سال چهارم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۶، ص ص ۵۶-۶۶
فصل‌نامه علمی – ترویجی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو
www.jrenew.ir
مقاله
تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۲۳
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۵

بررسی اثرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی سلول‌های فتوولتائیک اجراشده در ساختمان اداری (نمونه موردی: شهر ایلام)[1]

منا فرهادیان[1] *، مجتبی نوراللهی[2]

۱- دانشجو، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، گروه تخصصی معماری ایلام، ایران.
۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، گروه تخصصی معماری ایلام، ایران.
* تهران، ۱۳۵۳۶۸۷۹۱۹، M.F_arch@yahoo.com

چکیده

انرژی از موارد ضروری برای توسعه اقتصادی، اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی است. امروزه با افزایش رفاه، نیاز به انرژی در حال افزایش بسیار سریع است و این در حالی است که منابع انرژی محدود است. بشر در آینده نه‌چندان دور با دو بحران بزرگ روبرو خواهد بود یکی آلودگی محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی در اثر احتراق سوخت فسیلی و دیگری شتاب فزاینده در جهت به پایان بردن این منابع است. آنچه حائز اهمیت است وجود سیاست‌های راهبردی در سرتاسر جهان و گسترش پژوهش‌های کاربردی در مؤسسات علمی و پژوهشگاه‌های معتبر است که انرژی‌های تجدید پذیر را به‌عنوان یکی از روش‌های مقابله با آلودگی‌های زیست‌محیطی و نیز جبران محدودیت‌های سوخت‌های فسیلی معرفی می‌نماید. در این پژوهش ابتدا به بررسی پتانسیل بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در ایران و ایلام و پارامترهای انتخاب سیستم خورشیدی فتوولتائیک در ساختمان پرداخته‌شده؛ سپس به مقایسه اثرات یک‌ساله مصرف انرژی، صرفه‌ی اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی قبل و بعد از نصب سیستم خورشیدی فتوولتائیک در ساختمان اداری شرکت توزیع برق استان ایلام پرداختیم، آنچه برآورد گردید با نصب ۱۰ کیلووات پنل خورشیدی در یک ساختمان اداری باعث کاهش سالیانه بیش از ۱۱,۴۷۷ تن گاز دی‌اکسید کربن به محیط‌زیست گردیده که معادل کاشت ۵۲۱,۶۸ اصله درخت هست و می‌توان در حدود ۴۰۹۸۹,۹۵ لیتر معادل نفت خام صرفه‌جوئی نمود.

کلیدواژگان: آلودگی محیط‌زیست، تغییرات اقلیمی، انرژی تجدید پذیر، سیستم خورشیدی فتوولتائیک، ساختمان اداری.

[1] این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده است؛ «طراحی پارک انرژی با رویکرد زیست-صنعتی در ایلام». استاد راهنما: دکتر مجتبی نوراللهی، ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، ۱۳۹۶.

Environmental, Social and Economic Effects of Photovoltaic Cells Performed in Administrative Building (Case Study: Ilam City)

Mona Farhadian[1 *], Mojtaba Noorollahi[2]

1- Scholar, Department of (Architecture), Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
2- Assistant professor, Department of (Architecture), Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
* P.O.B. 1353687919 Tehran, Iran, M.F_arch@yahoo.com

Abstract

Energy is an indispensable element for economic, social and quality of life. With increasing welfare today, the energy needs are rising very fast, while energy sources are limited. In the near future, human beings will face two major crises: environmental pollution and climate change due to fossil fuels, and the other is an accelerating trend towards ending these resources. What is important is the existence of strategic policies around the world and the development of applied research in recognized scientific institutions and research institutes, which introduces renewable energies as one of the ways to deal with environmental pollution and compensate for the limitations of fossil fuels. In this research, we first studied the potential of using solar energy in Iran and Ilam and the parameters of solar photovoltaic system selection in the building; then comparing the effects of one-year energy consumption, economic, social and environmental benefits before and after the installation of photovoltaic solar system in the building The administrative office of Ilam Power Distribution Company. Estimated by installing 10 kilowatts of solar panels in an office building, the annual reduction of more than 11.477 metric tons of carbon dioxide gas into the environment, equivalent to planting 521.68 trees, can be saved and about 40989.95 liters of crude oil can be saved.

Keywords: Environmental Pollution, Climate Change, Renewable Energy, Ilam, Photovoltaic Solar System, Administrative Building.

۱- مقدمه

امروزه ضریب نفوذ برق در جهان به‌قدری بالاست که حتی تصور جهان بدون برق، ممکن نیست. برق به دلیل سهولت انتقال و قابلیت تبدیل به انواع گوناگونی از انرژی اعم از حرارتی، نوری، حرکتی و غیره در میان تمام مصرف‌کنندگان اعم از بخش صنعتی، خانگی، کشاورزی نفوذ یافته، ازاین‌رو کشورهای مختلف در برنامه‌ریزی‌های خود بر انرژی به مدیریت تولید، توزیع و مصرف برق توجه ویژه‌ای نشان می‌دهند [1].

عرضه انرژی برق سرمایه‌بر بوده و ایجاد تأسیسات تولید و انتقال نیاز به زمان طولانی دارد. برای اینکه یک کیلووات برق (معادل مصرف ۱۰ لامپ ۱۰۰ وات) به دست مصرف‌کننده برسد نیازمند سرمایه‌گذاری سنگینی هست و در صورت مهیا بودن تمامی امکانات حداقل زمان لازم جهت احداث نیروگاه حدود سه سال است. ملاحظه می‌شود که متقابلاً صرفه‌جویی معادل یک کیلووات قدرت برق به معنای صرفه‌جویی در هزینه‌ها خواهد بود. همچنین صرفه‌جویی در مصرف برق باعث کاهش هزینه‌های جاری مؤسسه می‌گردد. اصولاً در کشور ما به دلایل عدیده که مهم‌ترین آن ارزانی بیش‌ازحد انرژی هست و همچنین یارانه پرداختی به مصرف‌کنندگان که درواقع تحمیل به اقتصاد ملی و کلیه‌ی اقشار جامعه است کمتر به فکر صرفه‌جویی در مصرف انرژی بوده‌ایم [2].

