

بررسی فنی احداث نیروگاه فتوولتائیک یک مگا واتی متصل به شبکه با رویکرد کمترین اثر سایه اندازی در شهرستان شیراز

ابراهیم شاهسونی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

کرمان، ایران

رحمان شیخی علمی

موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی پیام گلپایگان

گلپایگان، ایران

علی شاهسونی

دانشگاه فنی جیرفت

جیرفت، ایران

واژه‌های کلیدی : نیروگاه فتو ولتائیک متصل به شبکه ، شهرستان

شیراز ، سایه اندازی، نرم افزار PVsyst

۱. مقدمه

انرژی خورشیدی عظیم ترین منبع انرژی جهان است. در سال های اخیر به دلیل رو به اتمام بودن منابع فسیلی، منابع انرژی تجدیدپذیر به ویژه انرژی خورشیدی از توجه خاصی بهره مند گردیده است. سیستم های فتوولتائیک یکی از پر مصرف ترین و کاربردی ترین موارد استفاده از انرژی خورشیدی خورشیدی است. بدون شک در آینده های نه چندان دور سیستم های فتوولتائیک به عنوان جایگزین مناسب، پاک و بی خطر جای سوخت های فسیلی را خواهند گرفت. در این راستا در کشور پروژه های مختلف تحقیقاتی اجرایی در زمینه احداث نیروگاه های فتوولتائیک تعریف شده است. اولین گام در پیاده سازی نیروگاه های فتوولتائیک در کشور اخذ مجوزهای لازم است. از آنجا که مطالعات امکانسنجی فنی و اقتصادی ساخت نیروگاه لازمه اخذ مجوز از سانا است، هدف اصلی این مقاله بررسی امکان سنجی فنی ساخت این نیروگاه در شهر شیراز است. در سال های اخیر، مقالات متعددی در زمینه بررسی و بهینه سازی ساخت نیروگاههای خورشیدی ارائه شده است. طبق بررسی های انجام شده، شدت تابش خورشید در سطح کشور در محدوده ۲۵-۶ مگا ژول بر متر مربع تغییر میکند [۱]. با توجه به پتانسیل سنجی انجام گرفته استان های کرمان، فارس، اصفهان، بوشهر، یزد، هرمزگان، خوزستان و سیستان و بلوچستان

چکیده-مقاله ی حاضر به ارائه روشی اجرایی و عملیاتی به منظور امکان سنجی احداث نیروگاه فتوولتائیک متصل به شبکه به ظرفیت ۱ مگا وات در شهرستان شیراز می پردازد. در این مقاله، با استفاده از نرم افزار MeteoSyn شرایط جغرافیایی و آب و هوایی منطقه بررسی، پس از آن با استفاده از نرم افزار PVsyst آرایش پنل ها با رویکرد کمترین اثر سایه اندازی محاسبه گردیده است. در این مطالعه نیروگاه متصل به شبکه با استفاده از نرم افزار مورد نظر و تائید سانا طراحی و شبیه سازی گردید. نتایج، حاکی از تابش و شاخص وضوح مساعد منطقه جهت احداث نیروگاه بود. با در نظر گرفتن اثر سایه مقادیر ضریب عملکرد برای ماه های مختلف سال محاسبه گردید. که ماه های ژانویه و دسامبر از ضریب عملکرد خوبی برخوردارند. پنل و اینورتر مورد تأیید سانا انتخاب شد. ظرفیت مناسب آنها، نحوه اتصال الکتریکی، خروجی و تلفات برای این منظور بدست آمد. نتایج بدست آمده حاکی از تعداد ۴۰۰۰ پنل ۲۵۰ وات، ۲ اینورتر ۵۰۰ کیلووات و خروجی سالانه آرایه های فتوولتائیک ۱۸۱۳/۱ مگا وات ساعت، انرژی تزریقی به شبکه ۱۷۴۱/۹ مگاوات ساعت و میانگین سالانه بازدهی سیستم ۲/۵۷ درصد می باشد. و همچنین تلفات آرایه های فتوولتائیک ۰/۹ و تلفات مربوط به اینورتر ۰/۲ کیلووات ساعت بر کیلووات ساعت پیک بروز می باشد. مجموع انرژی مفید قابل دسترس ۴/۷۷ کیلووات ساعت بر کیلووات پیک روزبر روز می باشد.

