طراحی یک نیروگاه فتوولتائیک ۱۰۰ کیلوواتی در اصفهان- بررسی اقتصادی و زیست محیطی

محمدرضا ابوطالبی[۱،۳]، سمیه یعقوبی[۲،۳]*

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

*۲- استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
s.yaghoubi@pmc.iaun.ac.ir

۳- مرکز تحقیقات هوافضا و تبدیل انرژی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱/۵ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۳/۱۱

چکیده: در این مقاله یک نیروگاه انرژی خورشیدی ۱۰۰ کیلوواتی در اصفهان طراحی و از نظر اقتصادی و زیست محیطی بررسی شده است. تعیین فاصله پانل‌ها از یکدیگر جهت جلوگیری از سایه افکنی بر روی ماژول‌ها، زاویه مناسب پانل‌ها برای برآورد بازده مطلوب سیستم و چیدمان مناسب آرایه‌ها بررسی شده است. سپس محاسبه هزینه‌ها جهت سرمایه‌گذاری، ضریب عملکرد و محاسبه توان خروجی بیان شده است. نتایج نشان می‌دهد که طراحی این نیروگاه از ورود مقادیری از دی اکسید کربن (CO_2) به اتمسفر جلوگیری می‌کند و با توجه به توان خروجی تولیدی، درصدی از انرژی یک محیط آموزشی (دانشگاه علوم پزشکی اصفهان) تأمین می‌گردد. در انتها نمونه پیش‌فرض با یک نیروگاه واقعی در حال بهره‌برداری مقایسه گردید و درستی طراحی نشان داده شد.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های تجدیدپذیر، چیدمان مناسب آرایه‌ها، سایه افکنی، ضریب عملکرد، نیروگاه انرژی خورشیدی

۱- مقدمه

از سال‌های گذشته محققان محیط زیست استفاده از انرژی تجدیدپذیر[۱] را هم به‌منظور جایگزینی برای کاهش احتمالی مخازن نفت و هم به‌منظور مقابله با وابستگی به نفت مد نظر قرار داده‌اند [۱۰-۱]. همچنین آلودگی شدید محیط‌زیست به علت استفاده از سوخت‌های فسیلی نیز عامل دیگر برای تغییر جهت استفاده از منابع انرژی متداول فسیلی به منابع انرژی‌های تجدیدپذیر است [۱۳-۱۱]. در سال‌های اخیر به دلیل کاهش سایر منابع انرژی مانند سوخت‌های فسیلی و نیز اثرات زیان بار آنها بر محیط زیست با ایجاد گازهای مضر دی-اکسید کربن و دی-اکسید گوگرد توجه پژوهشگران به استفاده از سایر انرژی‌های تجدیدپذیر مانند سلول‌های خورشیدی بیشتر شده است [۱۷-۱۴]. کاهش میزان استفاده از سوخت‌های فسیلی یکی از مهمترین قدم‌ها در کمک به کنترل دمای زمین است [۱۸،۱۹]. گسترش انرژی‌های پاک مانند انرژی خورشیدی و انرژی باد باعث کاهش استفاده از نفت و زغال سنگ در نیروگاه‌ها شده است. استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی و اتومبیل‌هایی با سوخت غیر فسیلی تأثیر به سزایی در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای دارد [۲۰،۲۱].

با توجه به ضرورت و اهمیت موضوع، مطالعات تحقیقاتی و عملی زیادی تاکنون انجام شده و یا در حال انجام است [۲۲،۲۳].

یک چارچوب برای ارزیابی بالقوه انرژی خورشیدی فتوولتاییک با ظرفیت اسمی ۴۶/۲ کیلووات در مقیاس شرقی ایران شهرستان بیرجند

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022

در استان خراسان جنوبی در مرجع [۲۴] ارائه شده است. در این مطالعه به برنامه‌ریزی فضایی و برآورد توان برق تولید شده با نیروگاه در جهت توسعه پایدار در شهرستان بیرجند اشاره شده است. پس از جمع‌آوری مجموعه‌ای جامع از عوامل و معیارها که بر برنامه‌ریزی فضایی نیروگاه-های فتوولتائیک تاثیر می‌گذارند، پردازش داده‌ها و نقشه‌های دیجیتالی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی[۲] (GIS) بیان شده است.

در مرجع [۲۵] آنالیز عملکرد ۱۰۰ کیلووات متصل به سیستم فتوولتائیک سی-پلی ارائه شده که هدف ارزیابی امکان نصب یک سیستم فتوولتائیک جهت تأمین بار الکتریکی یک موسسه آموزشی است. سیستم شبیه‌سازی متشکل از ۳۲۳ ماژول سی-پلی است که با استفاده از نرم‌افزار PVsyst شبیه‌سازی شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می-دهند که نسبت عملکرد سالانه حدود ۸۰ درصد و تولیدات عادی بازده اینورتر یا بازده سیستم نهایی یعنی انرژی مفید ۴/۴۲ کیلووات-ساعت در روز است.

در مرجع [۲۶] عملکرد بلند مدت، تلفات و کارایی سیستم فتوولتائیک ۹۶۰ کیلوواتی در آب و هوای مدیترانه‌ای واقع در جنوب ایتالیا با استفاده از دو ابزار شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی گسترده با نام sam و PVsyst بررسی شده که اطلاعات نظارت بر یک دوره ۴۳ ماهه برای ارزیابی میانگین بازده انرژی ماهانه و زیان‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که متوسط انرژی سالانه تزریق‌شده در شبکه حدود ۳ الی ۳/۳ درصد تخمین زده می‌شود.

ارزیابی عملکرد نیروگاه فتوولتائیک خورشیدی ۵ کیلووات در شمال هند در مرجع [۲۷] ارائه شده که در آن اثر دما بر عملکرد سلول با سایر سلول‌های نصب شده در هند مقایسه شده است. این سلول در طول سال، از ورود ۷۳۲۲ تن co_2 به اتمسفر جلوگیری می‌کند. بازده انرژی سالانه این کارخانه ۷۱۷۵/۴ کیلووات ساعت در سال با میانگین ۲۵/۴۴ درصد کل تلفات است که با استفاده از یک اینورتر کارآمد می‌توان از تلفات سیستم جلوگیری کرد.

استراتژی کنترل جامع نیروگاه PV تک مرحله‌ای برای افزایش قابلیت گذر از ولتاژ پایین[۳] (LVRT) براساس استانداردهای مالزی و الزامات اتصال کدهای شبکه‌ای مدرن در مرجع [۲۸] پیشنهاد شده که بر مشکلات اضافه ولتاژ لینک dc و اضافه جریان ac غلبه می‌کند که ممکن است باعث قطع اتصال یا آسیب به اینورتر شود.

در مرجع [۲۹] بازده انرژی چند مدل و بهبود آنها بررسی شده و یک مدل برای بررسی رفتار نیروگاه‌های PV دو وجهی ارائه شده است. در این مدل، تابش جذب شده، از هشت سهم تابش جذب شده برای جلو و عقب هر رشته سلول محاسبه می‌شود.