ایران چهارمین کشور با شدت مصرف انرژی بالا در سال ۲۰۱۴ است و این بالا بودن شدت مصرف انرژی نشانگر مصرف بیشتر انرژی است. شدت مصرف انرژی از شاخص‌های مطلوب برای مقایسه بهره‌وری مصرف انرژی محسوب می‌شود که در ایران بسیار بالاست. درنتیجه تلاش کنیم با توسعه انرژی‌های تجدید پذیر این شاخص را بهبود دهیم [3].

با توجه به چشم‌انداز سند ملی ۱۴۰۴ در راستای توسعه انرژی‌های تجدید پذیر و تأمین انرژی سه درصد از عرضه انرژی اولیه کشور، توجه به پتانسیل‌های بسیاری بالای ایران در حوزه انرژی بادی و خورشیدی، بند ۱۳ سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه توسط مقام معظم رهبری و افزایش سهم انرژی‌های تجدید پذیر و گسترش نیروگاه‌های پراکنده و کوچک‌مقیاس، تعهد ایران در توافق‌نامه تغییرات آب و هوایی پاریس[1] مبنی بر کاهش ۱۲ درصدی (۴٪ نامشروط، ۸٪ مشروط) گازهای گلخانه‌ای و با توجه به تمدید تحریم‌های ISA علیه ایران سعی در ترویج و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر است.

استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک در ساختمان به‌صورت مستقل از شبکه و متصل به شبکه می‌تواند تمام یا بخشی از انرژی الکتریکی موردنیاز روزانه ساختمان را تأمین کند. سیستم‌های فتوولتائیک را می‌توان در ساختمان‌ها با بام‌ها، پنجره‌های سقفی، آتریوم‌ها، نماها، سایبان‌ها و غیره ادغام و یکپارچه کرد. ازآنجاکه ساختمان‌ها سهم عظیمی در مصرف انرژی الکتریکی دارند؛ باید با بررسی روش‌های دریافت انرژی خورشیدی در ساختمان‌ها به ارائه راهکارهای اجرایی جهت مدیریت انرژی خورشیدی در معماری بناها پرداخت.

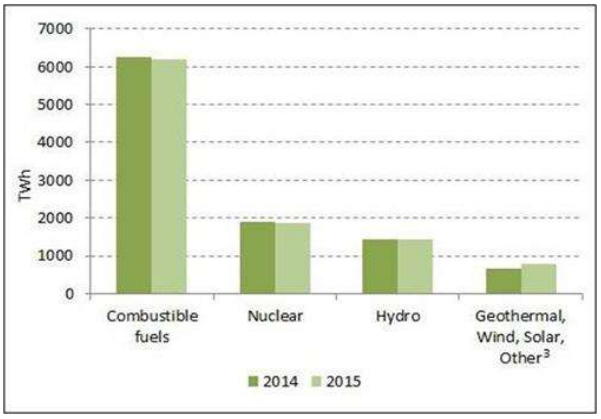
۲- روش تحقیق

در این پژوهش سعی بر این است، به روش تحلیلی- توصیفی، جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مزایای استفاده از سلول‌های خورشیدی موردبحث و تحلیل قرار گیرد. برای این منظور، بسته به داده‌های قابل استحصال سعی شده مسائل و مزایای استفاده از سلول‌های خورشیدی در مقایسه با استفاده از منابع معمول انرژی مصرفی برای شهر ایلام و برای ساختمان اداری شرکت توزیع برق بررسی شود و با استناد به هزینه‌های صرفه‌جویی شده در بخش‌های مذکور، دوره بازگشت سرمایه اولیه به‌کارگیری سلول‌های خورشیدی برای ساختمان اداری تعیین گردد.

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- میزان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در جهان و ایران

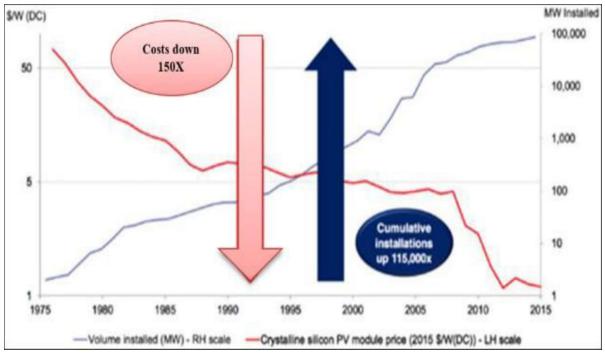
طبق نمودار ۱ که توسط سازمان جهانی انرژی[2] منتشرشده است تولید برق توسط انرژی‌های تجدید پذیر در ۳۴ کشور عضو سازمان مبادله اقتصادی و توسعه[3] به میزان ۱۶٪ افزایش داشته است. این میزان برای انرژی بادی ۷۷ تراوات ساعت را نشان می‌دهد و برای انرژی فتوولتائیک ۲۷ تراوات ساعت است [4].



نمودار ۱ گزارش رشد انرژی‌های تجدید پذیر در ۳۴ کشور. منبع: [4]

قیمت انرژی خورشیدی نسبت به سال ۱۹۷۰ به میزان یک به ۱۵۰ کاهش‌یافته و این در حالی است که در طول این مدت‌زمان ظرفیت سامانه‌های فتوولتائیک نصب‌شده ۱۱۵۰۰۰ برابر شده است (نمودار ۲).

آژانس بین‌المللی انرژی از سال ۲۰۰۰، افزایش استفاده از انرژی خورشیدی را ۱۴ برابر و انرژی باد را ۵ برابر پیش‌بینی کرده است. به گزارش این آژانس، افزایش استفاده دو برابری از انرژی خورشیدی به میزان ۲۴ درصد و درصد و افزایش دو برابری استفاده از انرژی باد به کاهش ۱۹ درصدی هزینه نصب این نیروگاه‌ها می‌انجامد [5].