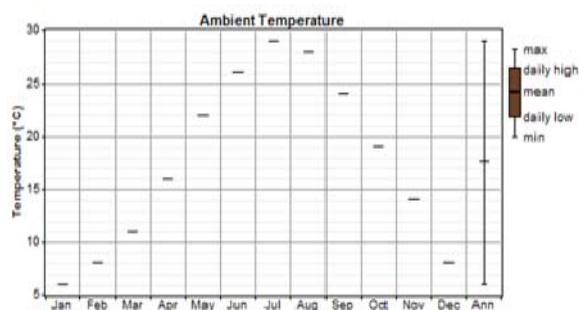
بیشترین شدت تابش خورشید را دارا می باشند [۲]. آریابیس در سال ۲۰۱۰ برای یک روستای گردشگری در کشور اسپانیا تحقیقاتی انجام داد است، با انجام شبیه سازی لازم به این نتیجه رسیده است که با توجه به شرایط آب و هوایی بهترین ترکیب، ترکیب سلول خورشیدی-توربین بادی می باشد [۳]. رامدهان نیز در پژوهشی در سال ۲۰۱۱ امکان سنجی اقتصادی و برآورد هزینه تعمیر نگهداری استفاده‌ها از انرژی خورشیدی توسط نرم افزار PVSyst در کشور کویت مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که با استفاده از سیستم های فتوولتائیک، منابع مورد استفاده برای تولید برق به روش سنتی و هزینه انتشار گاز CO₂ ذخیره می شود [۴]. گودو همکارانش در سال ۲۰۱۴ با استفاده از نرم افزار PVSyst به مطالعه امکان سنجی Techno- Economic ساختمان اداری هفت طبقه ای در نورژ پرداختند. که در یک مطالعه پنل خورشیدی بر روی سقف ساختمان و در مطالعه ای دیگر در نمایی آن جهت نیازهای حرارتی و گرمایشی ساختمان در نظر گرفته اند [۵]. فرانک و همکاران در سال ۲۰۱۵ یک سیستم CCHP جهت تأمین برق، حرارت و برودت مجتمع مسکونی در مشهد بررسی کردند. نتایج نشان میدهد، استفاده از یک واحد تولید توان با ظرفیت ۳۵۰ کیلووات برای یک ساختمان مسکونی ۴۸ واحدی، ۵۱ درصد صرفه جویی انرژی دارد [۶]. اوکدو و همکارانش در سال ۲۰۱۵ به منظور کاهش آلاینده‌گی و همچنین بالا بودن قیمت برق به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های استفاده از انرژیهای تجدید پذیر در مناطق کوهستانی و رودخانه کشور نیجریه پرداختند [۷]. شنول و همکاران در سال ۲۰۱۶ تحلیل فنی و اقتصادی ایجاد یک واحد بزرگ فتوولتائیک، درون دانشگاه بین‌المللی قبرس به منظور تأمین بار داخلی انجام دادند. در این بررسی با استفاده از نرم افزار PV*SOL اندازه بهینه برای این واحد ۱۰۷۰۰ متر مربع با ظرفیت قابل نصب ۹۸۲KWp تعیین شد. همچنین دوره بازگشت سرمایه برای این طرح نیز ۵/۹ سال تعیین شد [۸].

در این مقاله به طراحی بهینه نیروگاه یک مگا وات فتوولتائیک متصل به شبکه تحت اقلیم شهرستان شیراز با کمترین اثر سایه اندازی پرداخته می شود.

۲. موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی شهرستان

شیراز انرژی خورشیدی

در بررسی پارامترهای هواشناسی یک منطقه برای احداث نیروگاه فتوولتائیک، شدت تابش خورشید و درجه حرارت محیط از اهمیت بسزایی

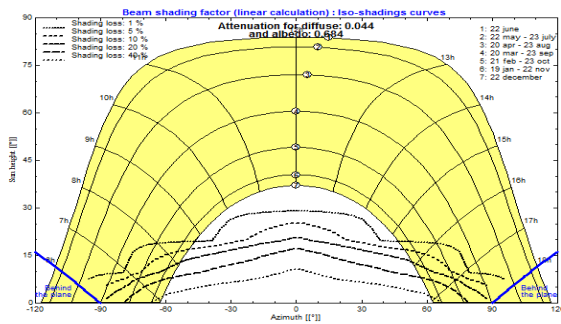


شکل ۱: دمای محیط شهرستان شیراز در ماه های مختلف

همچنین میانگین ماهانه کمترین و بیشترین شدت تابش خورشید بترتیب برابر با ۳/۲ و ۷/۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز و متوسط شدت تابش سالیانه خورشید در شهر شیراز ۵/۴۳ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز می باشد.

