 | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 10                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 11                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 12                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 13                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 14                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 15                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 16                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 17                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 18                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 19                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 20                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 21                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 22                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 23                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 24                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 25                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 26                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 27                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 28                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 29                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 30                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 31                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 32                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 33                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 34                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 35                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 36                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 37                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 38                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 39                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 40                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 41                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 42                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 43                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 44                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 45                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 46                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 47                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 48                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 49                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 50                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 51                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 52                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 53                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 54                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 55                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 56                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 57                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 58                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 59                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 60                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 61                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 62                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 63                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 64                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 65                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 66                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 67                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 68                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 69                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 70                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 71                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 72                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 73                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 74                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 75                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 76                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 77                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 78                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 79                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 80                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 81                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 82                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 83                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 84                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 85                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 86                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 87                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 88                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 89                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 90                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 91                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 92                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 93                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 94                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 95                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 96                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 97                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 98                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 99                | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 100               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 101               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 102               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 103               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 104               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 105               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 106               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 107               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 108               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 109               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 110               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 111               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 112               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 113               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 114               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 115               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 116               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 117               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 118               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 119               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 120               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 121               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 122               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 123               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 124               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 125               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 126               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 127               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 128               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 129               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 130               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 131               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 132               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 133               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 134               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 135               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 136               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 137               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 138               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 139               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 140               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 141               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 142               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 143               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 144               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 145               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 146               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 147               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 148               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 149               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 150               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 151               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 152               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 153               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 154               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 155               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 156               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 157               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 158               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 159               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 160               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 161               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 162               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 163               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 164               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 165               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 166               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 167               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 168               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 169               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 170               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 171               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 172               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 173               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 174               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 175               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 176               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 177               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 178               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 179               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 180               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 181               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 182               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 183               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 184               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 185               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 186               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 187               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 188               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 189               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 190               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 191               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 192               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 193               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 194               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 195               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 196               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 197               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 198               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 199               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |
| 200               | Washing Machine    | 2000  | 1.0       | 2000.00      |

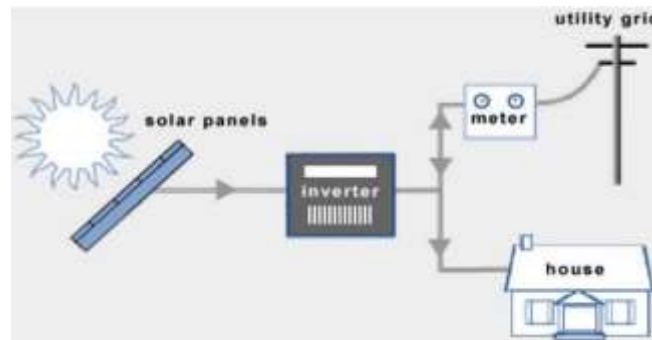
شکل (۸)

در طراحی مورد نظر نیروگاه ۴ کیلو وات ساعت مد نظر بوده است که با توجه به پنل انتخابی ۴۵۰ وات به ۹ پنل نیاز است شکل (۹). توسط مجموعه ی اینورتر و کنتور هوشمند اندازه گیری بقیه ی جریان تولیدی اضافی پس از مصرف که جهت فروش به شبکه تزریق میشود در نیروگاه متصل به شبکه انجام میگردد شکل (۱۰) که هدف در این مقاله بررسی میزان تولید انرژی الکتریکی در سه حالت اصلی تابستانه، زمستانه و سالانه میباشد.

شایان ذکر است که انتخاب پنل ها ، اینورتر و بقیه اجزای طراحی در مقدار وات تولیدی نهایی بسیار موثر خواهند بود. در این مقاله، هدف، مقایسه بین سه حالت اصلی طراحی نیروگاه در **PVsyst** بوده که خروجی انرژی در هر حالت چند وات در سال و در نهایت بیشترین خروجی چند درصد بیشتر را نسبت به کمترین نشان میدهد.

