ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۱ (پیاپی:۱)، خرداد ۱۳۹۹
صفحات ۲۷-۱۴

بهره‌برداری از انرژی خورشیدی در یک ساختمان مسکونی به منظور کاهش مصرف انرژی و آلایندگی زیست محیطی

سید محمدرضا حسینی علی آباد[1*]، رضا حسنی[2]، مهدی کشاورز[3]، محمدمعین رشیدپور[4]، حدیث سرلک[5]

۱- گروه مهندسی مکانیک، مازندران
۲- گروه مهندسی برق، ارومیه
۳- گروه مهندسی برق، ارومیه
۴- گروه مهندسی مکانیک، انزلی
۵- گروه مهندسی مکانیک، قم

چکیده

انرژی خورشید به عنوان یک انرژی بی‌نهایت، پاک، تجدیدپذیر و مقرون به صرفه بودن می‌تواند جایگزین سوخت-های فسیلی گردد. با استفاده از انرژی خورشیدی که به عنوان یک انرژی تمیز و پاک محسوب می‌گردد، می‌توان باعث کاهش مصرف انرژی، کاهش وابستگی به نفت و همچنین کاهش انتشار گازهای آلاینده گردید. سلول خورشیدی نیز می‌تواند با جذب نور خورشید، برق تولید نماید. از این رو در منازل مسکونی که به دست بشر ساخته می‌شود، میزان مصرف انرژی در آن‌ها زیاد می‌باشد و از آنجا که سوخت‌های تجدیدناپذیر یک روز به پایان می‌رسند، استفاده از پنل‌های خورشیدی در منازل مسکونی به جهت تامین انرژی الکتریکی می‌تواند بهترین گزینه باشد. از همین رو در مقاله پیش رو از انرژی خورشیدی در یک ساختمان دو طبقه سه واحدی توسط نرم‌افزار PV SYST استفاده و شبیه‌سازی گردیده است.

واژگان کلیدی: بهره‌برداری، انرژی خورشیدی، ساختمان، آلایندگی، نرم‌افزار PVSYST

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۱ (پیاپی:۱)، خرداد ۱۳۹۹
صفحات ۲۷-۱۴

۱- مقدمه

با توجه به رشد و توسعه تکنولوژی در صنایع مختلف به‌کارگیری و تولید بهینه منابع انرژی پاک در جهان در بین جوامع پیشرفته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. اهمیت و ارزش منابع انرژی همواره کشورهای پیشرفته را در پی پیدا کردن منابع نامحدود و با صرفه اقتصادی ترقیب کرده است. رشد شدید فناوری‌های نوین در کلیه سطوح صنایع نیاز انسان را به استفاده روزافزون از نیروی برق به عنوان یک انرژی پاک و بهینه را بر می‌شمارد(برهانی و همکاران، ۱۳۹۷).

بحران انرژی که از دهه ۱۹۶۰ آغاز گردید، کشورهای جهان را بر آن داشته که با مسائل مربوط به انرژی، برخوردی متفاوت داشته باشند. در این میان جایگزینی انرژی‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر و از جمله انرژی خورشیدی به منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال فراوانی روبرو شده است. خورشید به طور متوسط در هر ثانیه ۱۰۲۰× ۱/۱ کیلو وات ساعت انرژی ساطع می‌کند. از کل انرژی منتشر شده توسط خورشید، تنها در حدود ۴۷٪ آن به زمین می‌رسد (به دلیل مسائلی همچون بازتاب و جذب بخشی از نور توسط ذرات معلق در هوا). این بدان معنی است که زمین در هر ساعت در حدود ۶۰ میلیون BTU دریافت می‌کند. یعنی انرژی ناشی از سه روز تابش خورشید به زمین برابر با تمام انرژی ناشی از احتراق کل سوخت‌های فسیلی در دل زمین است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اثر تابش خورشید به مدت چهل روز، می‌توان انرژی مورد نیاز یک قرن را ذخیره نمود(نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران، ۱۳۸۸).

با توجه بر اینکه مصرف انرژی‌های فسیلی علت اصلی آلودگی هوا و تغییر اقلیم است، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر موجب کاهش آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین کاهش وابستگی به نفت، حفظ محیط زیست و در نهایت منجر به توسعه پایدار می‌شود و از سویی رویکرد اصلی توسعه پایدار در دنیا تکیه بر انرژی های نو و تجدیدپذیر است(حاجی‌پور و فروزان، ۱۳۹۳). سلول‌های خورشیدی یا اصطلاحا پنل‌های خورشیدی از جمله ابزارهایی هستند که می توانند انرژی پاک و نامتناهی خورشید را به انرژی برق تبدیل نمایند. با افزایش بازده و کاهش قیمت این ادوات، بکارگیری آن‌ها جهت جبران مشکل کمبود انرژی در حال گسترش است به طوری که پیش‌بینی می‌شود در چهل سال آینده بیش از یک سوم برق مصرفی در یک کشور صنعتی مانند آلمان از طریق این پنل‌ها تولید گردد(Kumar Shukla et al, ۲۰۱۶).

منازل مسکونی از جمله ساختارهای دست ساخت بشر هستند که میزان مصرف انرژی در آن‌ها زیاد می باشد. از طرفی، انسان برای آرامش و سکنی گزینی نیاز به تامین انرژی در این فضاهای خصوصی خود دارد و از طرفی دیگر، مقادیر بسیار زیادی از سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیر که امروزه برای تولید انرژی مصرف می‌شوند سوخت‌هایی هستند که در دسترس نسل‌های آینده نخواهد بود و آیندگان از آن محروم خواهند ماند. بدلیل فرآیندهایی که در تبدیل سوخت به انرژی نقش دارند در دراز مدت اثرات منفی بر محیط زیست خواهند گذاشته و خواهند گذارد. بنابراین، آرامش و آسایش در محیط و فضای زیستی تحت تاثیر آلاینده‌های انرژی و نحوه تامین انرژی می‌باشد. در این راستا، می‌باید مباحثی مورد مداقه قرار گیرند؛ از جمله، نحوه تامین انرژی و شکل و نوع فضاهای ساختمانی موجود و ایجاد شده برای آینده، باید بر اساس رویکردهایی باشند که حس و قابلیت پاسخ‌گویی و مسئولیت‌پذیری در برابر شرایط زیستی، آسایش و آرامش از یک سو، و حفظ طبیعت و ذخایر آن و بهره‌گیری از پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر، به خصوص انرژی خورشیدی، در آن‌ها مورد حصول واقع گردد. بهره‌گیری از خورشید به عنوان یکی از منابع مهم انرژی از آن سو اهمیت دارد که در سراسر گیتی و به خصوص در ایران، در دسترس بوده، و فاقد اثرات مخرب زیست محیطی می‌باشد(هدفی و نجفی زارع، ۱۳۹۲).