۳. آنالیز مسیر خورشید

برای طراحی یک نیروگاه فتوولتائیک اولین نکته ای که باید مد نظر قرار گیرد، در معرض نور خورشید قرار گرفتن بدون اثر سایه اندازی حداقل بین ساعات ۹ صبح تا ۳ بعداز ظهر است. از این رو، تمامی مشخصات تابشی باید مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین، نیروگاه فتوولتائیک باید در بهترین زاویه نسبت به تابش خورشید قرار گرفته تا در دوران بهره برداری حداکثر کارایی تولیدی را داشته باشد. می بایست بهترین حالت جهت تعیین محل قرارگیری سامانه های فتوولتائیک انتخاب گردد. مرحله اول دانستن مسیر حرکت خورشید به منظور طراحی و جانمایی محل قرارگیری پنل ها ضروری می باشد. مسیر حرکت خورشید توسط دیاگرامی که به آن دیاگرام مسیر حرکت گفته می شود، قابل بررسی است. دیاگرام مسیر حرکت یکی از بهترین ابزارها جهت بررسی اولیه اثرات سایه اندازی می باشد [۹].



شکل ۳: منحنی مسیر حرکت روزانه خورشید [۱۲].

زاویه جهت خورشید، زاویه اندازه گیری شده اشعه خورشید به صورت افقی در جهت جنوب و به سمت غرب می باشد. این تعریف برای نیمکره شمالی قابل استناد بوده و برای نیمکره جنوبی این زاویه در جهت شمال و به سمت شرق قابل تعریف می باشد. دیاگرام مسیر خورشید مشخص کننده جهت حرکت خورشید از لحظه طلوع تا غروب در روزهای مختلف سال بوده که بسته به نوع طرح میتوان از انواع مختلف آن که شامل منحنی فاصله، منحنی پهن، منحنی برجسته، منحنی عقربه ای، منحنی سیلندری می باشد، استفاده نمود. «شکل ۲» دیاگرام مسیر حرکت خورشید را نشان می دهد.



شکل ۲: دیاگرام مسیر حرکت خورشید [۱۰]

۴. انتخاب پنل های خورشیدی

سیستم فتوولتاییک متصل به شبکه شامل مجموعه ای از اجزای متشکل از آرایه فتوولتاییک، اینورتر و تجهیزات ارتباط با شبکه تعریف شده است. قانون اول درانتخاب سیستم این است که همه رشته ماژول های متصل به ورودی اینورتر یا ورودی ردیاب نقطه بیشینه توان باید همگن باشند. همگن بودن رشته های ماژول به معنای وجود ماژول های یکسان در رشته ها، برابر بودن تعداد ماژول های رشته ها و نیز پلاریته یکسان ماژول ها است نکته دوم، انتخاب مناسب تعداد ماژول های سری در یک رشته می باشد. جمع جبری ولتاژ ماژول ها باید از ولتاژ ورودی اینورتر کمتر باشد. همچنین، مهم ترین نکته درانتخاب اینورتر بررسی سردترین روز سال است که برای سایت فوق ۴- درجه سانتی گراد در نظر گرفته شده و در صورت عدم انتخاب و چیدمان صحیح ورودی اینورتر با توجه به دمای مذکور، به دلیل افزایش ولتاژ ورودی در صورت عدم انتخاب و چیدمان صحیح ورودی اینورتر با توجه به دمای مذکور، به دلیل افزایش ولتاژ ورودی رشته، اینورتر صدمه خواهد دید. پنل در نظر گرفته شده برای این طراحی مدل Hyundai_HIS از شرکت هیوندا کره جنوبی است که دارای مشخصاتی مطابق با «جدول ۱» است. رفتار این پنل در درجه حرارت های مختلف و همچنین شدت های مختلف تابش در آورده شده است. ابعاد پنل و مشخصات اندازه قاب دور پنل، سایز کابل اتصال DC خروجی از پنل که ۴ میلی متر مربع در نظر گرفته شده، که در «شکل ۴» و «شکل ۵» آورده شده است. [۱۱]

زاویه و جهت قرارگیری مناسب برای سیستم های فتوولتاییک از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. جابه جایی دستی و یا اتوماتیک زاویه نصب باعث افزایش کارایی ۳۰ درصدی و بیشتر خواهد گردید. زاویه برخورد اشعه ها با سطح ماژول های فتوولتاییک باید تا جایی که امکان دارد به ۹۰ درجه نزدیک شوند. مکان های سایه دار از جمله مکان هایی با حالت نیمه سایه مناسب نصب این گونه سیستم ها نمی باشد. همچنین، ماژول ها باید در جهت جنوب نصب گردند. جهت برآورد دقیق زاویه شیب ماژول ها (β) از رابطه (۱) استفاده می گردد.