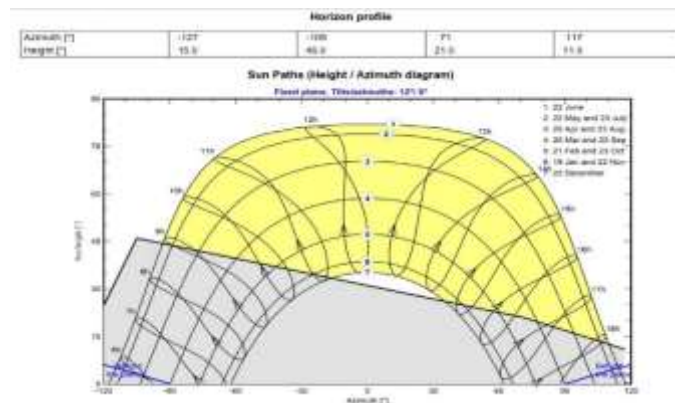


شکل (۹)



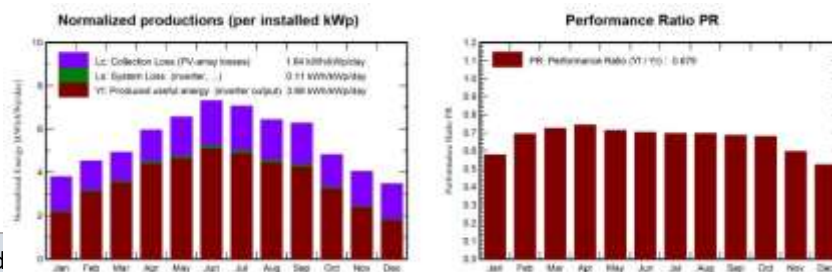
شکل (۱۰)

جهت قرارگیری پنل ها با توجه به منحنی مسیر آفتاب شکل (۶۶) تعیین میشود که این مقدار تقریباً برابر با عرض جغرافیایی مکان خواهد بود (۱۱).



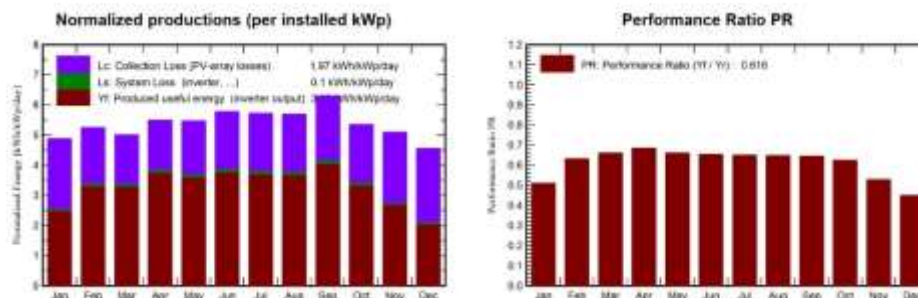
شکل (۱۱)

نمودار ماهانه تلفات دریافت انرژی و تجهیزات سیستم به نسبت انرژی تولید شده توسط اینورتر و ضریب عملکرد نیروگاه در ماه های مختلف سال برای حالت تابستانه شکل (۱۲)



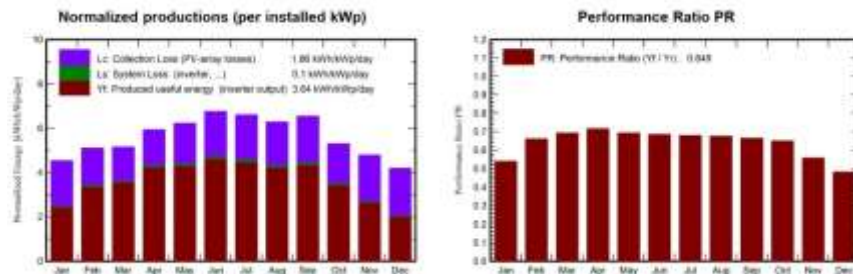
شکل (۱۲)