استفاده از انرژی خورشیدی در منازل مسکونی در خیلی از کشورهایی که حتی شرایط اقلیمی متفاوتی نسبت به ایران دارند، روز به روز در حال افزایش است. به عنوان مثال کشور آلمان ۳۰ تا ۵۰ درصد کل ظرفیت نصب شده فتوولتاییک جهان را به

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۱ (پیاپی:۱)، خرداد ۱۳۹۹
صفحات ۲۷-۱۴

خود اختصاص داده است. از سال ۲۰۰۷ ظرفیت تولید برق از انرژی خورشیدی این کشور در حدود ۲۵ گیگاوات است و دولت آلمان قصد دارد این ظرفیت را تا سال ۲۰۳۰ به ۶۶ گیگاوات افزایش دهد. نظیر آن چیزی که در دیگر کشورهای اروپایی اسپانیا در ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و ایتالیا در ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ رخ دادند، آلمان تعرفه انرژی را تا ۴۰ درصد کاهش داده است و به مدت دو دهه کشوری پیشرو در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر بوده، اولین قوانین تعرفه انرژی آلمان در سال ۱۹۹۱ به تصویب رسیدند؛ بعضی از مزایایی که این سیستم تولید انرژی دارد به شرح ذیل است(شمالی، ۱۳۹۴):

۱) کاهش آلودگی محیط زیست

۲) مقرون به صرفه بودن

۳) آسانی طراحی سیستم و نصب و بهره‌برداری از آن

۴) کاهش هزینه‌های زندگی هر خانواده و بالا رفتن سطح آسایش و کیفیت زندگی

۵) صرفه‌جویی در هزینه‌های کلان دولت

۶) تجدیدپذیر بودن

۷) پاک بودن

۸) ایجاد اشتغال

۹) حفظ ذخایر زیرزمینی

۱۰) تحقیق و توسعه

افتخار افضلی و افهمی در سال ۱۳۹۸ بیان کردند که با یک تفکر طراحی و برنامه‌ریزی دقیق می‌توان ساختمان‌هایی را ساخت که کمترین تاثیر منفی بر محیط زیست داشته باشند و همچنین اذعان داشتند که با طراحی اصولی ساختمان‌ها و با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه و استفاده درست از انرژی خورشیدی می‌توان نقش بسزایی در کاهش مصرف انرژی ساختمان داشت. در نهایت، محاسبه بار حرارتی ساختمان با تمرکز بر بهره‌مندی از تابش خورشید در شهر کرمان توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر انجام داده‌اند که طبق نتایج تحقیق می‌توان با استفاده از تکنولوژی‌های نوین در راستای بهره‌مندی از انرژی تجدیدپذیر در طراحی مجتمع مسکونی، مصرف انرژی در ساختمان را کاهش داد.

ترابی در سال ۱۳۹۷ به بررسی استفاده بهینه از انرژی خورشیدی در طراحی ساختمان‌های مسکونی پرداخت. این نویسنده بیان نمود امروزه جهت تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شوند و اینگونه سوخت‌ها روزی به پایان می‌رسند و نسل‌های آینده دسترسی ندارند. از همین رو وی در پژوهش خود ذکر نمود یکی از منابع مهم انرژی خورشید است که به عنوان یک منبع مفید و تامین کننده‌ی انرژی می‌تواند در بیشتر نقاط جهان بکار گرفته گردد. همچنین عنوان نمود در ساختمان‌سازی بایستی تمهیداتی اعمال گردد که بتوان حداکثر استفاده از انرژی خورشیدی را به صورت جذب مستقیم و یا از طریق هدایت حرارتی و یا از طریق جذب و انباشت حرارت نمود تا برای گرمایش و سرمایش استفاده شود.

جورسرایی آلاشتی در سال ۱۳۹۷ بر روی نقش انرژی خورشیدی در ساختمان‌های تجاری و مسکونی تحقیق و پژوهش کرد. این نویسنده ذکر نمود انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع بی‌پایان می‌تواند بسیاری از مشکلات در زمینه انرژی و محیط زیست را حل نماید. وی با بیان اینکه صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان‌ها به یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در طراحی و ساخت

ساختمان‌های نو تبدیل شده است؛ اذعان داشت با استفاده از انرژی خورشیدی به عنوان یکی از انرژی‌های پاک می‌توان در بهبود طراحی ساختمان‌های مسکونی و تجاری قدم بزرگی برداشت.

۲- انرژی خورشیدی و مزایای آن

خورشید نه تنها خود منبع عظیم انرژی است، بلکه سرآغاز حیات و منشا تمام انرژی‌های دیگر است. طبق برآوردهای علمی در حدود ۶۰۰۰ میلیون سال از تولد این گوی آتشین می‌گذرد و در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می‌شود. با توجه به وزن خورشید که حدود ۳۳۳ هزار برابر وزن زمین است. این کره نورانی را می‌توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده به حساب آورد. زمین در فاصله ۱۵۰ میلیون کیلومتری خورشید واقع است و ۸ دقیقه و ۱۸ ثانیه طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶).