$$\beta = L - \delta \quad (1)$$

زاویه مایل بودن خورشید در طول سال تغییر می کند. بنابراین، زاویه شیب بهینه یک ماژول فتوولتاییک نیز تغییر خواهد کرد. بر اساس منحنی مسیر حرکت خورشید شبیه سازی شده در نرم افزار pvsyst. «شکل ۳» قابل ذکر می باشد که در طولانی ترین روز سال ارتفاع خورشید به حدود ۸۴ درجه خواهد رسید [۱۱].

شکل ۶: زاویه نصب پنل‌های خورشیدی

۵. انتخاب اینورتر و مشخصات فنی

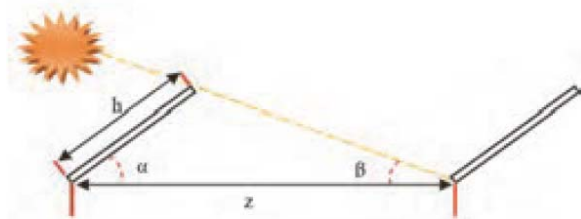
طبق بررسی‌های عمل‌آمده و با توجه به اعتبار بسیار بالای محصولات شرکت SMA آلمان، در این طراحی اینورترهای شرکت مذکور در نظر گرفته شده است. اینورتر برگزیده شده در این طرح دارای مشخصات «جدول ۲» است.

جدول ۲: مشخصات اینورتر ۵۰۰ KW، SAM استفاده شده در طراحی

مدل	SCXT ۵۰۰-CP
بیشینه توان DC (KW)	۵۶۰
ولتاژ DC min و max (V)	۴۰۰-۱۰۰۰
ولتاژ نامی DC (V)	۴۴۹
جریان max DC (I)	۱۲۵۰
توان نامی AC (kVA)	۵۵۰
ولتاژ AC min و max (V)	۲۴۲-۳۱۰
ولتاژ نامی (V)	۲۷۰

۶. نحوه چیدمان و فاصله بهینه پنلها

پنل خورشیدی پیشنهادی پنل ۲۵۰ وات مدل HIS-S250MG شرکت Hyundai کره جنوبی است که دارای ابعادی معادل ۹۸۳ × ۱۶۴۵ میلی‌متر است. کلیه محاسبات صورت گرفته در خصوص فاصله بهینه پنلها مطابق «شکل ۷» و رابطه (۲) انجام شده است.



شکل ۷: نحوه محاسبه فاصله محور تا محور ردیف‌ها در آرایه‌های نیروگاه

(۲)

$$\frac{z}{h} = \frac{\sin 180 - (\alpha + \beta)}{\sin \beta}$$

α : زاویه نصب پانل و برابر ۳۰ درجه

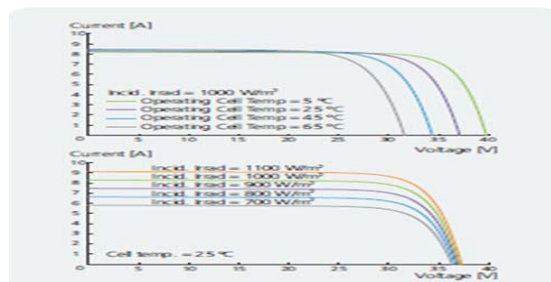
β : زاویه تابش در نی ریز کوتاه‌ترین روز سال در ظهر دی ماه و برابر

۳۷/۵ درجه

h: طول پانل در نصب عمودی و عرض پانل در نصب به شکل افقی

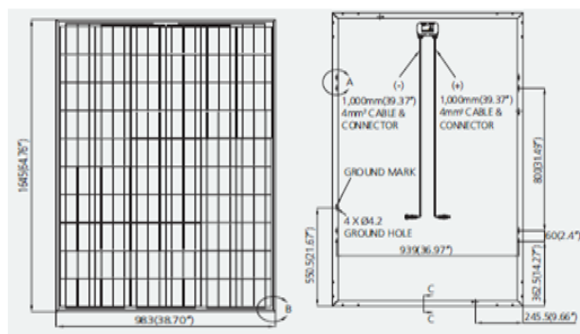
جدول ۱: مشخصات پنل خورشیدی لحاظ شده در طراحی