در مرجع [۳۰] امکان‌سنجی PV خورشیدی براساس رویکرد تجزیه و تحلیل زیست محیطی و اقتصادی در پنج مکان مالزی با استفاده از ۷ چارچوب ارزیابی E اشاره شده است. تابش خورشیدی و داده‌های آب و هوایی برای هر مکان از پایگاه داده هواشناسی با نرم‌افزار RETSCP جمع‌آوری شده و نتایج نشان می‌دهد که سیستم PV خورشیدی پیشنهادی برای تمام مکان‌های انتخاب شده به اندازه کافی با حداقل نرخ عملکرد[۴] ۸ درصد به خوبی عمل خواهد کرد.

در مرجع [۳۱] تعیین محل بهینه برای توسعه نیروگاه‌های خورشیدی در غنا اشاره شده که انتخاب مکان‌های مناسب برای توسعه مزارع خورشیدی با ترکیب فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی و خوشه‌بندی مبتنی بر تراکم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پیشنهاد شده است.

در این مقاله هدف طراحی و شبیه‌سازی یک نیروگاه خورشیدی ۱۰۰ کیلوواتی با استفاده از مشخصات جغرافیایی منطقه مورد نظر در شهر اصفهان است. برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار PVsyst استفاده شده است. تعیین فاصله مناسب پانل‌ها از یکدیگر جهت جلوگیری از سایه افکنی بر روی ماژول‌ها، زاویه مناسب و بهینه پانل‌ها برای برآورد بهترین بازده سیستم، چیدمان مناسب آرایه‌ها، محاسبه هزینه‌ها جهت سرمایه-گذاری، ضریب عملکرد و محاسبه توان خروجی بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهند که با طراحی این نیروگاه می‌توان از ورود مقادیری co2 به اتمسفر جلوگیری کرد. همچنین توان تولید شده این نیروگاه قادر است درصدی از ظرفیت انرژی یک محیط آموزشی (دانشگاه علوم پزشکی اصفهان) را تأمین کند و لذا برای موارد ضروری و پر مصرف در دانشگاه مانند آزمایشگاه قابل استفاده است. در انتها این نمونه پیش‌فرض با یک نیروگاه واقعی در حال بهره‌برداری مقایسه و نتایج مقایسه شده است.

۲- مطالعات طراحی

برای به‌دست آوردن بیشترین و کمترین دمای سلول‌خورشیدی از رابطه-های (۱)، (۲) و (۳) استفاده می‌شود. بین این سه معادله بیشترین مقدار برای بیشترین دما و کمترین مقدار برای کمترین دمای سلول در نظر گرفته می‌شود:

$$T_C = T_{amb} + (N_{oct} - 20)(\frac{G}{800}) \quad (۱)$$

$$T_C = T_{amb} + \frac{0.32\,G}{8.91} + 2\,V_{wind} \quad (۲)$$

$$T_C = T_{amb} + (\frac{G}{800})(\frac{9.5}{5.7} + 3.8\,V_{wind})(N_{oct} - 20) \quad (۳)$$

که در آن T_c، T_{amb} و V_{wind} به‌ترتیب دمای سلول، دمای محیط و سرعت باد هستند. شتاب گرانش G برابر ۹/۸۱ است. دمای سلول در مقدار تابش ۸۰۰ وات در متر مربع، دمای محیط ۲۰ درجه سلسیوس و سرعت باد یک متر بر ثانیه برابر N_{oct} در نظر گرفته شده است. برای تعیین بیشترین توان تولیدی از سلول خورشیدی، زاویه شیب ماژول‌ها (X) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$X = 23.45\sin[360(\frac{284 + N}{365})] \quad (۴)$$

که در آن L عرض جغرافیایی و N شماره روز سال است. β از رابطه (۵) قابل محاسبه است:

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

$$\beta = L - X \quad (۵)$$

تصویر زاویه پنل‌ها برای تعیین فاصله ردیف‌ها در آرایه‌های نیروگاه در شکل (۱) نشان داده شده است. مقدار فاصله ردیف‌ها در آرایه‌های نیروگاه فتوولتاییک یا فاصله از محور تا محور ردیف‌ها در سیستم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$a = d\cos\beta + h\cot g(al) = d[\cos\beta + \sin\beta\cot g(al)] \quad (۶)$$

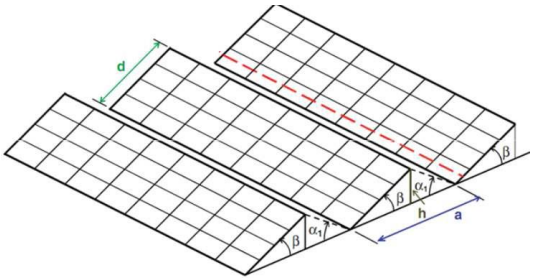
در ادامه با استفاده از رابطه زیر بیشترین ولتاژ خروجی در دمای موثر سلول را می‌توان محاسبه کرد:

$$V_{mp-cell-eff} = V_{mp-stc} - [\gamma_v (T_{cell-eff} - T_{stc}] \quad (۷)$$

که در آن $V_{mp\text{-}cell\text{-}eff}$ بیشترین ولتاژ خروجی در دمای موثر سلول و $V_{mp\text{-}stc}$بیشترین ولتاژ خروجی در شرایط stc و γ_v ضریب دمای ولتاژ است. T_{stc} دمای سلول در شرایط stc است. در محاسبات طراحی نیروگاه فتوولتاییک یکی از پارامترهای مهم توان خروجی سیستم خورشیدی است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{pv} = E_{pv}\, E_{inv}\, A_{pv}\, G \quad (۸)$$

که در آن P_{pv} توان خروجی سیستم خورشیدی و E_{pv} راندمان پنل است. E_{inv} راندمان مبدل الکتریکی قدرت، A_{pv} مساحت پانل بر حسب مترمربع و G شدت تابش خورشید روی سطح پنل بر حسب وات بر مترمربع است.



شکل (۱): تصویر زاویه پنل‌ها به منظور تعیین فاصله ردیف‌ها در آرایه‌های نیروگاه

راندمان پنل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Epv = Erated\ (1\text{-}B\ (Tamb + (9.5 / 5.7 + 3.8Vm)(TNOCT - TaNOCT)(G / GNOCT) - Tref)) \quad (۹)$$

مقدار ضریب دمایی راندمان (B) برابر است با:

$$B = 1 / (T0 - Tref) \quad (۱۰)$$

که در آن T_0 دمایی است که در آن راندمان الکتریکی صفر می‌شود و T_{ref} دمای مرجع سلول خورشیدی (۲۵ درجه سانتی‌گراد) است. همچنین E_{rated} راندمان اسمی، T_{amb} دمای محیط، V_m سرعت باد بر حسب متر برثانیه، T_{NOCT} دمای عملکرد اسمی سلول خورشیدی، T_{aNOCT} دمای محیط در شرایط عملکرد اسمی سلول خورشیدی، G_{NOCT} تابش خورشید در شرایط عملکرد اسمی سلول، T_{ref} دمای مرجع سلول خورشیدی که همان ۲۵ درجه سانتی گراد است و G شدت تابش خورشید روی سطح پانل بر حسب وات برمترمربع است. یکی از پارامترهای مهم عملکرد یک سیستم خورشیدی، نسبت عملکرد بوده که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$PR = Yf / Yr \quad (۱۱)$$

در این معادله Yf بازده مفید و در دسترس هر ایستگاه با در نظر گرفتن ضریب عملکرد و Yr بازده ایده آل سیستم بر اساس توان نامی است. نسبت عملکرد، راندمان یک نیروگاه خورشیدی راتعریف می‌کند و هر چه نسبت عملکرد بالاتر باشد راندمان آن بیشترخواهد بود.