جالب است بدانیم که سوخت‌های فسیلی ذخیره شده در اعماق زمین، انرژی‌های باد و آبشار و امواج دریاها و بسیاری موارد دیگر انرژی دریافتی خود را از خورشید می‌گیرند. شناخت انرژی خورشید و استفاده از آن برای منظورهای مختلف به زمان ما قبل تاریخ باز می‌گردد؛ شاید به دوران سفالگری. در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جام‌های بزرگ طلایی صیقل داده شده و اشعه خورشید، آتشدان‌های محراب‌ها را روشن می‌کردند. یکی از فراعنه مصر معبدی ساخته بود که با طلوع خورشید درب آن باز و با غروب خورشید درب بسته می‌شد. ولی مهم‌ترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بهین شده، داستان ارشمیدس دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می‌باشد که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید. در ایران نیز معماری سنتی ایرانیان باستان نشان دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و موثر از انرژی خورشید در زمان‌های قدیم بوده است و با وجود آنکه انرژی خورشید و مزایای آن در قرون گذشته به خوبی شناخته شده بود ولی بالا بودن هزینه اولیه چنین سیستم‌هایی از یک طرف و عرضه نفت و گاز ارزان از طرف دیگر، سد راه پیشرفت این سیستم‌ها شده بود تا اینکه افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ باعث شد که کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند به مسئله تولید انرژی از راه‌های دیگر (غیر از سوخت‌های فسیلی) توجه جدی‌تری نمایند. در عصر حاضر از انرژی خورشیدی توسط سیستم‌های مختلف و برای مقاصد متفاوت استفاده و بهره‌گیری می‌شود که عبارتند از(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶):

۱) استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی

۲) تبدیل مستقیم نور حاصل از پرتوهای خورشید به الکتریسیته به وسیله تجهیزاتی به نام فتوولتاییکی این بخش از کاربردهای انرژی خورشیدی شامل دو گروه کاربردهای نیروگاهی و غیر نیروگاهی می‌باشد.

کاربرد نیروگاهی: تاسیساتی که با استفاده از آن‌ها انرژی جذب شده حرارتی خورشید به الکتریسیته تبدیل می‌شود، نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می‌شود. کاربردهای غیر نیروگاهی از انرژی حرارتی خورشید شامل موارد متعددی می‌باشد که اهم آن‌ها عبارتند از: آبگرمکن و حمام خورشیدی، سرمایش و گرمایش خورشیدی، آب شیرین کن خورشیدی، خشک کن خورشیدی، اجاق خورشیدی، کوره‌های خورشیدی و خانه‌های خورشیدی(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶).

خورشید، گوی غول پیکر درخشانی در وسط منظومه شمسی و تامین کننده نور، گرما و انرژی‌های دیگر زمین است. تقریبا تمامی منابع انرژی روی زمین به وسیله خورشید تامین می‌گردد. فقط انرژی اتمی، انرژی داخل زمین و آن قسمتی از انرژی جزر و مد که به وسیله نیروی جاذبه ماه می‌باشد به وسیله خورشید تامین نمی‌شود(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶).

مزایای انرژی خورشیدی عبارتند از:

۱) تجدیدپذیر بودن: انرژی خورشید یک منبع بی‌پایان است و از بین نمی‌رود؛ و تا زمانی که خورشید همچنان در حال تابش است امکان استفاده از این انرژی وجود دارد و دانشمندان عمر خورشید را حدود ۵/۶ میلیارد سال تخمین زده‌اند(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶. Görig and Breyer, ۲۰۱۶).

۲) قابلیت دسترسی: انرژی خورشیدی در همه جای دنیا یافت می‌شود و فقط مختص کشورهای استوایی نیست، بلکه سایر کشورها نیز با بکارگیری از تکنولوژی‌های نوین در استفاده از این انرژی می‌توانند از آن بهره‌مند شوند. به طور مثال می‌توان گفت که یکی از کشورهای با ظرفیت بالا توان خورشیدی، آلمان است(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶. Görig and Breyer, ۲۰۱۶

۳) دوستدار و حفظ سلامت محیط زیست: استفاده از انرژی خورشیدی در کل آلودگی به همراه ندارد. هر چند که مقدار آلودگی در اثر ساخت، انتقال و نصب نیروگاه‌های خورشیدی وجود دارد، اما میزان آن‌ها در مقابل نیروگاه‌های سوخت فسیلی متداول بسیار کم است و از این رو انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل می-رسانند(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶. Kabir et al, ۲۰۱۸).

۴) کاهش هزینه برق مصرفی: استفاده از انرژی خورشیدی موجب شده تا نیاز به استفاده از شبکه‌های برق مصرفی کاهش پیدا نماید و صاحبان خانه‌های مسکونی در صورتی که امکانات شبکه‌ای آن وجود داشته باشد می‌توانند میزان برق تولیدی مازاد بر مصرف خود را به شبکه فروخته و در مقابل تعرفه‌های مصوب را دریافت نمایند. این بدین معنی است که صاحبان خانه می‌توانند هزینه برق مصرفی خود را به شدت کاهش دهند(ملک‌زاده و امیری، ۱۳۹۶. Machol and Rizk, ۲۰۱۳).

۳- موقعیت کشور ایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی

ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته که این منطقه به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط زمین در بالاترین رده‌ها قرار دارد؛ به نحوی که میزان تابشی خورشید در ایران ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلو وات ساعت بر مترمربع تخمین زده شده است که بسیار بالاتر از متوسط جهانی است. همچنین به طور متوسط سالیانه بیش از ۳۰۰ روز آفتابی در ایران گزارش شده است. که بسیار قابل توجه است این آمار نشان دهنده پتانسیل بسیار بالای کشورمان در جهت استفاده از انرژی خورشید می‌باشد. کشور ایران به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی و امکان استفاده از این انرژی جهت تامین نیازهای خود بسیار غنی است و دریافتی انرژی خورشیدی در آن حدود ۴۰۰۰ برابر انرژی مصرفی آن می‌باشد. می‌توان اکثر نیازهای کشور را با استفاده از منبع انرژی خورشیدی تامین نمود(مسائلی، ۱۳۹۷).