مدل	MG۲۵۰-HIS-S
توان نامی (W)	۲۵۰
راندمان در STC (%)	۱۵/۴۶
ولتاژ مدار باز (V)	۳۷/۵۰
ولتاژ نامی (V)	۳۰/۵۰
جریان اتصال کوتاه (I)	۸/۷۰
جریان نامی (I)	۸/۲۰
بیشین ولتاژ سطح و ولتاژ اتصال (V)	۱۰۰۰



شکل ۴: رفتار پنل خورشیدی لحاظ شده در طراحی در درجه حرارت

ها و شدت تابش‌های مختلف

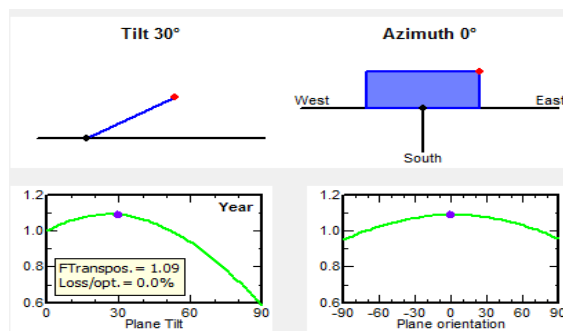


شکل ۵: مشخصات ابعادی پنل

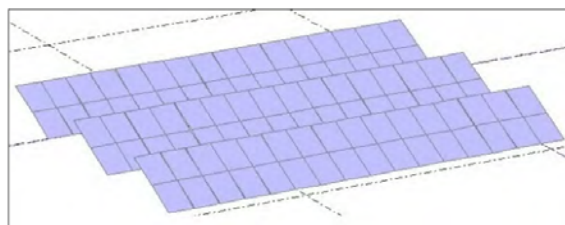
جهت و زاویه نصب پنل‌ها درهای خورشیدی جهت احداث نیروگاه

خورشیدی در شهرستان شیراز با توجه به عرض جغرافیایی مطابق «شکل ۶»

می‌باشد. که در نرم افزار شبیه‌سازی گردیده است



Z: فاصله مجاز ردیف بین پانل ها می باشد



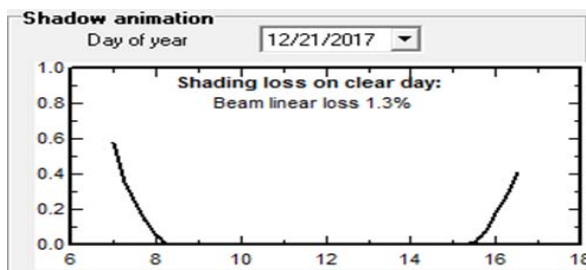
شکل ۸: بهینه ترین حالت چیدمان پنل ها از نظر کمترین اثر سایه اندازه‌ی

جدول ۴: مقادیر سایه برای سیستم طراحی شده

Height	180°	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	
90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30°	0.383	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.118	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.383
20°	0.766	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.120	0.280	0.362	0.465	0.362	0.280	0.120	0.000	0.000	0.766
10°	Behind	Behind	Behind	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.120	0.280	0.362	0.465	0.362	0.280	0.120	0.000	0.000	Behind
2°	Behind	Behind	Behind	Behind	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.120	0.280	0.362	0.465	0.362	0.280	0.120	0.000	0.000	Behind

اثر سایه این روز نیز بصورت نمودار «شکل ۹» می باشد. می توان دریافت که

از ساعت ۸ صبح تا ۱۶ عصر مقدار سایه تقریباً صفر می باشد.



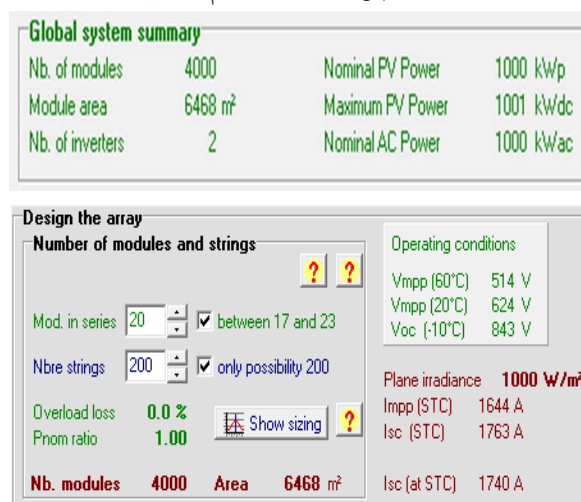
شکل ۹: اثر سایه بر نیروگاه در روز ۲۱ ام دسامبر ۲۰۱۷

نمودار «شکل ۱۰» نمودار پراکندگی رانشان می دهد، نمودار پراکندگی نشان دهنده میزان کیفیت سیستم و عناصر بکار رفته در آن (مخصوصاً اینورتر) را نشان می دهد به صورت خطی درآمده و با وجود اثر سایه کمترین اثر پراکندگی در آن مشاهده می شود.