۳- تحلیل نتایج شبیه‌سازی

۳-۱- مدل‌سازی نیروگاه در نرم‌افزار

نرم‌افزار PVsyst این امکان را به ما می‌دهد که یک نیروگاه خورشیدی را با وارد کردن اطلاعات موقعیت جغرافیایی منطقه مورد نظر و تجهیزات مورد استفاده در نیروگاه به‌صورت مجازی در فضای سه بعدی نرم‌افزار، مدل‌سازی کرده و مقدار تولید سالیانه سیستم و صرفه اقتصادی این پروژه را مورد بررسی قرار دهیم. برای نیروگاه مورد نظر، با انتخاب سیستم متصل به شبکه، لازم است ضریب بازتابش تعیین شود.

الف- ضریب بازتابش: ضریب بازتابش یعنی از ۱۰۰ درصد نوری که می‌تابد چند درصد آن بازتاب شود. این مورد حائز اهمیت بوده و برای حومه شهر و محیط‌های شهری این مقدار روی ۰/۲ تنظیم می‌شود یعنی ۲۰ درصد آن بازتاب می‌شود. در جدول (۱) مقدار ضریب بازتابش برای مکان‌های مختلف نشان داده شده است .اگر زاویه شیب پنل‌ها به درستی انتخاب شود و ضریب بازتابش نسبت به محیط مورد استفاده برای سیستم خورشیدی دقیق ثبت شود، بهترین و بیشترین بازده تولید شده از پنل‌ها را خواهیم داشت.

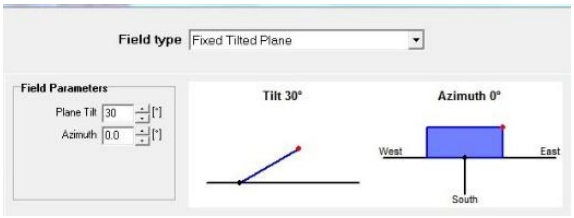
جدول (۱): ضریب بازتابش از سطوح مختلف

نوع سطح	ضریب بازتابش
محیط شهری	۰/۱۴ - ۰/۲۲
چمن و علفزار	۰/۱۵ – ۰/۲۵
چمن تازه	۰/۲۶
برف تازه	۰/۸۲
برف مرطوب	۰/۵۵ – ۰/۷۵
آسفالت خشک	۰/۰۹ – ۰/۱۵
آسفالت مرطوب	۰/۱۸
بتن	۰/۲۵ – ۰/۳۵
آجر یا سفال قرمز	۰/۳۳
آلومنیوم	۰/۸۵
استیل تازه و برراق	۰/۳۵
گالوانیزه مات	۰/۰۸

ب- زوایای پنل‌ها: در ادامه نوع پایه‌های مورد استفاده اعم از ثابت یا متحرک و زاویه پنل‌ها انتخاب و بهینه‌سازی با توجه به تولید تابش سالانه انجام می‌شود. با توجه به شکل (۲)، زاویه قرار گیری پنل‌ها باید طبق همان مقدار عرض جغرافیایی تنظیم شود که بیشترین تابش نور بر روی سطح پنل‌ها را داشته باشیم. در این پروژه عرض جغرافیایی ۳۲ درجه بوده است. چون ایران در نیمکره شمالی قرار دارد پس صفحات

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022

خورشیدی باید به سمت جنوب باشد یعنی آزیموس صفر درجه. انتخاب پایه ثابت در اینجا با درنظر گرفتن شرایط اقتصادی آن بهتر خواهد بود. با در نظر گرفتن زاویه ۳۲ درجه درصد تلفات سیستم کاهش یافته که یک زاویه مطلوب می‌باشد.



شکل (۲): زاویه پنل‌های خورشیدی

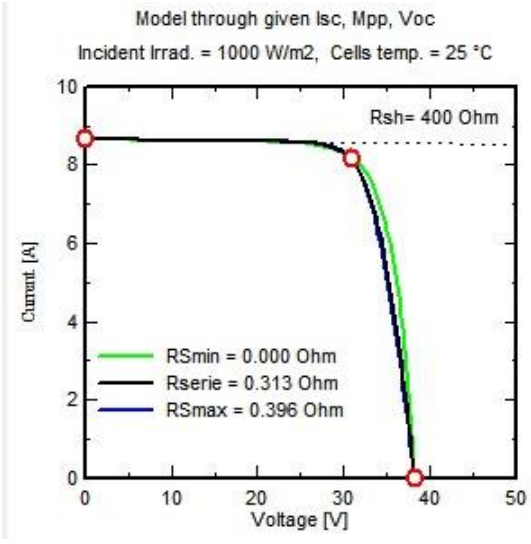
ج- انتخاب نوع پنل: پس از ذخیره اطلاعات زوایای پنل، اطلاعات مربوط به مقدار توان خواسته شده نیروگاه و همچنین نام و نوع پنل‌های مورد استفاده وارد می‌شود. توان نیروگاه در این پروژه، ۱۰۰ کیلووات بوده و مارک پنل انتخابی Astronergy آلمان است. توان نامی برای پنل‌ها ۲۵۰ وات پیک سی پلی، (نوعی پلی کریستال) است. مدل پنل انتخابی CHSM6610p-250 بوده و در این سیستم ما نیاز به ۴۰۰ پنل خورشیدی برای آرایش نیروگاه داریم.



شکل (۳): نوع پنل و مارک شرکت سازنده

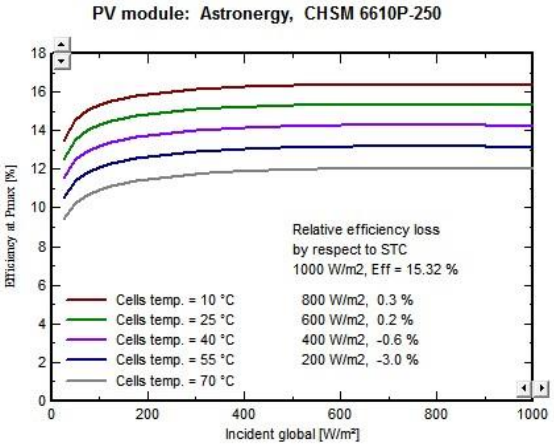
۳-۲- نتایج خروجی از شبیه‌سازی

نمودار I-V در این پنل‌ها در شکل (۴) رسم شده است. رنگ سبز کمترین مقدار مقاومت موازی، رنگ مشکی مقاومت سری و رنگ آبی بیشترین مقاومت سری را نشان می‌دهد. در نقطه وسط نمودار ولتاژ و جریان نقطه قدرت حداکثر بوده که ولتاژ برابر ۳۰/۴۰ و جریان آن برابر ۸/۳۵ می‌باشد.