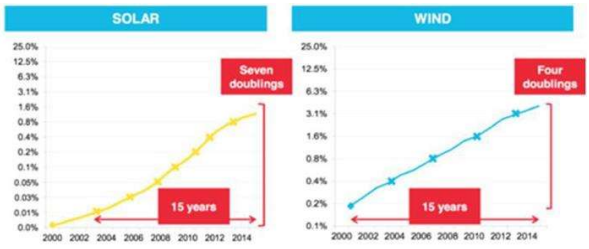
نمودار ۲ کاهش چشمگیر قیمت انرژی فتوولتائیک. منبع: [5]

[1] COP21

[2] IEA

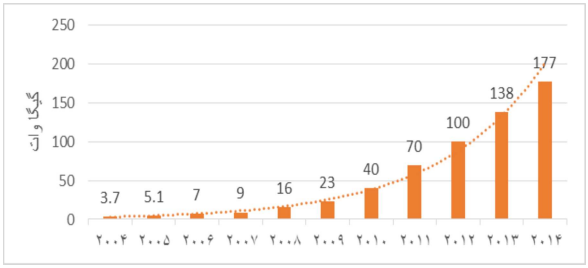
[3] OECD

مطابق نمودار ۳ در مدت‌زمان ۱۵ سال از سال ۲۰۰۰، ظرفیت جهانی الکتریسیته تولیدشده از انرژی فتوولتائیک ۷ بار و هر بار به میزان دو برابر و از انرژی باد چهار بار و هر بار دو برابر ظرفیت قبلی خود، افزایش داشته است [5].



نمودار ۳ بررسی افزایش ظرفیت انرژی فتوولتائیک و انرژی بادی طی ۱۵ سال. منبع: [5]

کاهش سریع هزینه‌ها موجب شده تا برق خورشیدی فتوولتلییک بی‌آنکه هیچ یارانه‌ای به آن تعلق گیرد بتواند در تعداد زیاد در نقاط مختلف جهان، ازلحاظ قیمت، با سوخت فسیلی رقابت کند. طبق نمودار ۴ در سال ۲۰۱۴ ظرفیت خورشیدی فتوولتائیک رکورد دیگری از خود بر جای گذاشت؛ و با حدود ۴۰ گیگاوات ظرفیت جدید نصب‌شده مجموع ظرفیت جهانی آن به ۱۷۷ گیگاوات رسید [6].



نمودار ۴ ظرفیت جهانی خورشیدی فتوولتائیک ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴. منبع: [6]

به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی وزارت نیرو (پاون)، نگاهی به مصرف انرژی اولیه به تفکیک منابع و بخش‌های مختلف در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که بیشترین منبع انرژی در این سال نفت بوده که چیزی معادل ۳۵/۴ واحد انرژی برق را تولید کرده که معادل ۳۶ درصد از کل تولید برق سال ۲۰۱۵ است.

بر اساس این گزارش، گاز طبیعی دومین منبع تولیدکننده انرژی برق دنیا گزارش‌شده و توانسته چیزی حدود ۲۸/۳ واحد، معادل ۲۹ درصد از کل منبع تولید انرژی برق دنیا را به خود اختصاص دهد.

همچنین بر پایه این گزارش؛ زغال‌سنگ با ۱۶ درصد و انرژی هسته‌ای با ۹ درصد همچنان در رده‌های بعدی منابع تولید انرژی الکتریسیته دنیا قرار دارند.

این گزارش می‌افزاید؛ بخش فروش برق خدمات عمومی و شهری نیز با در برگیری چیزی حدود ۴۰ درصد از کل برق مصرفی همچنان در رده اول مصرف قرار دارد.

بر پایه این گزارش، بیشترین بخش مصرف‌کننده برق پس از خدمات عمومی، همچنان واحد حمل‌ونقل است که تقریباً چیزی معادل ۲۸ درصد از کل برق تولیدی دنیا را مصرف می‌کند. همچنین بخش صنعت با اختصاص ۲۲ درصد از کل برق مصرفی تولیدشده، در رده سوم مصرف برق قرار دارند.

بخش مسکونی و تجاری با اختصاص ۱۰ درصد از کل سهم برق مصرفی در رده‌های بعدی مصرف برق قرار دارند [7].

۳-۲-وضعیت ایران و ایلام ازلحاظ شدت تابش انرژی خورشیدی

ایران کشوری است که به گفته متخصصان این فن با داشتن ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دوسوم مساحت آن و متوسط تابش ۵/۵ – ۴/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز، یکی از کشورهای با پتانسیل بالا درزمینهی انرژی خورشیدی معرفی‌شده است [8].

طبق برآورد انجام‌شده متوسط سالانه انرژی خورشیدی در کشور ۱۴۰ تا ۲۲۰ کیلوکالری در سانتی‌متر مربع است و به شکلی به‌طور متوسط میزان تابش خورشیدی بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع تخمین زده‌شده است که این میزان از متوسط جهانی بالاتر می‌باشند و از طرفی نیز روزهای آفتابی در ایران به‌طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز هست [9]

در اکثر نقاط آن تعداد روزهای ابری پشت سر هم کمتر از ۵ روز در سال بوده و شفافیت هوا بیش از ۶۰ درصد است. بنابراین نور خورشید باکیفیت بهتری به سطح زمین می‌تابد. بخشی از سطح کشور نیز کوهستانی بوده و اکثر نقاط ارتفاعی بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا دارد. در نقاط مرتفع میزان تابش خورشید بیشتر بوده که همگی این موارد گویای ویژگی‌های کشور ما ازنظر خورشیدی است [1].

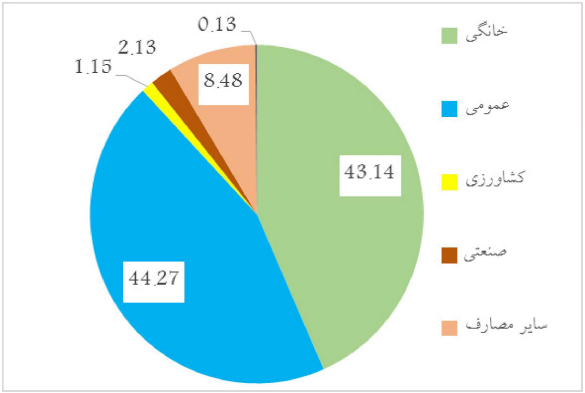
استان ایلام با ۱۹۰۸۶ کیلومترمربع بین ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی در گوشه غربی کشور [10] از بهترین موقعیت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی برخوردار است، همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود استان ایلام در منطقه با شدت تابش زیاد قرار داشته است. مطابق شکل ۲ ایلام در محدوده‌ای قرارگرفته که شدت تابش روزانه آن بین ۴،۵ تا ۵ کیلووات ساعت بر مترمربع است.