نمودار ماهانه تلفات دریافت انرژی و تجهیزات سیستم به نسبت انرژی تولید شده توسط اینورتر و ضریب عملکرد نیروگاه در ماه‌های مختلف سال برای حالت زمستانه شکل (۱۳)



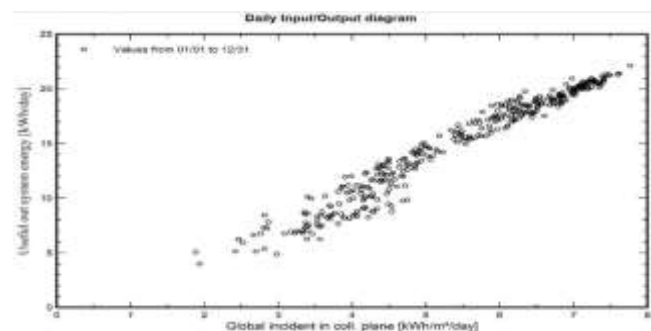
شکل (۱۳)

نمودار ماهانه تلفات دریافت انرژی و تجهیزات سیستم به نسبت انرژی تولید شده توسط اینورتر و ضریب عملکرد نیروگاه در ماه‌های مختلف سال برای حالت سالانه شکل (۱۴)

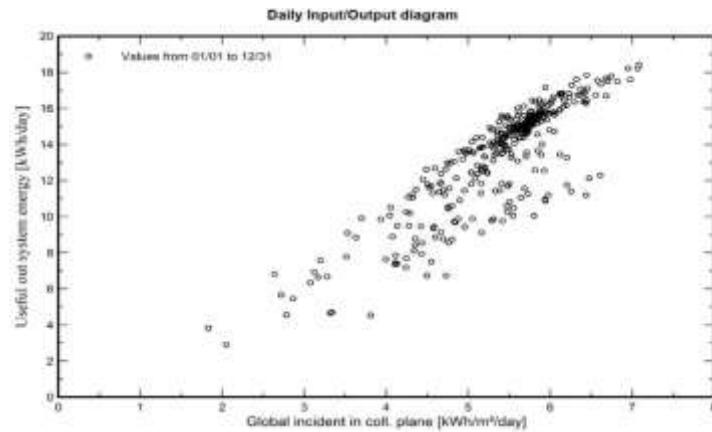


شکل (۱۴)

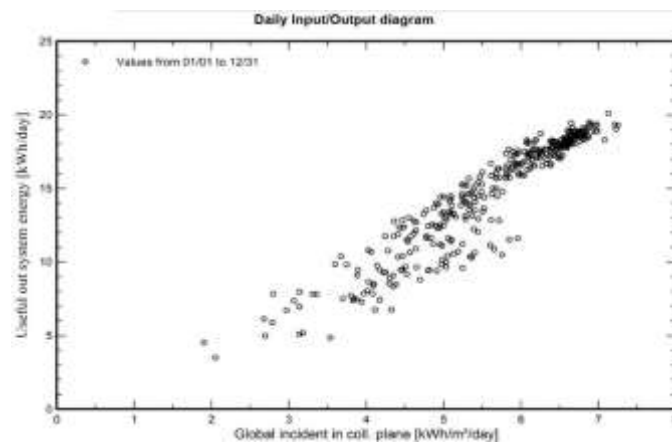
نمودار پراکندگی که نشان دهنده ی میزان کیفیت سیستم و عناصر به کار رفته در آن برای سه حالت شبیه سازی شده نرم افزار در شکل‌های (۱۵، ۱۶ و ۱۷) آمده است.