شکل (۴): نمودار I-V پنل خورشیدی

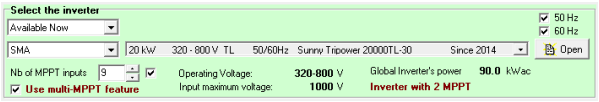
ب- بازده توان بر مقدار کل: محل انتخاب شده برای احداث نیروگاه از لحاظ میانگین دمایی باید مناسب باشد زیرا هر چه دما زیاد باشد بازده پنل کاهش یافته و بالعکس، که در شکل (۵) دماهای مختلف با رنگ‌های مختلف برای بازده حداکثر توان نشان داده شده است. برای طراحی نیروگاه در اصفهان نباید میانگین دمای آن در گرمترین روز از ۴۰ درجه بیشتر شودکه این نوع پنل انتخاب خوبی است.



شکل (۵): دیاگرام کارایی پنل در دماهای مختلف باتوجه به تابش خورشید

قیمت هر پنل ۲۵۰ وات سی-پلی طبق سایت علی بابا، ۵۵ دلار می-باشد که هر وات آن حدود ۲۲ سنت ارزش دارد.

ج- انتخاب نوع اینورتر: در ادامه مدل‌سازی نوبت به انتخاب نوع و توان اینورتر می‌رسد. توان نیروگاه ۱۰۰ کیلووات بوده و ما ۵ عدد اینورتر ۲۰ کیلوواتی با نام SMA ساخت کشور آلمان به مدل sunny tripower 320-800v TL 20000TL-30 را انتخاب کردیم. بیشترین بازده این اینورتر ۹۸/۴ درصد می‌باشد.



شکل (۶): نوع، تعداد و مارک اینورتر شرکت سازنده

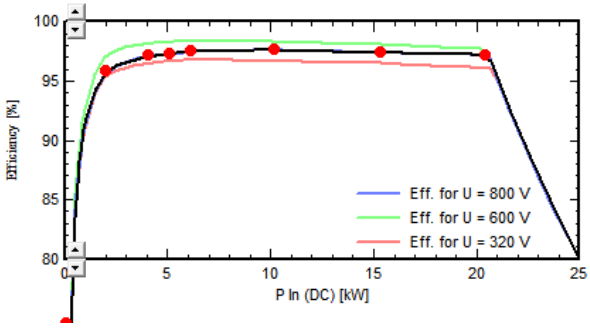
د- نمودار بازده-قدرت: در شکل (۷) منحنی کارایی یا دیاگرام بازده-قدرت اینورتر را مشاهده می‌کنید. که ولتاژ حداکثر، ولتاژ میانه و کمترین ولتاژ را نشان می‌دهد و هرچه ولتاژ خروجی بیشتر باشد بازده اینورتر کاهش پیدا می‌کند. در این نمودار اهمیت دما در طراحی نیروگاه فتوولتاییک را مشاهده می‌کنید که نقاط تعیین شده در نمودار مهم بوده و با کارایی و عملکرد نیروگاه رابطه مستقیم دارد.

قیمت هر ۱ کیلووات این مدل اینورتر طبق سایت علی بابا ۶۶ دلار است.

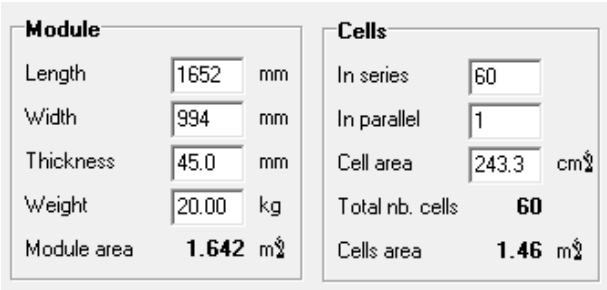
ه- شبیه‌سازی و سایه سه بعدی نیروگاه خورشیدی: بخش اصلی این پروژه، شبیه سازی سایه ۳بعدی (Near Shadings) است. قبل از شروع

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

بخش شبیه سازی باید طول و عرض پنل‌ها از دیتاشیت آنها یادداشت شود، زیرا که ابعاد پنل‌ها در چینش آنها بکار می‌آید.

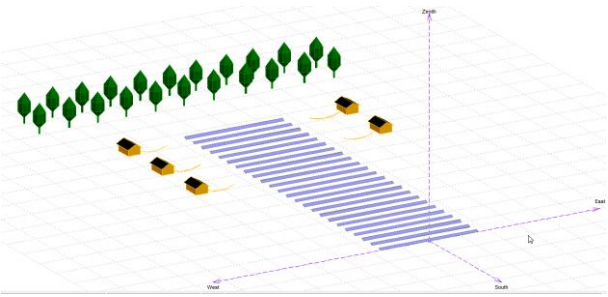


شکل (۷): دیاگرام بازده-قدرت اینورتر



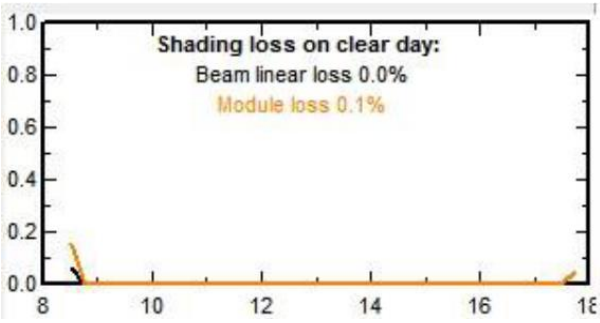
شکل (۸): ابعاد پنل خورشیدی و مشخصات آن

بعد از ورود به فضای سه بعدی شبیه‌سازی، آرایه‌های مد نظر خود را با توجه به مشخصات ذکر شده در تصویر بالا، رسم کرده‌ایم. در ادامه از آرایش فرضی نیروگاه اعم از درختان، سیم کشی و اتاقک اینورترها برای طراحی سیستم کمک گرفته می‌شود. نیروگاه شبیه‌سازی شده، سیستم جاگذاری پنل ۴۰ در ۱۰۰ است که جمعاً ۴۰۰ پانل خورشیدی می‌باشد. تصویر زیر نمونه کامل شده یک نیروگاه ۱۰۰ کیلوواتی در فضای شبیه-ساز نرم‌افزار PVsyst است.