شکل ۱ تقسیم‌بندی شدت تابش خورشید در مناطق مختلف کشور. منبع: [11]

شکل ۲ نقشه میزان انرژی تابشی خورشیدی کل که در طول سال در نقاط مختلف ایران. منبع: [12]

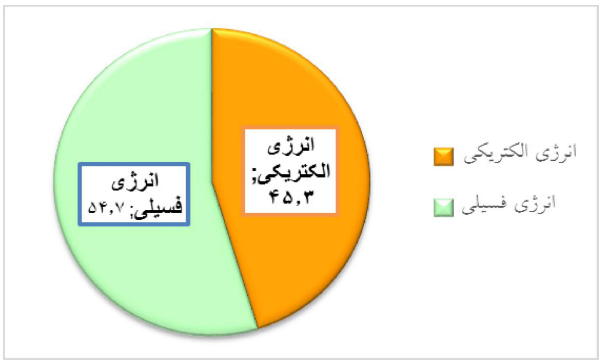
۳-۳-بررسی وضعیت مصارف انرژی الکتریکی در بخش ساختمان اداری

همانگونه که در نمودار ۵ ملاحظه می‌گردد؛ در سال ۱۳۹۴ جمع کل برق مصرفی ناحیه ایلام در بخش عمومی در سال ۱۴۳۷۱۸۸۵۰ کیلووات ساعت است؛ که نسبت به سال قبل ۰٫۶۸ درصد افزایش داشته است. بیشترین برق مصرفی ناحیه ایلام در این سال مربوط به شهریورماه و به میزان ۱۶۴۴۶۷۱۱ کیلووات ساعت بوده است [13].



نمودار ۵ مصرف برق سال ۱۳۹۴ ناحیه ایلام به تفکیک کاربری برحسب درصد. منبع: نگارنده

جهت تعیین میزان توان پنل خورشیدی ساختمان با توجه به نوع کاربری ساختمان که یک ساختمان اداری است ابتدا باید تراز انرژی مصرفی ساختمان تعیین می‌گردید؛ که با توجه به قبوض برق و گاز مصرفی ساختمان اقدام به تعیین میزان انرژی مجموعه ساختمان گردید که با توجه به نمودار ۶ ملاحظه می‌گردد ۴۵٫۳٪ از مصرف انرژی این ساختمان الکتریکی و ۵۴٫۷٪ مصرف ساختمان انرژی فسیلی بوده است، لذا ازلحاظ مصرف انرژی یک ساختمان فسیلی است (مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان).



نمودار ۶ تراز مصرف انرژی سالانه ساختمان موردمطالعه برحسب درصد. منبع: نگارنده

در این ساختمان از پنل‌های فتوولتائیک جهت تأمین بخشی از برق مصرفی استفاده شده است.

سهم لوازم مختلف در مصرف برق یک ساختمان یا مجموعه اداری معمولاً مطابق جدول ۱ است؛ البته این ارقام تقریبی بوده و در ادارات و ساختمان‌های مختلف متفاوت هست.

جدول ۱ آشنایی با انواع لوازم مصرف‌کننده برق در ساختمان اداری. منبع: [2]

نوع مصرف	وسایل مورداستفاده	درصد تقریبی
روشنایی	انواع لامپ‌های رشته‌ای فلورسنت، نئون	۴۰
گرمایشی یا سرمایشی	شوفاژ تهویه مرکزی، چیلر، بخاری‌برقی، کولرآبی و کولرگازی	۴۵
مصارف ثابت و سایر مصارف	انواع لامپ‌های دائماً روشن، یخچال، آسانسور، بالابر	۱۵
جمع		۱۰۰

متوسط بار روزانه مصرفی انرژی الکتریکی ساختمان اداری شرکت توزیع برق در بین فصول سرد و گرم بین ۴۶ تا ۳۲۹ کیلووات ساعت در روز بوده است که این نوسان مربوط به راه‌اندازی سیستم‌های سرمایش و گرمایش که اکثراً برقی‌اند می‌باشد.

۴-۳-بررسی و نصب پنل خورشیدی در ساختمان موردنظر

با توجه به موارد استفاده از انرژی خورشیدی که شامل: تأمین روشنایی طبیعی از انرژی خورشیدی، تأمین آب گرم موردنیاز ساختمان با استفاده از آبگرمکن‌های خورشیدی، تولید آب شیرین با استفاده از آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی، سرمایش و گرمایش هوا، بهره‌گیری از اجاق‌های خورشیدی، تولید انرژی الکتریکی با استفاده از پنل‌های فتوولتائیک است. لذا آنچه می‌توان گفت برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی ابتدا باید موقعیت محلی و شدت تابش را بررسی نمود، سپس وضعیت اقلیمی و درنهایت نیز نوع کاربری و نیاز انرژی مجموعه را باید در نظر گرفت؛ اما پارامترهای دیگری که پس از انتخاب نوع سیستم خورشیدی باید موردتوجه قرارگیری شامل: میزان توان موردنیاز بر اساس کاربری، میزان سطح موردنیاز برای توان برآورد شده، میزان بارگذاری بر روی سقف نهایی و یا محل نصب، تأثیرگذاری و یا عدم تأثیرگذاری ساختمان‌های مجاور بر محل نصب، امکان تعیین زاویه‌بندی مناسب و سایر ملاحظات فنی هست [14].