۴- استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمان مسکونی

با پیشرفت علم و آگاهی از میزان انرژی که خورشید به فراوانی در اختیار ما قرار می‌دهد، پنل‌های خورشیدی به عنوان یک فناوری و تکنولوژی برای تولید انرژی مورد نیاز در ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفت. پنل‌های خورشیدی که بر

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۱ (پیاپی:۱)، خرداد ۱۳۹۹
صفحات ۲۷-۱۴

روی بعضی از ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گرفته شده، از کنار هم قرار گرفتن سلول‌های خورشیدی تشکیل شده است. نرم افزار PV SYST یکی از بهترین نرم افزارهای طراحی نیروگاه‌های فتوولتاییک در مقیاس‌های کیلووات و مگاوات می‌باشد. ساختمان آزمایش شده در این مقاله یک ساختمان دو طبقه متشکل از ۳ واحد مسکونی واقع در استان مازندران، شهرستان سوادکوه می‌باشد. طبق سرشماری از تعداد لوازم و کل وات مصرفی بکار رفته در این ساختمان، در هنگام بروز بدترین شرایط(روشن ماندن تمامی لوازم برقی به صورت همزمان) به منظور دریافت کل وات مصرفی ساختمان، برابر ۱۳,۷۶ کیلووات بر ساعت بوده و حداکثر توان نامی نیروگاه ۱۴,۰۴کیلووات در نظر گرفته شده است. در ادامه به داده‌های اولیه (ورودی به نرم افزار) و داده‌های ثانویه(خروجی از نرم افزار) اشاره خواهد شد و خواهیم دید که همین نیروگاه ساختمان مسکونی چگونه از ورود تن‌ها مواد آلاینده به جو اتمسفر و محیط زیست جلوگیری خواهد کرد. شایان ذکر است عمر مفید این نیروگاه طبق برآوردهای نرم افزار ۳۰ سال می‌باشد.

پارامترهای شبیه‌سازی از طریق نرم‌افزار PVSYST بدین صورت می‌باشد:

موقعیت عرض جغرافیایی	۳۶/۱۸° N
موقعیت طول جغرافیایی	۵۲/۹۷° E
منطقه زمانی	UT + ۳/۵
درصد نور بازتابیده	۰/۲۲
تاریخ آب و هوا	۱۹۸۰ – ۱۹۹۹
تاریخ و زمان شبیه‌سازی	۱۶:۰۴ – ۲۰۱۹/۱۲/۲۲
جهت گیرنده هوایی، شیب	۳۰ درجه
جهت گیرنده هوایی، قوس	۰ درجه نسبت به جنوب
پیکربندی سایه اندازی	۰
تعداد سایه اندازی	۳ تا
بردار	تک خطی
فاصله‌های سایه‌اندازی	٤/٥٠ m
عرض جمع کننده	۳/۳٦ m
باند غیرفعال بالا	۰/۰۲ m
باند غیرفعال پایین	۰/۰۲ m
زاویه حد سایه، زاویه محدوده‌ی	٤٧/٠°
زاویه حد سایه، نسبت پوشش زمین	٧٤/٦٪
ماژول خورشیدی، ماژول سیلیکونی	JAP٦ (DG) ٦٠-٢٦٠
پایگاه داده‌ی اصلی پنل خورشیدی، سازنده	شرکت JA Solar
تعداد ماژول‌های خورشیدی، به صورت سری	٩ ماژول
تعداد ماژول‌های خورشیدی، به صورت موازی	٦ رشته‌ای
مجموع ماژول‌های خورشیدی، تعداد ماژول	٥٤
مجموع ماژول‌های خورشیدی، قدرت	٢٦٠ W_P
آرایه قدرت کل، به صورت نامی	١٤/٠٤ KW_P
آرایه قدرت کل، در عملیات هادی ها	١٢/٦١ KW_P (٥٠°C)

ویژگی‌های عملیاتی آرایه در دمای ۵۰°C، ولتاژ	۲۵۳ V
ویژگی‌های عملیاتی آرایه در دمای ۵۰°C، جریان	۵۰ A
مجموع کل ناحیه دربرگیرنده، ناحیه ماژول‌ها	۸۹/۱ m^2
مجموع کل ناحیه دربرگیرنده، ناحیه سلول‌ها	۷۸/۸ m^2
ولتاژ عملیاتی	۱۲۵ – ۴۰۰ V
قدرت نامی واحد	۴/۶۰ KW_{ac}
پک اینورتر، تعداد اینورترها	۳
پک اینورتر، قدرت کل	۱۳/۸ KW_{ac}
پک اینورتر، نسبت توان نامی	۱/۰۲

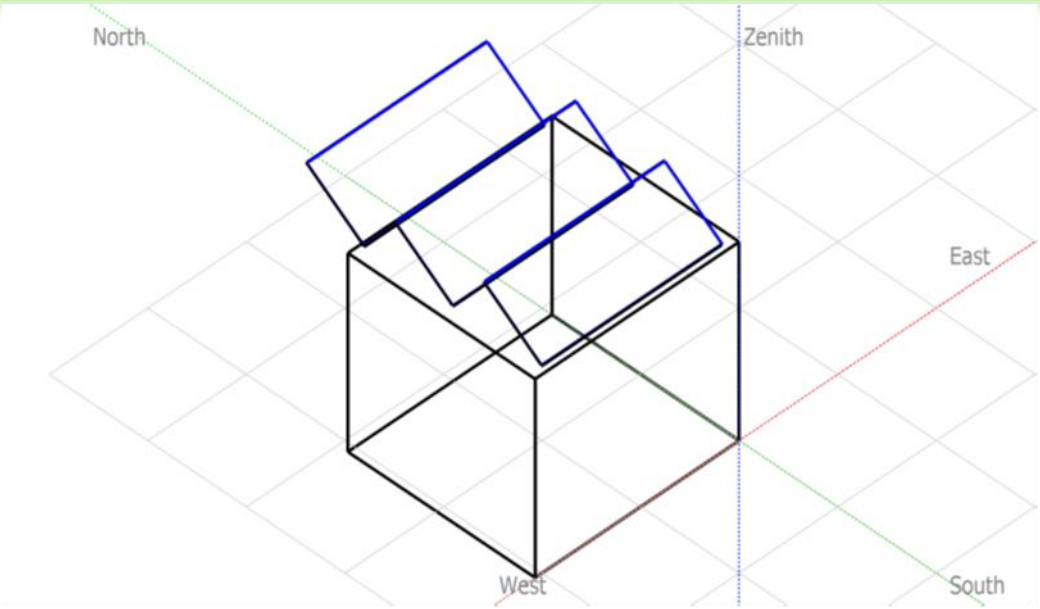
فاکتورهای تلفات ماژول‌های خورشیدی:

ضریب افت حرارتی	۲۰ W/m^2K (ولتاژ ثابت)
ضریب افت حرارتی	۰ W/m^2K / m/s (ولتاژ ناشی از تلفات)
تلفات هرسیم ، آرایه مقاومت کل	۸۶ mOhm
تلفات هرسیم، کسر تلفات	۱/۵٪ at STC
تلفات کیفی ماژول، کسر تلفات	-۰/۸٪
ضررهای عدم تطابق ماژول، کسر تلفات	۱٪ at MPP
تلفات رشته‌های عدم تطابق، کسر تلفات	۰/۱۰٪
اثر بروز پارامترهای ASHRAE	IAM= ۱-bo (۱/cos i -۱) bo=۰/۰۵

پارامترهای اصلی سیستم (نوع سیستم: متصل به شبکه):

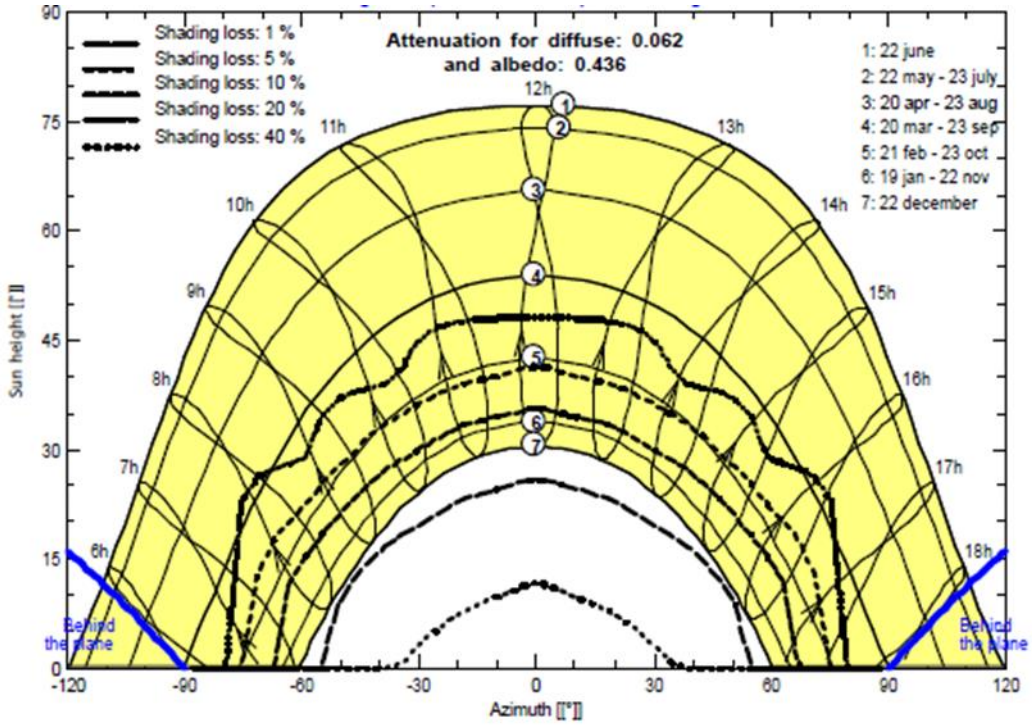
جهت گیرنده خورشیدی، شیب	۳۰°
جهت‌گیرنده خورشیدی، قوس افقی	۰°
ماژول‌های خورشیدی، مدل JAP۶(DG) ۶۰-۲۶۰	۲۶۰ W_P
آرایه خورشیدی، تعداد ماژول‌ها	۵۴
آرایه خورشیدی، توان کل	۱۴/۰۴ KW_P
اینورتر مدل Powador ۴۵۰۱ xi، توان	۴۶۰۰ W ac
پک اینورتر	۳ تا
پک اینورتر، توان کل	۱۳/۸۰ KW ac

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۱ (پیاپی:۱)، خرداد ۱۳۹۹
صفحات ۲۷-۱۴



شکل۱: چشم‌انداز زمینه خورشیدی و صحنه سایه اطراف

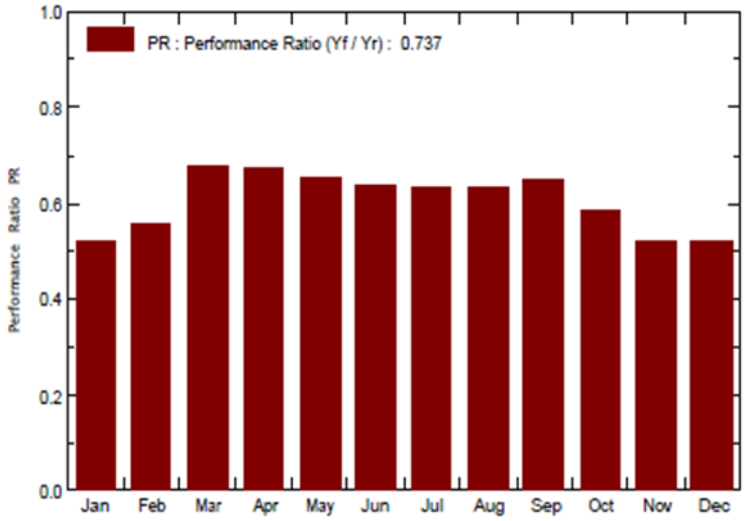
در شکل ۱ چگونگی چینش ماژول‌های خورشیدی مشاهده می‌گردد. همانطور که مشاهده می‌شود از ۳ پایه نگهدارنده (استرینگ) ماژول‌های خورشیدی که هر پایه متشکل از ۹ ستون و ۲ ردیف که در مجموع ۳ پایه نگهدارنده ۵۴ پنل خورشیدی به صورت سری برای تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز ساختمان بسته شده‌اند استفاده شده است. چنانکه مستحضرید خورشید از شرق طلوع و در غرب غروب می‌کند. بنابراین، پنل‌های خورشیدی جهت دریافت مداوم انرژی به سمت جنوب با زاویه ۳۰ درجه تنظیم گردیده است تا تلفات حاصل از سایه اندازی به حداقل برسد.