شکل (۹): شبیه سازی سه بعدی نیروگاه فتوولتاییک ۱۰۰ کیلووات

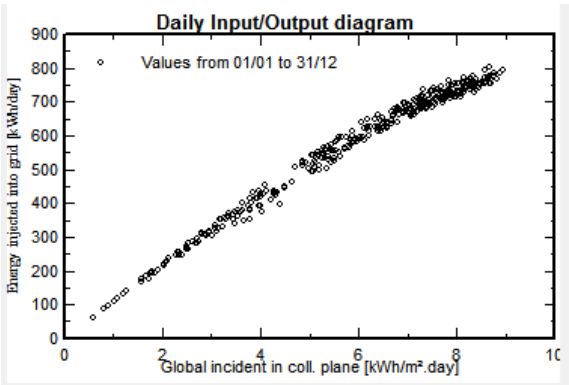
و- درصد سایه‌اندازی و افت سیستم: در شبیه‌سازی نیروگاه با رعایت فاصله طولی، فاصله بین ردیف‌ها ۲/۵ متر (پس از چند بار تکرار برای جلوگیری از سایه‌اندازی) در نظر گرفته شد. تست سایه نهایی در تاریخ ۲۱ دسامبر تنظیم می‌شود. در واقع طبق واقعیات جغرافیایی اگر سایه در یکی از سه روز ۲۰، ۲۱ و ۲۲ دسامبر بررسی شود گویا که سایه در کل سال بررسی شده است.



شکل (۱۰): نمودار سایه‌اندازی نیروگاه فتوولتاییک

نمودار موجود د ر شکل (۱۰) نشان می‌دهد مقدار هدر رفت سیستم ۰/۱ درصد بوده که قابل قبول است. زیرا مقدار قابل قبول هدر رفت باید از ۰/۳ کمتر باشد. از حدود ساعت ۸:۳۰ تابش آفتاب همراه با سایه را مشاهده می‌کنیم و در ساعت ۹ صبح مقدار سایه به صفر می‌رسد تا حدود ساعت ۱۷:۳۰ به بعد افت بازده و کارایی سیستم را مشاهده می-گنیم.

ز- نمودار ورودی و خروجی روزانه: پس از اتمام طراحی نیروگاه در فضای سه بعدی، نمودار ورودی و خروجی روزانه با توجه به تابش ماهانه خورشید در نقطه مورد نظر قابل مشاهده است. نزدیکی این نقاط به یکدیگر نشانگر دقت در طراحی نیروگاه است. نمودار پراکندگی که نشان دهنده میزان کیفیت سیستم و عناصر به کار رفته در آن (مخصوصاً اینورتر) را نشان می‌دهد، به صورت تقریباً خطی درآمده و با وجود اثر سایه کمترین اثر پراکندگی در آن مشاهده می‌شود. همانطور که در شکل (۱۱) مشاهده می‌شود تراکم روزهایی که شدت تابش بین ۵ تا ۹ کیلووات بر متر مربع است بیشتر است.



شکل (۱۱): نمودار ورودی و خروجی روزانه

۳-۳- خروجی اطلاعات نهایی در نرم‌افزار PVsyst

در سربرگ این گزارش پارامترهای مورد استفاده اعم از نام پروژه مورد نظر، توان نیروگاه، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و اختلاف ساعت نشان داده شده است. بخش بعدی گزارش مربوط به زاویه قرارگیری پنل‌ها، مدل پنل‌های مورد استفاده، مارک پنل، توان

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

پنل، تعداد پنل‌های مورد استفاده در این شبیه‌سازی، شیب پنل‌ها، نام و مدل اینورتر مورد استفاده، توان اینورترها و حداقل مقدار مساحت اشغال شده برای پنل‌ها می‌باشد.

مقدار تولید برق در نیروگاه خورشیدی ۱۰۰ کیلووات در خروجی شکل (۱۴) زیر مشخص شده است.

الف- تلفات نیروگاه: در شکل (۱۵) مقدار تلفات نیروگاه در ماه‌های مختلف نشان داده شده است. در این شکل ستون‌های قرمز رنگ مربوط به انرژی مفید تولید شده در ماه‌های مختلف است، ستون‌های بنفش رنگ تلفات پنل‌های خورشیدی را ترسیم کرده است و رنگ سبز تلفات مربوط به کابل کشی و اینورتر را نشان می‌دهد.

PVSYST V6.43 — 17/01/19 — Page 1/5

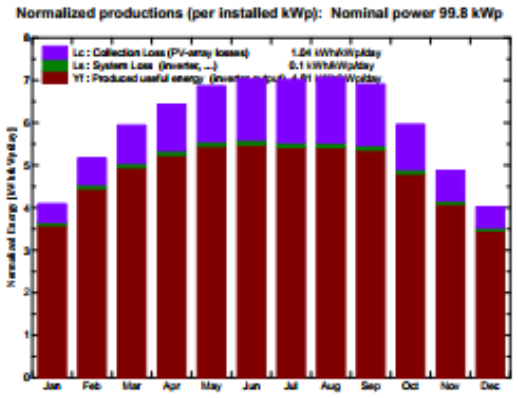
Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	aboutalebi-100kw-esfahan			
Geographical Site	Esfahan		Country	Iran
Situation	Latitude	32.0°N	Longitude	34.5°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+3.5	Altitude	1590 m
	Albedo	0.20		
Meteo data:	Esfahan	Meteonorm 7.1 (2006-2011), Sat=100% - Synthetic		
Simulation variant :	New simulation variant			
	Simulation date	17/01/19 14h18		
Simulation parameters				
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth	0°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	According to strings		Electrical effect	100 %
	Shadings of thin objects		Electrical effect	40 %
PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly Model	CHSM 6610P-250		
Custom parameters definition	Manufacturer	Astronergy		
Number of PV modules	In series	21 modules	In parallel	19 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	399	Unit Nom. Power	250 Wp
Array global power	Nominal (STC)	99.8 kWp	At operating cond.	88.5 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	572 V	I mpp	155 A
Total area	Module area	655 m²	Cell area	582 m²
Inverter	Model	Sunny Tripower 20000TL-30		
Custom parameters definition	Manufacturer	SMA		
Characteristics	Operating Voltage	320-800 V	Unit Nom. Power	20.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	9 * MPPT 50 %	Total Power	90 kWac
PV Array loss factors				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	63 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05
User's needs :	Unlimited load (grid)			

شکل (۱۳): مشخصات سلول و اینورتر استفاده شده و مساحت تعیین شده برای آرایه‌های فتوولتاییک

Main simulation results				
System Production	**Produced Energy**	**175.3 MWh/year**	Specific prod.	1757 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	80.9 %		