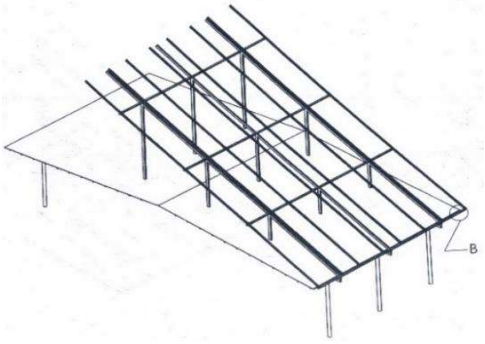
ساختمان اداری شرکت توزیع برق استان ایلام بنا به کاربری ساختمان اداری و با توجه به نیاز انرژی الکتریکی این سازمان نسبت به سایر کاربردهای انرژی خورشیدی و جنبه اطلاع‌رسانی و تبلیغ در ۲۲ مهر ۱۳۹۴ به‌عنوان اولین مکان در استان اقدام به نصب سامانه فعال خورشیدی غیر نیروگاهی برای تولید الکتریسیته نموده است. با توجه به نوع سازه ساختمان امکان نصب پنل خورشیدی در سقف وجود نداشت؛ بنابراین با ایجاد سازه در پارکینگ اقدام به نصب ۱۰ کیلووات پنل خورشیدی کرده‌اند.

تعداد ۴ عدد ماژول (هر یک به ابعاد ۱,۵*۱ مترمربع) به‌صورت موازی به هم متصل شده‌اند و با ۳۶ ماژول دیگر که آن‌ها نیز چهاربه‌چهار باهم موازی شده‌اند، به‌صورت سری اتصال یافته‌اند. مجموع این ۴۰ ماژول، آرایه مستطیل شکلی به ابعاد ۱۰*۶ مترمربع را به وجود آورده‌اند.

موازی بستن صفحات موجب افزایش جریان می‌شود [15] جنس سلول‌ها فتوولتائیک از نوع سیلیکونی چند کریستالی ست و راندمان آن‌ها ۱۱تا ۱۴ درصد است [12].

شکل ۳ آرایه‌های فتوولتائیک نصب‌شده در پارکینگ شرکت توزیع برق استان ایلام. منبع: نگارنده

آرایه‌های فتولتائیک به‌صورت ثابت و فاقد سیستم‌های دنبال کننده تابش خورشید با زاویه ۳۳ درجه (به‌اندازه عرض جغرافیایی منطقه) رو به جنوب نصب‌شده‌اند. با سازه نگه‌دارنده، آرایه‌های خورشیدی شیب‌دار قرار گرفتند و طول ۱۰ متری آرایه در نما ۵ متر دیده می‌شود؛ که سطح موردنیاز برای نصب آرایه‌ها را به ۶*۸,۸ مترمربع کاهش می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۴ سازه نگهدارنده آرایه‌های خورشیدی. منبع: [16]

پانل‌هایی که به‌صورت ثابت نصب می‌شوند، در هنگام طلوع و غروب آفتاب، چون خورشید به‌صورت مایل به سطح پانل‌ها می‌تابد، تنها میزان بسیار اندکی از انرژی خورشید را جذب می‌کنند. در طول تابستان که خورشید در هنگام طلوع و غروب، تقریباً از پشت پانل‌ها تابیده می‌شود، پانل‌ها میزان بیشتری از انرژی قابل‌جذب را از دست می‌دهند .این سیستم‌ها تنها در میانه‌ی روز که تقریباً رو به خورشید هستند، می‌توانند دریافت قابل قبولی داشته باشند [12].

بازده این آرایه ثابت نسبت به حالت بهینه ٪۷۱,۱ است [12].

برای گردش هوا و خنک شدن آرایه خورشیدی بین آرایه خورشیدی و سطح زیرین آن باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر فاصله در نظر گرفته شود [17].

به خاطر این‌که ماژول PV فقط توان DC تحویل می‌دهد [18] از دستگاهی به نام اینورتر استفاده‌شده تا جریان DC را به AC تبدیل کند.

همانطور که در شکل ۵ و ۶ مشاهده می‌شود شرکت توزیع برق دارای یک اینورتر ۱۰ کیلوواتی و یک تابلو AC,DC است که در آن حس گر دما و باد و ... وجود دارد.

شکل ۵ اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت AC/DC. منبع: نگارنده

شکل ۶ تابلو AC,DC –جعبه وب - حس‌گر دما و باد. منبع: نگارنده

این سیستم فتوولتائیک از نوع متصل به شبکه برق شهری و فاقد باتری ذخیره‌ساز است. تمام اطلاعات حاصل از آرایه‌ها در سیستم مانیتورینگ خورشیدی ازجمله: توان لحظه‌ای، فرکانس، جریان خط، ولتاژ فاز، کل انرژی تولیدی، انرژی تولیدی روز و منافع زیست‌محیطی نمایش داده می‌شود (شکل ۷).

شکل ۷ سیستم مانیتورینگ خورشیدی. منبع: نگارنده

۳-۵-بررسی میزان کاهش مصرف انرژی الکتریکی ساختمان مورد بهره‌برداری

طبق اطلاعات به‌دست‌آمده از امور مشترکین شرکت توزیع جمع کل مصرف برق یک سال قبل از نصب پنل‌های خورشیدی (۱۳۹۳/۷/۲۲ الی ۱۳۹۴/۷/۲۱) معادل ۵۴۲۱۶ kwh و جمع کل مصرف برق در طی یک سال از زمان نصب پنل‌های خورشیدی (۱۳۹۵/۷/۲۲ الی ۱۳۹۵/۷/۲۱) معادل ۴۸۵۰۲ kwh است که بدون احتساب ٪۵ افزایش سالیانه مصرف برق kwh ۵۷۱۴ کاهش مصرف برق داشته‌ایم که این امر می‌تواند ناشی از رعایت الگوهای مصرف بهینه انرژی باشد.

میزان توان خروجی یک ماژول فتوولتائیک ممکن است به دلیل آلودگی‌های موجود بر سطح ماژول، کاهش یابد و این کاهش با فاکتور کاهش در اثر آلودگی هوا محاسبه می‌شود [12].

چنانچه آلودگی مانع رسیدن نور به سلول‌های خورشیدی شود، محیط پر گردوخاک ممکن است بازدهی پنل فتوولتائیک را تا حدود ٪۴ یا بیش‌تر کاهش دهد [19].