شکل۲: نمودار سایه اندازی (محاسبه خطی ضریب پرتو سایه: منحنی‌های سایه زنی در استاندارد ISO)

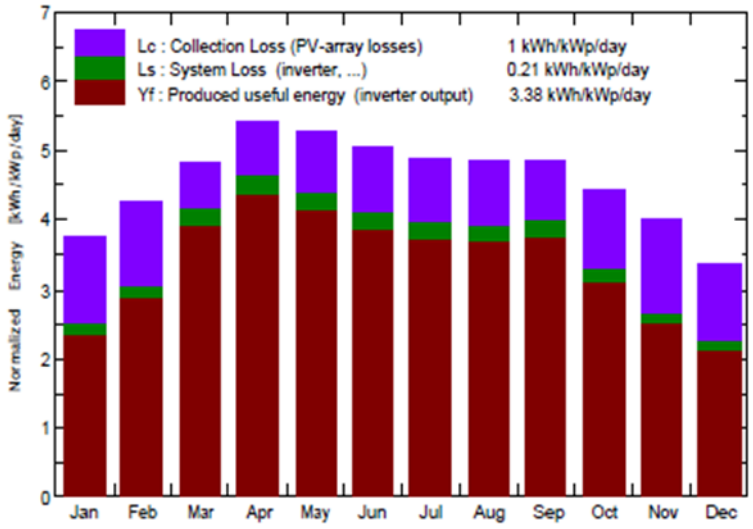
نتایج شبیه‌سازی پارامترهای اصلی سیستم:

تولید سیستم، انرژی تولید شده	۱۷/۳۲ MWh/year
تولید سیستم، تزریق به شبکه	۱۲۳٤ KWh/KWp/year
تولید سیستم، نسبت عملکرد	۷۳/٦٥٪



شکل۳: نمودار نسبت عملکرد در ماه‌های میلادی

شکل ۳، نسبت عملکرد سیستم را در ماه‌های سال بر حسب میلادی نشان می‌دهد که از فرمول $pr = \frac{Y_f}{Y_r}$ بدست می‌آید. Y_f بیانگر تولید ویژه و Y_r بیانگر انرژی تابشی که بر سطح پنل می‌تابد می‌باشند. در این شکل از تاثیر شدت تابش بنابر استناد به فرمول صرف نظر شده است. پس هرچه از ۱۰۰٪ کمتر بدست آید میزان تلفات عملیاتی را نشان می‌دهد.



شکل۴: نمودار تولیدات عادی پنل‌ها در هرماه میلادی (قدرت نامی: ۱۴،۰۴ KWp)

شکل ۴، مربوط به تولیدات نیروگاه می‌باشد که بخش قرمز رنگ بخش مقدار انرژی الکتریکی تزریقی به شبکه می‌باشد. بخش سبز رنگ مربوط به تلفات بخش AC (شامل اینورتر و ...) و بخش آبی رنگ نیز مربوط به تلفات بخش DC (شامل تلفات تابش روی پنل، کابل‌های DC و ...) می‌باشند. همانطور که در شکل۴ مشاهده می‌گردد در ماه اوریل بالاترین میزان تزریق برق به شبکه را دارد اما در شکل ۳ بیشترین مقدار را ماه مارچ دارد. دلیل آن این است ک همانطور که در بهار بهترین وضعیت تابشی را داریم هم زمان مقداری هم تلفات اهمی بیشتری داریم لذا عملکرد سیستم در این ماه اندکی کم می‌باشد.