شکل (۱۴): برق تولید شده در یک سال توسط نیروگاه



شکل (۱۵): نمودار انواع تلفات نیروگاه در ماه‌های مختلف

۴- مقایسه نصب سلول‌های خورشیدی واقعی با نمونه شبیه‌سازی شده

در این قسمت مقایسه بین نیروگاه شبیه‌سازی شده ۱۰۰ کیلوواتی و نیروگاه ساخته شده شرکت فن‌آوران واقع در شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان صورت گرفته است. مارک پانل‌های مورد استفاده در نیروگاه احداث شده چیوسل بوده، توان نامی هر پانل ۳۲۵ وات و تعداد پانل‌های مورد استفاده در این نیروگاه ۳۰۶ عدد است. ملاحظه می‌شود هر دو نیرگاه با توان نامی تقریبی ۱۰۰ کیلووات طراحی شده‌اند تا بتوان در اخر خروجی سالیانه و مقدار $co2$ دفع شده به واسطه وجود این نیروگاه را مقایسه کرد. در نیروگاه شبیه‌سازی شده از پنل Astronge با توان نامی ۲۵۰ وات استفاده شد و تعداد پنل‌های مورد استفاده ۴۰۰ عدد است. در این نیروگاه از دو اینورتر ۵۰ کیلووات استفاده شده است. نام اینورتر مورد استفاده SMA ساخت کشور آلمان است. در نیروگاه شبیه-سازی شده از ۴ اینورتر ۲۰ کیلووات مارک SMA استفاده شد. خروجی سالیانه نیروگاه واقعی۱۸۲ مگاوات و خروجی نیروگاه شبیه‌سازی شده ۱۷۵/۳ مگاوات است. با احتساب توان نیروگاه، از ورود ۱۴۵ تن CO_2 به فضا جلوگیری می‌کند. و فاکتور خروجی عدم ورود CO_2 به جو در نیروگاه شبیه‌سازی شده ۲۰۷ تن است. مساحت زیر بنا این نیروگاه ۱۰۰۰ مترمربع بوده و مساحت زیر بنا نیروگاه شبیه‌سازی شده ۶۵۵ مترمربع است. ملاحظه می‌شود خروجی‌های سالانه نیروگاه‌های شبیه‌سازی شده و واقعی بسیار به هم نزدیک است ولی مقدار CO_2 دفع شده در نیروگاه شبیه‌سازی شده نزدیک به ۴۰ درصد نسبت به حالت واقعی افزون‌تر است. برای بررسی دقیق‌تر سعی شده است که ورودی های نرم‌افزار بیشتر به حالت واقعی نزدیک شود که بازهم خروجی‌ها مورد مقایسه قرار بگیرند.

در جدول (۲) مقایسه پارامترهای نیروگاه شبیه‌سازی شده و واقعی آمده است. در این جدول تعداد پانل‌ها ۳۰۶ و ۴۰۰ و توان هر پانل به ترتیب ۳۲۵ و ۲۵۰ وات در نظر گرفته شده است.

برای مقایسه بهتر یک نیروگاه ۱۰۰ کیلووات را با توجه به اطلاعات ورودی نیروگاه واقعی، شبیه‌سازی کرده و نتایج حاصل مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در نیروگاه واقعی از پانل ۳۲۵ وات استفاده شده و تعداد ۳۰۶ عدد ماژول آرایه‌بندی شده است. در نیروگاه شبیه‌سازی شده هم از پانل ۳۲۵ وات به تعداد ۳۰۶ عدد ماژول در فضای شبیه‌سازی نرم‌افزار آرایه‌بندی شده است. زاویه شیب پانل‌ها با توجه به عرض جغرافیایی اصفهان تنظیم شده است.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

جدول (۲): مقایسه پارامترهای نیروگاه شبیه‌سازی شده و واقعی

فاکتورها	نیروگاه ۱۰۰ کیلوواتی واقعی	نیروگاه ۱۰۰ کیلوواتی شبیه-سازی شده در کار حاضر
تعداد پانل‌ها	۳۰۶	۴۰۰
توان هر پانل	۳۲۵ وات	۲۵۰ وات
مارک پانل انتخابی	چیوسل	Astrometry
تعداد اینورتر	۲	۴
قدرت اینورتر	۵۰ کیلووات	۲۰ کیلووات
نام اینورتر	SMA	SMA
خروجی سالیانه	۱۸۲ مگاوات ساعت	۱۷۵/۳ مگاوات ساعت
مقدار co_2 وارد نشده به واسطه نیروگاه	۱۴۵ تن	۲۰۷ تن
هزینه سرمایه گذاری	۶۵۰۰۰ دلار	۵۲۳۰۰ دلار
مساحت زیربنا	۱۰۰۰ متر مربع	۶۵۵ متر مربع

برای جلوگیری از سایه اندازی و بهبود کارایی سیستم، فاصله بین پانل‌ها در نیروگاه واقعی و شبیه‌سازی ۱۸۰ در نظر گرفته شده است. با توجه به مساحت پانل‌ها به ۵۹۴ مترمربع زمین نیاز است. فرض می‌شود ۲۶۷۳ دلار هزینه خرید زمین است. در نیروگاه شبیه‌سازی شده و واقعی از دو اینورتر ۵۰ کیلووات استفاده شده و برای نیروگاه شبیه‌سازی شده هزینه سرمایه‌گذاری ۴۹۷۷۲ دلار و ۱۵ درصد هزینه پیش‌بینی نشده معادل ۷۸۶۶/۷۵ دلار است که جمع کل سرمایه‌گذاری ۵۷۶۳۸/۷۵ دلار می-رسد. خروجی سالانه نیروگاه واقعی و نیروگاه شبیه‌سازی شده ۱۸۲ مگاوات ساعت در سال است. نیروگاه واقعی از ورود ۱۴۵ تن در سال co_2 به فضا جلوگیری می‌کند و همچنین نیروگاه شبیه‌سازی شده از ورود ۲۰۷ تن co_2 به فضا جلوگیری می‌کند.

مشاهده می شود خروجی‌های سالانه نیروگاه‌های شبیه‌سازی شده و واقعی کاملا برهم منطبق است ولی همچنان مقدار co2 دفع شده در نیروگاه شبیه‌سازی شده نزدیک به ۴۰ درصد نسبت به حالت واقعی افزون‌تر است. در کل از مقایسه این دو نیروگاه به انطباق بسیار خوب نمونه شبیه‌سازی و واقعی پی برده شد. بنابراین استفاده از این نرم‌افزار برای نمونه‌های دیگر تا حد زیادی قابل اعتماد است.

مقایسه پارامترهای نیروگاه شبیه‌سازی شده در حالت نزدیک‌تر به نمونه واقعی در جدول (۳) آمده است. در این جدول تعداد پانل‌ها و توان هر پانل برای دو حالت یکسان در نظر گرفته شده است.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله یک نیروگاه فتوولتاییک ۱۰۰ کیلووات متصل به شبکه در منطقه جغرافیایی اصفهان با استفاده از نرم‌افزار PVsyst مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و نتایج زیر حاصل شد:

- با بررسی نسبت عملکرد که تا حدودی راندمان یک نیروگاه خورشیدی را بیان می‌کند مشاهده شد اثرات دما مهمترین عاملی است که بر روی راندمان یک نیروگاه خورشیدی تأثیر می‌گذارد. به گونه‌ای که هرچه دما افزایش یابد مقدار بازدهی نیروگاه کاهش پیدا می‌کند.