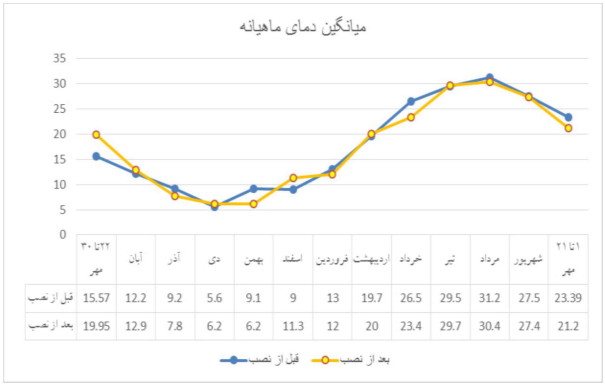
در بازه زمانی یک‌ساله نصب پنل‌های فتوولتائیک ۶۲ روز همراه با گردوغبار داشتیم که بیشترین میزان آن در خردادماه ۱۳۹۵ است. تعداد روزهای همراه با گردو غبار در ماه های مختلف را در جدول ۲ مشاهده می‌کنیم.

جدول ۲ تعداد روزهای همراه با گردوغبار ماهانه در زمان نصب پنل‌های فتوولتائیک. منبع: [20].

۲۲ مهر ۱۳۹۴ تا ۲۱ مهر ۱۳۹۵

مهر ۹۴	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر ۹۵
۶	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۱۶	۲	۱	۰	۰	۴

مطابق نمودار ۷ در ماه‌های آذر و بهمن ۱۳۹۵ نسبت به سال قبل کاهش دما داریم که منجر به افزایش مصرف وسایل گرمایشی که برقی هستند شده همچنین در تیر ماه ۱۳۹۵ نسبت به سال قبل افزایش دما داریم که منجر به افزایش مصرف وسایل سرمایشی شده است.

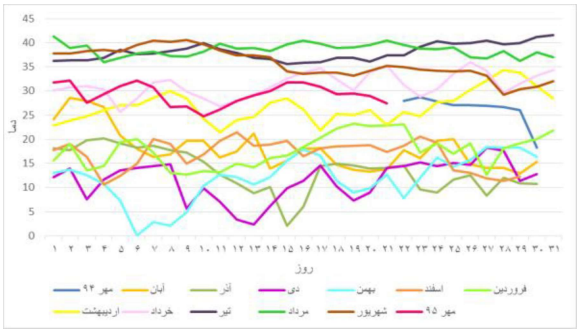


نمودار ۷ مقایسه میانگین دمای ماهانه ایلام قبل و بعد از نصب آرایه‌های خورشیدی. منبع: نگارنده

طبق گزارش گروه اخبار علمی ایرنا از فاکس نیوز، ناسا جولای ۲۰۱۶ (تیر ۱۳۹۵) و آگوست ۲۰۱۶ (مرداد ۱۳۹۵) را به‌عنوان گرم‌ترین ماه جولای و آگوست در تاریخ ثبت کرد [21].

ماژول‌های پلی کریستال که اغلب دارای ضریب دمایی °c ٪۰/۵ هستند (به ازای هر یک درجه افزایش دما، بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، توان خروجی ٪۰/۵ کاهش می‌یابد) [12].

طبق نمودار ۸ در ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند ۱۳۹۴ و فروردین ۱۳۹۵ در هیچ روزی دمای بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد نداشتیم.



نمودار ۸ دمای حداکثر ماهیانه از ۲۲ مهر ۱۳۹۴ تا ۲۱ مهر ۱۳۹۵ (زمان نصب پانل‌های فتوولتائیک). منبع: *نگارنده*

۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات

۴-۱-تحلیل اقتصادی

قیمت برق تابعی از نوع اشتراک، قدرت انتخاب، وضعیت اقلیمی و منطقه‌ای قیمت سوخت و هزینه‌های انتقال است. مهم‌ترین عامل قیمت سوخت است.

رشد اقتصادی و افزایش تقاضای انرژی در جهان سبب شده که قیمت نفت و گاز افزایش و اتکا به این منابع برای تأمین انرژی کاهش یابد. در این میان منابع تجدید پذیر جایگزینی برای نفت و گاز است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، بیشتر مخازن نفت خام حداکثر تا دو دهه آینده با افت فشار مواجه خواهد شد و به‌تدریج میزان تقاضای نفت از عرضه آن فراتر خواهد رفت. در ارتباط با ذخایر گاز طبیعی، ماندگاری آن طولانی‌تر خواهد بود، ولی درنهایت این ذخایر نیز تحلیل خواهد رفت. مسئله امنیت انرژی نیز از مواردی است که منابع فسیلی مرسوم، ـ محدودیت و تجدید ناپذیر ـ از تأثیرگذاری بالایی بر امنیت انرژی دارد. این مسئله بسیاری از کشورها را واداشته است که به مسئله امنیت عرضه انرژی تمایل پیداکرده و به تغییرات گسترده‌ای در اقتصاد انرژی خود اهتمام ورزند [1].

در این زمینه پیشرفت‌های فناوری، نویدبخش راه‌حل‌هایی نو درباره تولید انرژی موردنیاز بشر است، با شناسایی این روش‌های جدید و تغییر ساختار در روش‌های قدیمی تولید برق، گامی بلند درزمینهی تغییر زیرساخت‌های صنعت برق برداشته‌شده است. استفاده از ذخایر انرژی تجدید پذیر در این خصوص تأثیر مهمی دارد. گستردگی و توزیع این عوامل در طبیعت باعث شده است که سیستم‌های تولید الکتریسیته به سمت سیستم‌های محلی پیش رود که انرژی‌های نو به‌خوبی می‌تواند برای این منظور به کار گرفته شود [1].

۳-۵-بررسی میزان کاهش مصرف انرژی الکتریکی ساختمان مورد بهره‌برداری

طبق اطلاعات به‌دست‌آمده از امور مشترکین شرکت توزیع جمع کل مصرف برق یک سال قبل از نصب پنل‌های خورشیدی (۱۳۹۳/۷/۲۲ الی ۱۳۹۴/۷/۲۱) معادل ۵۴۲۱۶ kwh و جمع کل مصرف برق در طی یک سال از زمان نصب پنل‌های خورشیدی (۱۳۹۵/۷/۲۲ الی ۱۳۹۵/۷/۲۱) معادل ۴۸۵۰۲ kwh است که بدون احتساب ۵٪ افزایش سالیانه مصرف برق kwh ۵۷۱۴ کاهش مصرف برق داشته‌ایم که این امر می‌تواند ناشی از رعایت الگوهای مصرف بهینه انرژی باشد.