شکل (۱۵): نمودار پراکندگی تابستانه

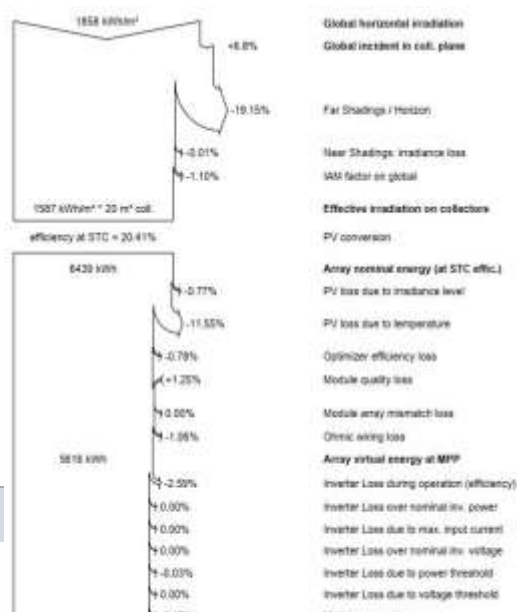


شکل (۱۶): نمودار پراکندگی زمستانه

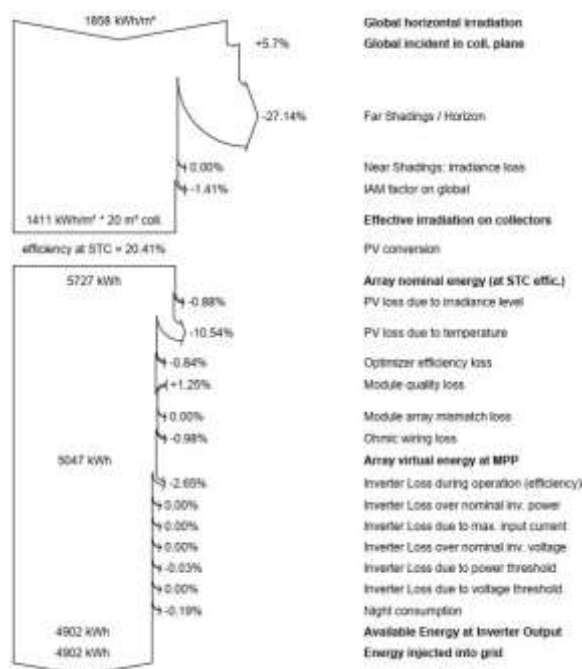


شکل (۱۷): نمودار پراکندگی سالانه

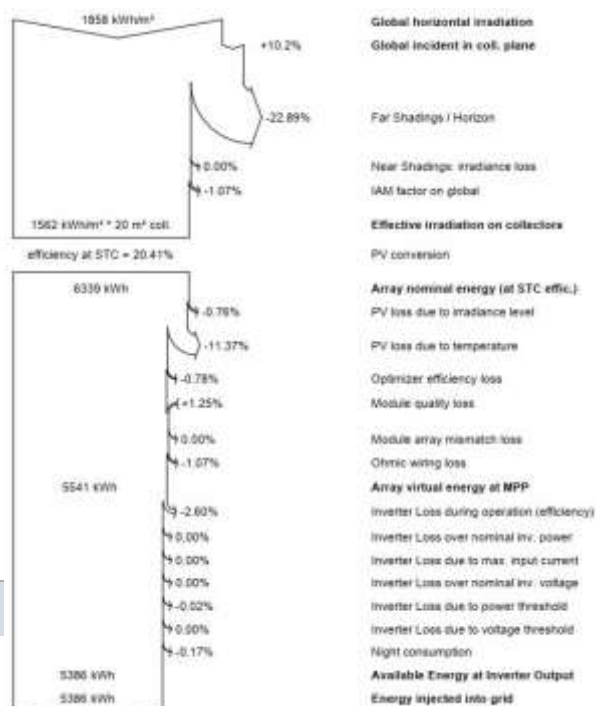
نمودار تلفات کل نیروگاه از تابش تا تزریق انرژی به شبکه در سه حالت نیز بررسی شده است، شکل های (۱۸، ۱۹ و ۲۰).