۷. نتایج طراحی و شبیه سازی نیروگاه یک مگا واتی

نتایج همگی بر مبنای نرم افزار PVsyst می باشد. تمام شکل ها و جداول که در این قسمت ارائه شده است مربوط به شبیه سازی نیروگاه امگا واتی شهرستان شیراز می باشد. از آنجایی که این پژوهش یک مدل محاسباتی را ارائه می دهد. فقط نتایج شبیه سازی به جای شرح و توصیف آن نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده در این طراحی تعداد ۴۰۰۰ پنل استفاده شده که ظرفیت نامی نیروگاه را به امگاوات می رسانند. در هر آرایش برای هر اینورتر ۲۰ سازه در نظر گرفته شده است که با هم سری هستند. هر سازه دارای ۱۰۰ پنل می باشد که با هم موازی شده اند که هر ۲۰۰۰ پنل به یک اینورتر ۵۰۰ کیلو واتی متصل می شوند. و مساحتی بالغ بر ۶۴۶۸m² را اشغال می کنند. «جدول ۳» نتایج سیستم طراحی شده را نشان می دهد

جدول ۳: تعداد پنل ها و اینورتر سیستم طراحی شده



باتوجه به نتایج سایه اندازی بهترین چیدمان از نظر کمترین اثر سایه اندازی حالت عمودی دو ردیف مطابق «شکل ۸» با استفاده از رابطه (۲) با فاصله محور تا محور ۵/۰۱ متر می باشد. «جدول ۴» مقادیر سایه برای سیستم طراحی شده رانشان می دهد نتایج برای ۲۱ ام دسامبر ۲۰۱۷ می باشد. همان طور که مشاهده می شود اثر سایه تقریباً تا ۱۰ درجه برابر صفر بوده که دلیل آن انتخاب بهینه فاصله پنل ها می باشد.

شکل ۱۲: نمودار ضریب عملکرد سیستم در ماه های مختلف

«جدول ۵» توازن و نتایج اصلی نیروگاه خورشیدی امگاواتی را نشان می دهد بر اساس جدول مجموع شدت تابش افقی سالانه ۱۹۷۹/۷ کیلووات ساعت بر مترمربع، مجموع انرژی ناشی از رویدادها بر روی پنل های فتوولتائیک ۲۱۴۲/۳ کیلووات ساعت بر مترمربع، انرژی قابل دسترس در خروجی آرایه های فتوولتائیک ۱۸۱۳/۱ مگا وات ساعت، انرژی تزریقی به شبکه ۱۷۴۱/۹ مگاوات ساعت و میانگین سالانه بازدهی سیستم ۱۲/۵۷ درصد می باشد. میانگین دمای محیط نیز ۱۱/۵۵ در نظر گرفته شده است.

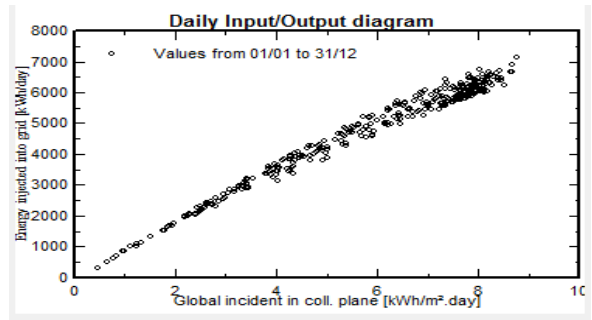
جدول ۵: توازن و نتایج اصلی نیروگاه خورشیدی ۱ مگاواتی

New simulation variant
Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	81.8	-2.40	122.6	119.3	115.1	110.3	14.52	13.91
February	104.8	0.70	140.1	136.7	128.0	122.9	14.12	13.56
March	148.7	6.70	172.5	168.1	151.4	145.3	13.57	13.02
April	185.0	11.40	187.1	181.4	159.4	153.2	13.17	12.66
May	231.4	16.00	214.3	207.5	177.8	170.9	12.83	12.33
June	251.7	20.70	220.7	213.4	177.9	171.0	12.46	11.98
July	259.5	23.90	232.5	225.3	184.1	177.1	12.24	11.78
August	232.9	23.60	228.4	221.7	180.4	173.9	12.22	11.77
September	188.6	18.60	211.4	206.1	172.4	165.9	12.61	12.14
October	133.2	13.00	169.6	165.4	143.5	137.9	13.08	12.57
November	89.3	5.40	132.2	129.0	120.3	115.5	14.07	13.50
December	72.8	0.30	111.0	108.2	102.7	98.1	14.30	13.67
Year	1979.7	11.55	2142.3	2082.1	1813.1	1741.9	13.08	12.57