میزان توان خروجی یک ماژول فتوولتائیک ممکن است به دلیل آلودگی‌های موجود بر سطح ماژول، کاهش یابد و این کاهش با فاکتور کاهش در اثر آلودگی هوا محاسبه می‌شود [12].

چنانچه آلودگی مانع رسیدن نور به سلول‌های خورشیدی شود، محیط پر گردوخاک ممکن است بازدهی پنل فتوولتائیک را تا حدود ۴٪ یا بیش‌تر کاهش دهد [19].

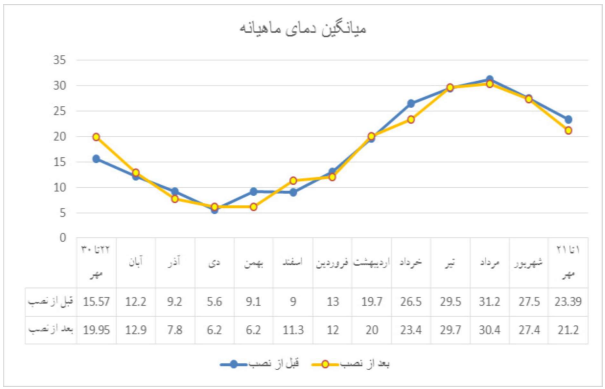
در بازه زمانی یک‌ساله نصب پنل‌های فتوولتائیک ۶۲ روز همراه با گردوغبار داشتیم که بیشترین میزان آن در خردادماه ۱۳۹۵ است. تعداد روزهای همراه با گردو غبار در ماه های مختلف را در جدول ۲ مشاهده می‌کنیم.

جدول ۲ تعداد روزهای همراه با گردوغبار ماهانه در زمان نصب پنل‌های فتوولتائیک. منبع: [20].

۲۲ مهر ۱۳۹۴ تا ۲۱ مهر ۱۳۹۵

مهر ۹۴	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر ۹۵
۶	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۱۶	۲	۱	۰	۰	۴

مطابق نمودار ۷ در ماه‌های آذر و بهمن ۱۳۹۵ نسبت به سال قبل کاهش دما داریم که منجر به افزایش مصرف وسایل گرمایشی که برقی هستند شده همچنین در تیر ماه ۱۳۹۵ نسبت به سال قبل افزایش دما داریم که منجر به افزایش مصرف وسایل سرمایشی شده است.

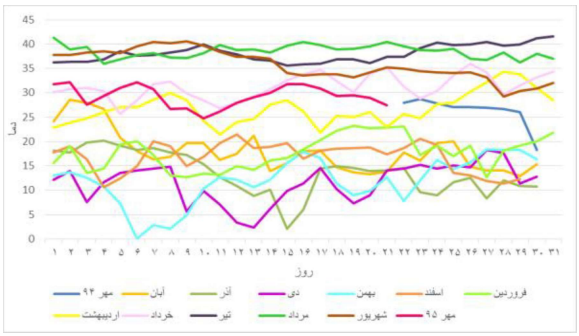


نمودار ۷ مقایسه میانگین دمای ماهانه ایلام قبل و بعد از نصب آرایه‌های خورشیدی. منبع: نگارنده

طبق گزارش گروه اخبار علمی ایرنا از فاکس نیوز، ناسا جولای ۲۰۱۶ (تیر ۱۳۹۵) و آگوست ۲۰۱۶ (مرداد ۱۳۹۵) را به‌عنوان گرم‌ترین ماه جولای و آگوست در تاریخ ثبت کرد [21].

ماژول‌های پلی کریستال که اغلب دارای ضریب دمایی ۰٪/۵ °c هستند (به ازای هر یک درجه افزایش دما، بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، توان خروجی ۰٪/۵ کاهش می‌یابد) [12].

طبق نمودار ۸ در ماه‌های آذر، دی، بهمن، اسفند ۱۳۹۴ و فروردین ۱۳۹۵ در هیچ روزی دمای بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد نداشتیم.



نمودار ۸ دمای حداکثر ماهیانه از ۲۲ مهر ۱۳۹۴ تا ۲۱ مهر ۱۳۹۵ (زمان نصب پنل‌های فتوولتائیک). منبع: *نگارنده*

۴- تجزیه و تحلیل اطلاعات

۴-۱-تحلیل اقتصادی

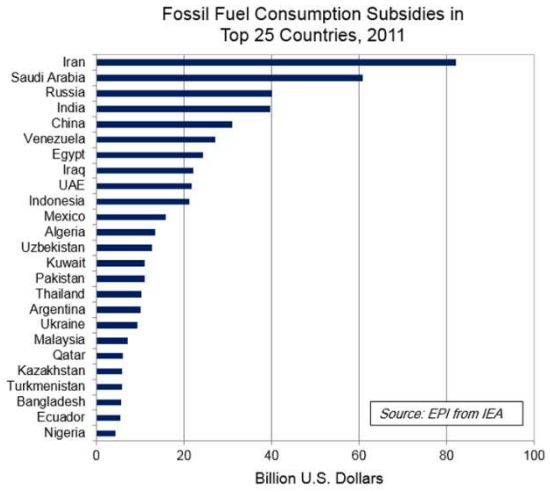
قیمت برق تابعی از نوع اشتراک، قدرت انتخاب، وضعیت اقلیمی و منطقه‌ای قیمت سوخت و هزینه‌های انتقال است. مهم‌ترین عامل قیمت سوخت است.