جدول (۳): مقایسه پارامترهای نیروگاه شبیه‌سازی شده در حالت نزدیک‌تر به نمونه واقعی

فاکتورها	نیروگاه ۱۰۰ کیلوواتی واقعی	نیروگاه ۱۰۰ کیلوواتی شبیه‌سازی شده در کار حاضر
تعداد پانل‌ها	۳۰۶	۳۰۶
توان هر پانل	۳۲۵ وات	۳۲۵ وات
مارک پانل انتخابی	چیوسل	Astrometry
تعداد اینورتر	۲	۲
قدرت اینورتر	۵۰ کیلووات	۵۰ کیلووات
نام اینورتر	SMA	SMA
خروجی سالیانه	۱۸۲ مگاوات ساعت	۱۸۲ مگاوات ساعت
مقدار co_2 وارد نشده به واسطه نیروگاه	۱۴۵ تن	۲۰۷ تن

- با توجه به ظرفیت ۱۰۰ کیلوواتی نیروگاه، این سیستم از ورود ۲۰۷ تن co2 به جو جلوگیری می‌کند.
- در مدل‌سازی فوق هزینه‌های سرمایه‌گذاری اعم از خرید تجهیزات مورد نیاز برای احداث نیروگاه، هزینه‌های سیم‌کشی، هزینه نصب و غیره مورد بررسی قرار گرفت.

در انتها نیروگاه شبیه‌سازی شده با یک نمونه واقعی مقایسه و مشاهده شد که فاکتورها برای احداث نیروگاه با یکدیگر اختلاف چندانی نداشته و حتی نمونه شبیه‌سازی شده به دلایل زیرکارآمد تر است:

- تعداد پانل‌های مصرفی در نیروگاه شبیه‌سازی شده کمتر از نیروگاه واقعی است.
- حجم مساحت اشغال شده توسط پانل‌ها در نیروگاه شبیه‌سازی شده کمتر از نیروگاه واقعی است.
- در نیروگاه واقعی از ۲ اینورتر برای سیستم خورشیدی استفاده شده در صورتی که برای سیستم شبیه‌سازی شده از ۴ اینورتر استفاده شده است که در مواقع مشکل یا خرابی جزیی از سیستم، نیازی به از کار انداختن کل سیستم نیست.

همچنین سعی شد هزینه‌های کل سرمایه‌گذاری برای نیروگاه شبیه-سازی شده مقرون به صرفه تر از نیروگاه واقعی تخمین و محاسبه شود. نیروگاه شبیه‌سازی شده سالاته از ۲۰۷ تن co2 به جو جلوگیری می-کند، در صورتی که نیروگاه واقعی از ۱۴۵ تن co2 به جو جلوگیری می‌کند. شبیه‌سازی این سیستم با توجه به ظرفیت نیروگاه مورد نظر، سالانه ۱۷۵/۳ مگاوات ساعت در سال انرژی تولید می‌کند.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

مراجع

[۱] براتی, ح.، حبیب‌زاده, ع.، لشکرآرا, ا.، آقایی، ج.، **"استراتژی پیشنهاد بهینه شرکت‌های تولیدی، در بازارهای انرژی و رزرو با استفاده از برنامه‌ریزی خطی"**، روش‌های هوشمند در صنعت برق، سال: ۲، ش.: ۷، ص.: ۱۱-۲۰، ۱۳۹۰.

[۲] باقرزاده انصاری، ک.، لشکرآرا، ا.، **"در مدار قرار گرفتن تصادفی نیروگاه ها با درنظرگرفتن منابع انرژی تجدیدپذیر و بارهای تعویق پذیر توسط الگوریتم ژنتیک"**، تحقیقات نوین در برق، سال: ۲، ش.: ۳، ص.: ۲۳-۲۹، ۱۳۹۲.

[۳] براتی، ح.، فتحی, ا.، نصیر، م.، **"در مدار قرار گرفتن بهینه واحدهای نیروگاهی حرارتی با استفاده از روش ترکیبی منطق فازی و الگوریتم جهش قورباغه"**، روش‌های هوشمند در صنعت برق، سال: ۹، ش.: ۳۵، ص.: ۴۹-۶۲، ۱۳۹۷.

[۴] محسنی، م.، جورابیان، م.، براتی، ح.، رفیع‌نیا، ع.، **"مطالعه و آنالیز مدیریت تراکم در بازار برق هیبرید"**، روش‌های هوشمند در صنعت برق، سال: ۳، ش.: ۱۲، ص.: ۵۵-۶۰، ۱۳۹۱.

[5] E. Hosseini, N. Behzadfar, M. Hashemi, M. Moazzami, M. Dehghani, "*Control of pitch angle in wind turbine based on doubly fed induction generator using fuzzy logic method*", Journal of Renewable Energy and Environment, 2022 (in Press).

[6] E. Jafari, A. Marjanian, S. Silaymani, G. Shahgholian, "*Designing an emotional intelligent controller for IPFC to improve the transient stability based on energy function*", Journal of Electrical Engineering and Technology, Vol. 8, No. 3, pp. 478-489, 2013

[7] M. Borhani, S. Yaghoubi, "*Numerical simulation of heat transfer in a parallel plate channel and promote dissipative particle dynamics method using different weight functions*", International Communications in Heat and Mass Transfer, vol. 115, Article Number: 104606, June 2020.

[8] M. Kamali, B. Fani, G. Shahgholian, G.B. Gharehpetian, M. Shafiee, "*Harmonic compensation and micro-grid voltage and frequency control based on power proportional distribution with adaptive virtual impedance method*", Journal of Intelligent Procedures in Electrical Technology, vol. 14, no. 53, pp. 33-60, June 2023.

[9] B. Karimkhani, S. Yaghoubi, "*Study of elbow flexion orthosis with design and thermal analysis*", Journal of Science And Engineering Elites, vol. 5, no. 6, pp. 74-80, 2021.

[10] G. Shahgholian, K. Khani, M. Moazzami, "*Frequency control in autanamous microgrid in the presence of DFIG based wind turbine*", Journal of Intelligent Procedures in Electrical Technology, vol. 6, no. 23, pp. 3-12, December 2015.

[11] E. Bullich-Massagué, F.J. Cifuentes-García, I. Glenny-Crende, M. Cheah-Mañé, M. Aragüés-Peñalba, F. Díaz-González, O. Gomis-Bellmunt, "*A review of energy storage technologies for large scale photovoltaic power plants*", Applied Energy, vol. 274, Article Number: 115213, Sept. 2020.

[12] M. Borhani, S. Yaghoubi, "*Improvement of energy dissipative particle dynamics method to increase accuracy*", Journal Therm Anal Calorim, vol. 144, pp. 2543–2555, 2021.