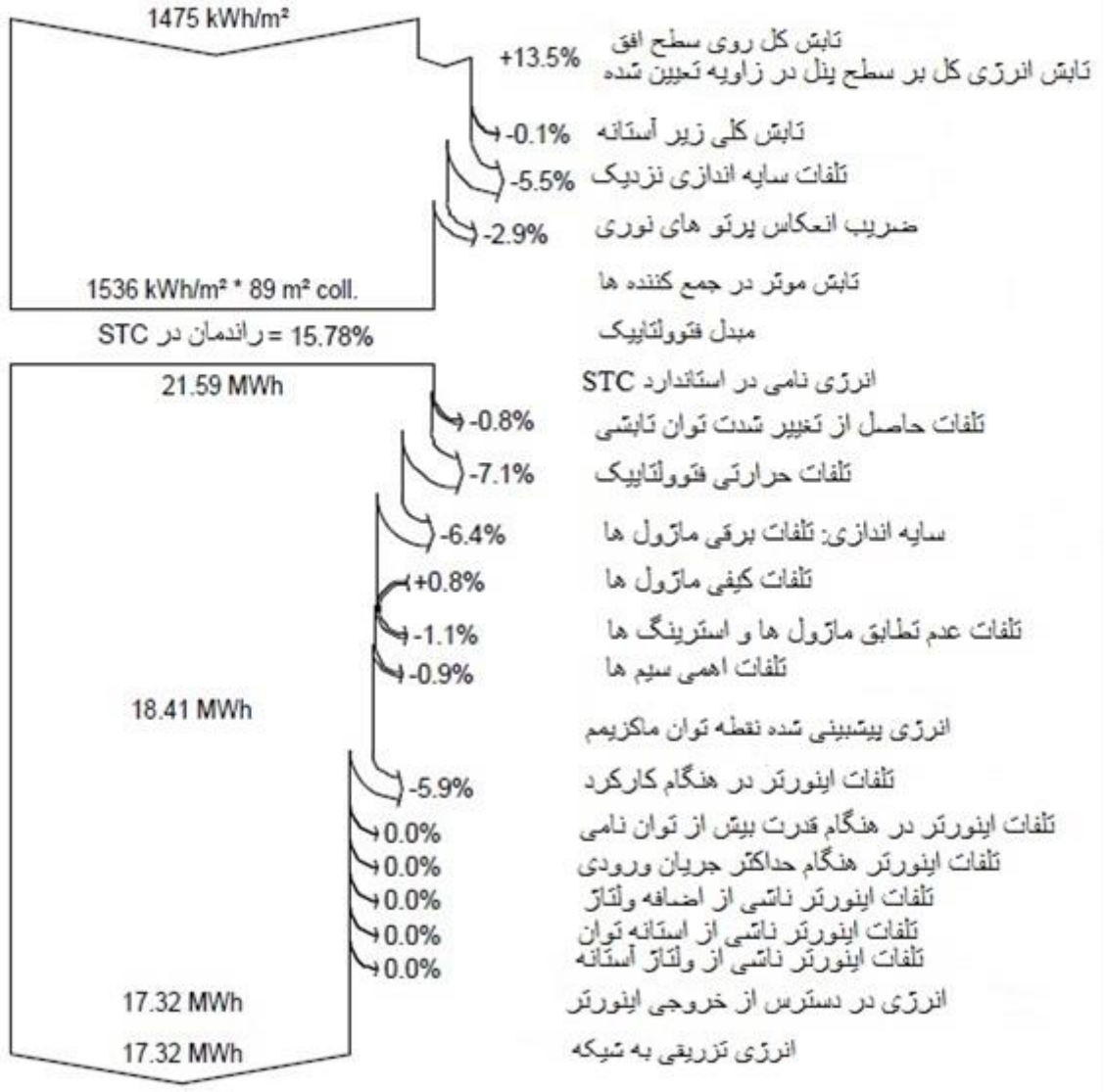
جدول۱، ترازها و نتایج شبیه‌سازی پارامترهای اصلی سیستم را در ماه‌های مختلف میلادی نشان می‌دهد.

جدول۱: ترازها و نتایج اصلی شبیه‌سازی بر اساس ماه‌های میلادی

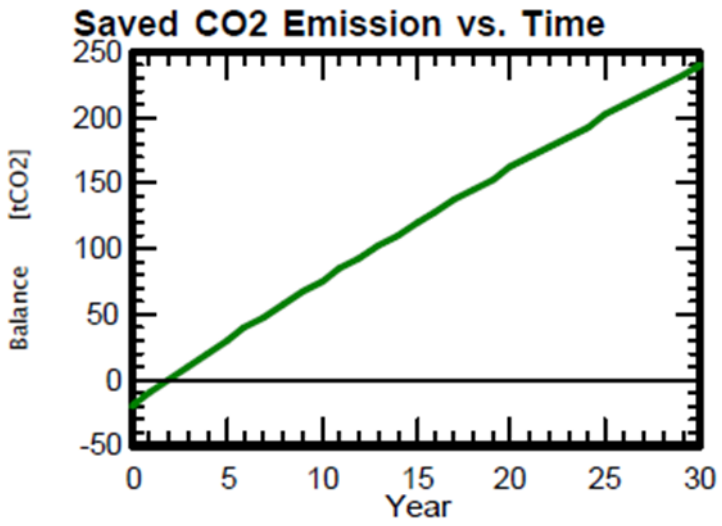
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	76.7	32.14	6.71	116.6	101.4	1.095	1.028	0.628
February	89.5	43.85	8.19	119.4	108.9	1.197	1.127	0.672
March	127.1	66.44	11.61	149.5	140.2	1.822	1.716	0.817
April	153.6	79.66	15.28	162.6	151.8	1.957	1.845	0.808
May	167.7	86.28	20.65	163.3	152.1	1.915	1.801	0.785
June	162.1	85.55	24.91	151.2	140.3	1.738	1.632	0.769
July	161.3	89.21	27.07	152.1	141.0	1.732	1.626	0.761
August	150.0	84.43	27.54	151.1	140.3	1.716	1.614	0.761
September	128.7	62.17	23.96	145.9	137.0	1.690	1.591	0.777
October	108.7	57.08	19.43	137.4	126.9	1.441	1.356	0.703
November	82.4	37.02	13.35	120.5	106.2	1.125	1.058	0.625
December	67.7	31.94	8.70	105.0	89.7	0.986	0.925	0.627
Year	1475.3	755.78	17.34	1674.7	1535.8	18.414	17.318	0.737

GlobHor: Horizontal global irradiation (تابش کل روی سطح افق)
DiffHor: Horizontal diffuse irradiation (تابش پراکنده کل)
T Amb: Ambient Temperature (دمای متوسط محیط)
Globlnc: Global incident in coll. plane (تابش انرژی کل بر سطح پنل در زاویه تعیین شده)
GlobEff: Effective Global, corr. For IAM (Incident Angle Modifier) and shadings
(تابش انرژی کل بر سطح پنل در زاویه تعیین شده با لحاظ تلفات سایه اندازی و انعکاس پرتوهای نوری)
EArray: Effective energy at the output of the array (انرژی الکتریکی تولید شده توسط پنل ها)
E_Grid: Energy injected into grid (انرژی تزریق شده به شبکه)
PR: Performance Ratio (نسبت عملکرد)

نمودار انرژی تلف شده AC و DC در طول سال بر اساس پارامترهای اصلی سیستم:



نمودار زیر، مقدار کربن دی اکسید جلوگیری شده از ورود به محیط زیست نسبت به زمان (برحسب سال) را نشان می‌دهد. این نیروگاه خورشیدی در طی ۳۰ سال عمر مفید خود از ورود ۲۹۸/۷ تن کربن دی اکسید به محیط زیست جلوگیری می‌نماید.