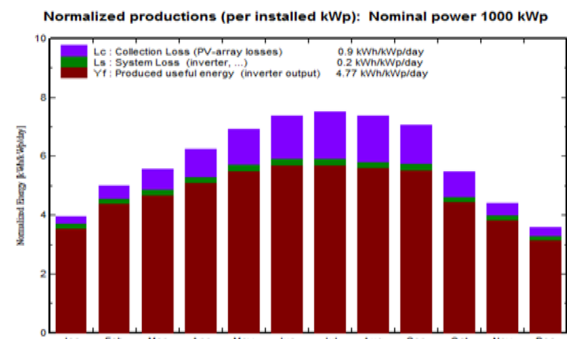
۸. اتصال نیروگاه به شبکه

با توجه به تقسیم نیروگاه به ۲ واحد ۵۰۰ کیلو واتی، هر واحد وارد یک تابلوی فشار ضعیف می گردد. هرکدام از تابلوهای مجهز به یک کلید اتوماتیک ۶۰۰ آمپر می باشد. خروجی ۲ واحد به سمت ورودی نیروگاه هدایت شده و وارد یک سویچ برد می گردد که مجهز به دو واحد ترانسفورماتور قدرت با قدرت نامی ۷۰۰ کیلوولت آمپر و دو عدد کلید اتوماتیک می باشد. لازم به ذکر است تعیین ظرفیت ترانسفورماتورها بر اساس ظرفیت نامی نیروگاه و در نظر گرفتن این نکته که باید از ۸۰ درصد ظرفیت ترانسفورماتور بارگیری کرد و همچنین ضرایب گرمایی و ضریب بار ۰/۸ در سمت فشار متوسط پیشنهاد گردیده است. نحوه اتصال نیروگاه به شبکه در «شکل ۱۳» نشان داده شده است.



شکل ۱۰: نمودار پراکنندگی ورودی خروجی سیستم طراحی شده

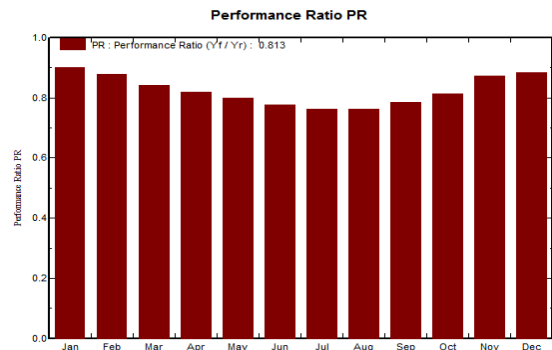
«شکل ۱۱» جزئیات میانگین ماهانه تلفات سیستم را برحسب کیلو وات نشان می دهد. تلفات آرایه های فتوولتائیک ۰/۹ و تلفات مربوط به اینورتر ۰/۲ کیلووات ساعت بر کیلووات ساعت پیک بر روز می باشد. مجموع انرژی مفید قابل دسترس ۴/۷۷ کیلووات ساعت بر کیلووات پیک روز می باشد.



شکل ۱۱: نمودار انرژی تولیدی و تلفات در قسمتهای مختلف سیستم در

ماه های مختلف سال

ضریب عملکرد (PR) برابر با نسبت عملکرد نهایی سیستم فتوولتائیک Yf و عملکرد مرجع Yr می باشد [۴]. که میانگین عملکرد سالانه برای نیروگاه طراحی شده در شهرستان شیراز برابر با ۰/۸۱۳ می باشد. که در «شکل ۱۲» نشان داده شده است.



[4] Mohammad Ramadhan, Adel Naseeb. 2011. "The cost benefit analysis of implementing photovoltaic solar system in the state of Kuwait", Renewable Energy 36, pp. 1272-1276.