شکل (۱۸) نمودار تلفات کل نیروگاه از تابش تا تزریق انرژی به شبکه حالت تابستانه



شکل (۱۹) نمودار تلفات کل نیروگاه از تابش تا تزریق انرژی به شبکه حالت زمستانه



شکل (۲۰) نمودار تلفات کل نیروگاه از تابش تا تزریق انرژی به شبکه حالت سالانه

#### ۴. پیشنهادات

امروزه بیش از یک میلیارد نفر در جهان به شبکه برق دسترسی ندارند (۹). لذا جهت مطالعه بهتر میتوان برای یک مکان از نیروگاه های ترکیبی مثلا بادی و خورشیدی بهره برد و بررسی های مالی از جمله بازگشت سرمایه را باید انجام داد که بدلیل تورم های مرتب، محاسبات وحتى تخمین را بر مبنای ریال عملا غیرممکن کرده است لذا نرخ های جهانی را پیشنهاد میکنم. مورد بعدی اینکه مصرف روزانه یک واحد مسکونی یا تجاری را به صورت دقیق و واقعی محاسبه نموده و در طراحی نیروگاه لحاظ کنید. شاخصه های اصلی در تعیین میزان کیفیت یک نیروگاه فتوولتاییک، پنل به همراه اینورتر و زاویه ی قرار گیری پنل، همچنین سایه و بقیه ی تجهیزات نیروگاه با توجه به نوع آن از جمله باطری ها و کنترل شارژر در نیروگاه های منفصل از شبکه میباشد.

#### ۵. نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی سه حالت طراحی تابستانه، زمستانه و سالانه با استفاده از نرم افزار PVsyst پرداختیم، نتایج نشان میدهند که در حالت تابستانه ۵۴۶۰ کیلووات ساعت بیشترین مقدار تولیدی را خواهد داشت که از حالت زمستانه ۵۵۸ کیلووات و از حالت سالانه ۷۴ کیلووات برق بیشتری تولید میکند.

#### ۶. منابع

- [1] Mellit, A.; Benghanem, M.; Hadj Arab, A.; Guessoum, A.; Moulai, K. Neural, "network adaptive wavelets for sizing of stand-alone photovoltaic systems ", Intelligent Systems, 2004.
- [2] Barra, O., Conti, M., Santamata, E., Scarmozzino, O., and Visentin, R., 1977, "Shadow Effect in Large Solar Collectors in Large Scale Solar Power Plants," Sol. Energy, 19, pp. 759-762

- [3] Hongbin Wu; Xiaofeng Tao, "Three phase photovoltaic grid-connected generation technology with MPPT function and voltage control", PEDS 2009
- [4] Phyto Naing. L. , D. Srinivasan.' estimation of solar power generating capacity' probabilistic methods applied to power systems (PMAPS), 2010 IEEE 11th international conference on, pages 95 - 100, 2010.
- [5] R. Tallab and A. Malek, "Predict System Efficiency of 1 MWc Photovoltaic Power Plant Interconnected to the Distribution Network using PVSYST Software," *IEEE. 3rd International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, vol. 1109, pp.1-4,2015
- [۶] Sunny Design Software Available On  
<http://www.sma.de/en/products/software/sunnydesign.html>.
- [۷] Sujuan Liu; Qiufeng Jing; Hai-zhu Yang, "Study of Control Strategy on Small Power Photovoltaic Grid-Connected Generation System", ICICCI 2010 .
- [8] S. Wang, Z. Li, L. Wu, M. Shahidehpour and Z. Li, "New metrics for assessing the reliability and economics of microgrids in distribution system", *IEEE Trans. Power Syst.* vol. 28, no. 3, pp. 2852-2861, 2013
- [۹] F. Ren, M. Zhang and D. Sutanto, "A multi-agent solution to distribution system management by considering distributed generators," *IEEE Trans. Power Syst.* vol. 28, no. 2, pp. 1442-1451, 2013.