شکل۵: نمودار مقدار کربن دی اکسید جلوگیری شده از ورود به محیط زیست

۵- نتیجه گیری

در این مقاله، یک ساختمان دو طبقه متشکل از سه واحد مسکونی جهت بهره‌برداری از انرژی خورشیدی به منظور کاهش مصرف انرژی و آلایندگی زیست محیطی از طریق نرم‌افزار PV SYST ارزیابی و شبیه‌سازی شد. بر طبق نتایج بدست آمده از نرم‌افزار، انرژی تلف شده AC و DC در طول سال بدین ترتیب می‌باشد:

تابش کل روی سطح افق ۱۴۷۵ KWh/m^2، تابش انرژی کل بر سطح پنل در زاویه تعیین شده ٪۱۳/۵+، تابش کلی زیر آستانه ٪۰/۱-، تلفات سایه‌اندازی نزدیک ٪۵/۵-، ضریب انعکاس پرتوهای نوری ٪۲/۹-، تابش موثر در جمع کننده‌ها ۱۵۳۶ KWh/m^2 coll ۸۹ m^2 *، مبدل فتوولتاییک ٪۱۵/۷۸، انرژی نامی در استاندارد STC ۲۱/۵۹ MWh، تلفات حاصل از تغییر شدت توان تابشی ٪۰/۸-، تلفات حرارتی فتوولتاییک ٪۷/۱-، سایه اندازی: تلفات برقی ماژول‌ها ٪۶/۴- و تلفات کیفی ماژول‌ها ٪۰/۸+، تلفات عدم تطابق ماژول‌ها و استرینگ‌ها ٪۱/۱-، تلفات اهمی سیم‌ها ٪۰/۹-، انرژی پیشبینی شده نقطه توان ماکزیمم ۱۸/۴۱ MWh، تلفات اینورتر در هنگام کارکرد ٪۵/۹-، تلفات اینورتر در هنگام قدرت بیش از توان نامی ٪۰، تلفات اینورتر هنگام حداکثر جریان ورودی ٪۰، تلفات اینورتر ناشی از اضافه ولتاژ ٪۰، تلفات اینورتر ناشی از آستانه توان ٪۰، تلفات اینورتر ناشی از ولتاژ آستانه ٪۰، انرژی در دسترس از خروجی اینورتر ۱۷/۳۲ MWh، انرژی تزریقی به شبکه نیز ۱۷/۳۲ MWh. این نیروگاه خورشیدی در طی ۳۰ سال عمر مفید خود از ورود ۲۹۸/۷ تن کربن دی اکسید به محیط زیست جلوگیری می‌نماید. از این رو با کمک انرژی خورشیدی و نصب پنل‌های خورشیدی بر روی بام ساختمان، می‌توان از این انرژی پاک و نو جهت کاهش مصرف انرژی و آلایندگی زیست محیطی استفاده نمود.

مراجع

[۱] برهانی، فایزه؛ ورهرام، محمد هادی؛ کشاورز محمدیان، مهسا؛ یاوری، محمد علی. (۱۳۹۷). استفاده بهینه از انرژی خورشیدی با تکیه بر گونه شناسی پنل‌ها مطالعه موردی: باغ کوهسار کرج، اولین همایش بررسی چالش‌ها و ارایه راهکارهای نوین مدیریت شهری.

[۲] نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران. (۱۳۸۸). سال سوم، شماره دهم.

[۳] حاجی پور، خلیل؛ فروزان، نرجس. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر فرم شهر بر میزان مصرف انرژی عملکردی در بخش مسکونی (نمونه موردی: شهر شیراز)، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، دوره۱۹، شماره۴، صفحه ۲۶-۱۷

[۴] Kumar Shukla , A, Sudhakar,K, Baredar,P. (۲۰۱۶). Simulation and performance analysis of ۱۱۰ kWp grid-connected photovoltaic system for residential building in India: A comparative analysis of various PV technology , In Energy Reports, Volume ۲, Pages ۸۲-۸۸, ISSN ۲۳۵۲-۴۸۴۷.

[۵] هدفی، فرزانه؛ نجفی زارع، سارا. (۱۳۹۲). معماری و انرژی خورشیدی؛ بررسی نمونه های موردی از کاربرد انرژی خورشیدی در معماری منازل مسکونی، اولین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک.

[۶] شمالی، هومن. (۱۳۹۴). بررسی تاثیر جذب انرژی خورشیدی در منازل مسکونی جهت مدیریت مصرف انرژی با رویکرد معماری پایدار نمونه موردی شهر تهران، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و زیرساخت‌های شهری.

[۷] افتخار افضلی، سید مهدی؛ افهمی، رضا. (۱۳۹۸). طراحی مجتمع مسکونی ۶۰ واحدی در کرمان با رویکرد انرژی صفر، کنفرانس ملی معماری و شهرسازی معاصر ایران.

[۸] ترابی، الهه. (۱۳۹۷). استفاده بهینه از انرژی خورشیدی در طراحی ساختمان‌های مسکونی، کنفرانس ملی تحقیقات بنیادین در عمران، معماری و شهرسازی.

[۹] جورسرایی آلاشتی، علیرضا. (۱۳۹۷). نقش انرژی خورشیدی در ساختمان‌های تجاری و مسکونی، پنجمین همایش ملی پژوهش‌های مدیریت و علوم انسانی در ایران.

[۱۰] ملک‌زاده، شاهرخ؛ امیری، محمد جواد. (۱۳۹۷). انرژی خورشیدی و چشم انداز آینده آن، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و مدیریت شهری نوین.

[۱۱] Görig M, Breyer C. (۲۰۱۶). Energy learning curves of PV systems. Environ. Prog. Sus Energy ۲۰۱۶;۳۵(۳):۹۱۴– ۲۳.

[۱۲] Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (۲۰۱۸). Solar energy: potential and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۸۲, ۸۹۴-۹۰۰

[۱۳] Machol, B., & Rizk, S. (۲۰۱۳). Economic value of US fossil fuel electricity health impacts. Environment international, ۵۲, ۷۵-۸۰

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۱ (پیاپی:۱)، خرداد ۱۳۹۹
صفحات ۲۷-۱۴

[۱۴] مسائلی، نوید. (۱۳۹۷). نقش آبگرمکن خورشیدی در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان، سومین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک و هوافضا.