[13] M. Malvonia, N.M. Kumarb, S.S Choprab, N. Hatziargyriou, "*Performance and degradation assessment of large-scale grid-connected solar photovoltaic power plant in tropical semi-arid environment of India*", Solar Energy, vol. 203, pp. 101–113, June 2020.

[۱۴] باقران شعرباف، ا.، شجاعی، ع.ا.، اتحادیه، ع.، **"شبیه‌سازی و تحلیل مدل‌های دودکش خورشیدی بر اساس اقلیم آب و هوایی شهر بم"**، تحقیقات نوین در برق، سال: ۸، ش.: ۳، ص.: ۱-۱۱، ۱۳۹۸.

[۱۵] اسماعیلی رنجبر، ف.، فاتحی مرج، ح.، شاهقلیان، غ.، **"طراحی و شبیه‌سازی سیستم ردیاب دو محوره خورشید با استفاده از روابط دقیق زوایای خورشیدی"**، روش‌های هوشمند در صنعت برق، سال: ۳، ش.: ۱۲، ص.: ۳-۱۲، ۱۳۹۱.

[16] G. Haghshenas, S.M.M. Mirtalaei, H. Mordmand, G. Shahgholian, "*High step-up boost-flyback converter with soft switching for photovoltaic applications*", Journal of Circuits, Systems, and Computers, Vol. 28, No. 1, pp. 1-16, Jan. 2019.

[17] M. Zamani, G. H. Riahy, N. Abdolghani, M. H. Zamani, G. Shahgholian, "*Utilization of thermal energy storage for reducing battery bank size of hybrid (wind-PV) systems*", Proceeding of the IEEE/ICCEP, pp. 709-714, Ischia, Italy, June 2011.

[18] A. Zabihi, I. Sadeghkhani, B. Fani, "*A partial shading detection algorithm for photovoltaic generation systems*", Journal of Solar Energy Research, vol. 6, no. 1, pp. 678-687, Winter 2021.

[19] P. Wang, S. Zhang, T. Pu, S. Cao, Y. Zhang, "*Estimation of photovoltaic power generation potential in 2020 and 2030 using land resource changes: An empirical study from China*", Energy, vol. 219, Article Number: 119611, March 2021.

[20] A. Sierra, C. Gercek, K. Geurs, A. Reinders, "*Technical, financial, and environmental feasibility analysis of photovoltaic EV charging stations with energy storage in china and the united states*", IEEE Journal of Photovoltaics, vol. 10, no. 6, pp. 1892-1899, Nov. 2020.

[21] A. Hashemizadeh, Y. Ju, P. Dong, "*A combined geographical information system and best–worst method approach for site selection for photovoltaic power plant projects*", International Journal of Environmental Science and Technology, vol. 17, pp. 2027–2042, 2020.

[22] S. Gorji, S. Zamanian, M. Moazzami, "*Techno-economic and environmental base approach for optimal energy management of microgrids using crow search algorithm*", Journal of Intelligent Procedures in Electrical Technology, vol. 11, no. 43, pp. 49-68, Autumn 2020.

[23] I. Sadeghkhani, "*Analysis of hybrid reference frame limiting strategy performance in the presence of secondary control of inverter based islanded microgrids*", Journal of Intelligent Procedures in Electrical Technology, vol. 9, no. 33, pp. 3-14, June 2018.

[24] H. Hafeznia, H. Yousefi, F.R. Astaraei, "*A novel framework for the potential assessment of utility-scale photovoltaic solar energy, application to eastern Iran*", Energy Conversion and Management, vol. 151, pp. 240-258, nov. 2017.

[25] N.M. Kumar, M.R. Kumar, P.R. Rejoice, M. Mathew, "*Performance analysis of 100 kWp grid connected si-poly photovoltaic system using PVsyst simulation tool*", Energy Procedia, vol. 117, pp 180-189, June 2017.

[26] M. Malvoni, A. Leggieri, G. Maggiotto, P.M. Congedo, M.G. De Giorgi, "*Long term performance, losses and efficiency analysis of a 960 kWP photovoltaic system in the Mediterranean climate*", Energy Conversion and Management, vol. 145, pp.169-181, Aug. 2017.

[27] S.K. Yadav, U. Bajpai, "*Performance evaluation of a rooftop solar photovoltaic power plant in Northern India*",

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

Energy for Sustainable Development, vol. 43, pp 130-138, April 2018.

[28] A. Q. Al-Shetwi, M.Z. Sujod, F. Blaabjerg, "*Low voltage ride-through capability control for single-stage inverter-based grid-connected photovoltaic power plant*", Solar Energy, vol. 159, pp. 665-681, Jan. 2018.

[29] D. Chudinzow, J. Haas, G. Díaz-Ferrán, S. Moreno-Leiva, L, Eltrop, "*Simulating the energy yield of a bifacial photovoltaic power plant*", Solar Energy, v. 183, pp. 812-822, May 2019.

[30] S. Sreenath, K. Sudhakar, Yusop AF, "*7E analysis of a conceptual utility-scale land-based solar photovoltaic power plant*", Energy, vol. 219, Article Number: 119610, 2021.

[31] E.B. Agyekum, F. Amjad, L. Shah, V.I. Velkin, "*Optimizing photovoltaic power plant site selection using analytical hierarchy process and density-based clustering– Policy implications for transmission network expansion, Ghana*", Sustainable Energy Technologies and Assessments, vol. 47, Article Number: 101521. Aug. 2021.

رزومه



سمیه یعقوبی تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک (طراحی مکانیکی)، کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی) و دکتری مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی) را به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۴ از دانشگاه صنعتی اصفهان اخذ نموده‌اند. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه تبدیل انرژی، روش‌های عددی شبیه‌سازی، بایومکانیک و انرژی‌های تجدیدپذیر است.

زیرنویس‌ها

[1] Renewable energy
[2] Geographic information system
[3] Low voltage ride-through
[4] Performance ratio

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]

Design a 100 kW Photovoltaic Power Plant in Isfahan- Economic and Environmental Study

Mohammad Reza Aboutalebi[1,3], Somayeh Yaghoubi[2,3]

1- M.Sc., Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
2- Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran, s.yaghoubi@pmc.iaun.ac.ir
2- Aerospace and Energy Conversion Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

Abstract: In this paper a 100 kW solar power plant is designed in Isfahan and has been studied economically and environmentally. It has been investigated to determine the distance of the panels from each other in order to prevent shadows on the modules the proper angle of the panels to estimate the optimal efficiency of the system and the proper arrangement of the arrays. Then it is stated the calculation of costs for investment performance coefficient and calculation of output power. The results show that the design of this power plant prevents the entry of amounts of carbon dioxide (CO_2) into the atmosphere, and according to the output power is provided, a percentage of the energy of an educational environment (Isfahan University of Medical Sciences). Finally, the default sample was compared with a real power plant in operation and the design was shown to be correct.

Keywords: performance coefficient, renewable energy, shading, solar power plant.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.1.6.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11, No. 1, Spring 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-13]