[5] Good, C, Lobaccaro, G. Harkalou, S. 2014. Optimization of solar energy potential for buildings in urban areas- a Norwegian case study. Energy procedia. 58: 166-171

[6] Mehdi Farahnak, Mahmood Farzaneh-Gord, Mahdi Deymi-Dashtebayaz, Farshad Dashti. (2015). Optimal sizing of power generation unit capacity in ICE-driven CCHP systems for various residential building sizes . Applied Energy 158 (2015) 203-219

[7] KE Okedu, R Uhunmwangho, W Promise, Renewable Energy in Nigeria: The Challenges and Opportunities in Mountainous and Riverine Regions, International journal of renewable energy research 5: pp. 222-229, 2015

[8] M. Senol, S. Abbasoglu, O. Kukrer, A.A. Babatunde, "A guide in installing large-scale PV power plant for self consumption mechanism" Solar Energy, Vol. 132, pp. 518-527, 2016.

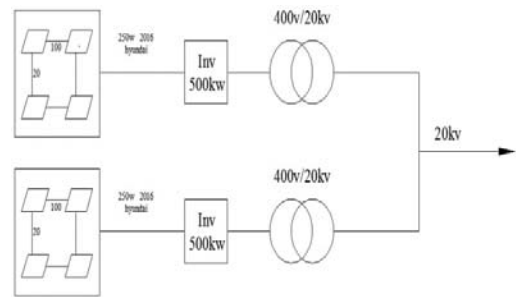
[9] S. A. Kalogirou, Solar Energy Engineering, Process and Systems, 2nd ed., ELSEVIER, 2014, pp. 54-95.

[10] <https://www.suncalc.org/#/29.5918.52.5837.10/2018.05.03/17:10/2/0>

[۱۱] شمش، محمد حسین. مهدوی، بهداد. امکان‌سنجی فنی ساخت نیروگاه متصل به شبکه با فن آوری فتوولتائیک به ظرفیت ۱/۵ مگا وات، دو فصلنامه تکنواوری صنعتی، شماره بیست و یک، تابستان ۱۳۹۲

[۱۲] پژوهشگاه نیرو، راهنمای طراحی سیستم های فتوولتائیک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، معاونت نظارت راهبردی ۱۳۹۳،

[13] "PVsyst Software," [Online]. Available: 1Thhttp://www.pvsyst.com.



شکل ۱۳: نحوه اتصال نیروگاه طراحی شده به شبکه

۹. نتیجه گیری

در این مطالعه نیروگاه متصل به شبکه با استفاده از نرم افزار مورد نظر و تأیید سانا طراحی و شبیه سازی گردید. نتایج، حاکی از تابش و شاخص وضوح مساعد منطقه جهت احداث نیروگاه بود. با در نظر گرفتن اثر سایه مقادیر ضریب عملکرد برای ماه های مختلف سال محاسبه گردید. که ماه های ژانویه و دسامبر از ضریب عملکرد خوبی برخوردارند. پنل و اینورتر مورد تأیید سانا انتخاب شد. ظرفیت مناسب آنها، نحوه اتصال الکتریکی، خروجی و تلفات برای این منظور بدست آمد. نتایج بدست آمده حاکی از تعداد ۴۰۰۰ پنل ۲۵۰ وات، ۲ اینورتر ۵۰۰ کیلووات و خروجی سالانه آرایه های فتوولتائیک ۱۸۱۳/۱ مگا وات ساعت، انرژی تزریقی به شبکه ۱۷۴۱/۹ مگاوات ساعت و میانگین سالانه بازدهی سیستم ۲/۵۷ درصد می باشد. و همچنین تلفات آرایه های فتوولتائیک ۰/۹ و تلفات مربوط به اینورتر ۰/۲ کیلووات ساعت بر کیلووات ساعت پیک بروز می باشد. مجموع انرژی مفید قابل دسترس ۴/۷۷ کیلووات ساعت بر کیلووات پیک روزبر روز می باشد. با توجه به نتایج سایه اندازی بهترین چیدمان از نظر کمترین اثر سایه اندازی حالت عمودی دو ردیف با فاصله محور تا محور ۵/۰۱ متر می باشد..

۱۰. مراجع

[۱] صفایی بتول، جلجی اسدی مرتضی، طالقانی گیتی، ۲۳۸۳ برآورد پتانسیل و شدت تابش خورشید در ایران. مجله علوم و فنون هسته ای سازمان انرژی اتمی ایران

[۲] گندمکار امیر، ۲۳۸۸، ارزیابی انرژی پتانسیل باد در کشور ایران. مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی

[3] Arribas L, Cano L, Cruz I, Mata M, Llobet E. PV ewind hybrid system performance: a new approach and a case study. Renew Energy 2010 ; 35 (1) :128e37