رشد اقتصادی و افزایش تقاضای انرژی در جهان سبب شده که قیمت نفت و گاز افزایش و اتکا به این منابع برای تأمین انرژی کاهش یابد. در این میان منابع تجدید پذیر جایگزینی برای نفت و گاز است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، بیشتر مخازن نفت خام حداکثر تا دو دهه آینده با افت فشار مواجه خواهد شد و به‌تدریج میزان تقاضای نفت از عرضه آن فراتر خواهد رفت. در ارتباط با ذخایر گاز طبیعی، ماندگاری آن طولانی‌تر خواهد بود، ولی درنهایت این ذخایر نیز تحلیل خواهد رفت. مسئله امنیت انرژی نیز از مواردی است که منابع فسیلی مرسوم، ـ محدودیت و تجدید ناپذیر ـ از تأثیرگذاری بالایی بر امنیت انرژی دارد. این مسئله بسیاری از کشورها را واداشته است که به مسئله امنیت عرضه انرژی تمایل پیداکرده و به تغییرات گسترده‌ای در اقتصاد انرژی خود اهتمام ورزند [1].

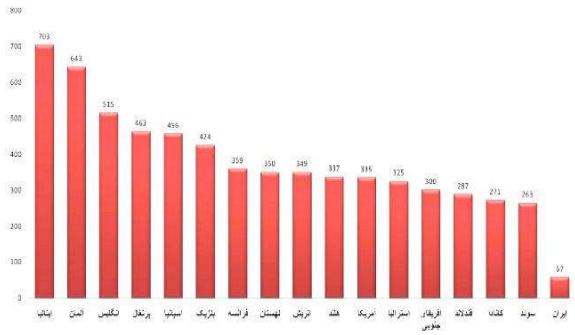
در این زمینه پیشرفت‌های فناوری، نویدبخش راه‌حل‌هایی نو درباره تولید انرژی موردنیاز بشر است، با شناسایی این روش‌های جدید و تغییر ساختار در روش‌های قدیمی تولید برق، گامی بلند درزمینهی تغییر زیرساخت‌های صنعت برق برداشته‌شده است. استفاده از ذخایر انرژی تجدید پذیر در این خصوص تأثیر مهمی دارد. گستردگی و توزیع این عوامل در طبیعت باعث شده است که سیستم‌های تولید الکتریسیته به سمت سیستم‌های محلی پیش رود که انرژی‌های نو به‌خوبی می‌تواند برای این منظور به کار گرفته شود [1].

مهم‌ترین ایرادی که به این سیستم‌ها وارد است، هزینه‌های بالای نصب و راه‌اندازی آن‌هاست. درحالی‌که با نگاه کارشناسانه و دقیق، این سیستم‌ها در درازمدت به‌صرفه خواهند بود [22].

طبق نمودارهای ۹ ایران بزرگ‌ترین کشور یارانه دهنده در جهان برای مصرف سوخت‌های فسیلی است و کمترین بهای برق مصرفی را در بین ۱۷ کشور دارد که این مسئله از مهم‌ترین دلایلی ست که در کشور ما تاکنون انرژی‌های تجدید پذیر جایگاه خود را پیدا نکرده است (نمودار ۱۰).



نمودار ۹ رتبه‌بندی کشورها بر اساس میزان پرداخت یارانه برای انرژی. منبع: [23]



نمودار ۱۰ متوسط قیمت برق در سال ۲۰۱۴ در چند کشور (کیلووات ساعت برحسب تومان). منبع: [24]

با در نظر گرفتن تمام موارد فوق طبق اطلاعات سیستم مانیتورینگ خورشیدی کل انرژی تولیدشده توسط آرایه‌های خورشیدی در بازه زمانی یکساله از ۲۲ مهر ۱۳۹۴ تا ۲۱ مهر ۱۳۹۵ برابر ۱۶۳۹۵٫۸ kwh است و ۵۷۱۴ kwh نسبت به سال گذشته کاهش مصرف داشتیم که درمجموع ۲۲۱۰۹٫۸ kwh انرژی در سال صرفه‌جویی داریم. با توجه به اینکه ساعت کاری شرکت توزیع برق از ساعت ۷ تا ۱۵:۳۰ دقیقه می باشد طبق جدول ۳ ارزش ریالی این میزان انرژی (متوسط ساعات میان بار و ساعات اوج باری ۲۹۰۱ ریال برای هر کیلووات مطابق تعرفه های برق و شرایط عمومی برای بخش عمومی با قدرت کمتر از ۳۰ کیلووات کد ۲-الف ۱ در سال ۱۳۹۴) برابر است با:

جدول ۳ تعرفه مصارف عمومی. منبع: [25]

کد تعرفه		باقدرت ۳۰ کیلووات و کمتر		
		بهای قدرت (ریال/kw)	بهای انرژی (kw/ ریال)	
			ساعات میان باری	ساعات اوج بار	ساعات کم باری
۲-الف	۱	-	۱۹۳۴	۳۸۶۸	۹۶۷
	۲	-	۶۵۵	۱۳۱۰	۳۲۷۵
۲-ب		-	۳۵۸	۷۱۶	۱۷۹

(۱) ۲۲۱۰۹٫۸×۲۹۰۱ =۶۴۱۴۰۵۲۹٫۸ ریال

قیمت پنل‌های فتوولتائیکی که توانایی تأمین ۱۰ کیلووات برق را در ساعت داشته باشد طبق اعلام شرکت در ۴۲۳۰۰۰۰۰ می‌باشد. با احتساب تنها هزینه به‌دست‌آمده از طریق صرفه‌جویی و یا تولید انرژی در سال (۶۴۱۴۰۵۲ تومان)، دوره بازگشت سرمایه اولیه این محصول برابر ۶٫۶ سال خواهد بود.

(۲) ۴۲۳۰۰۰۰۰ ÷ ۶۴۱۴۰۵۲=۶٫۶ سال

۴-۲-تحلیل اجتماعی

براثر تولید گازهای آلاینده صدماتی به اکوسیستم و بهداشت و سلامت افراد جامعه و ساختارهای فیزیکی ازجمله ساختمان‌ها و بناهای مختلف و مواد و محصولات تولیدی وارد می‌شود که ضرورت دارد برای جبران این آسیب‌ها در اقتصاد هزینه کشورهایی انجام شود. به مجموع پولی که جهت جبران آسیب‌های وارده بر اکوسیستم و بهداشت و سلامت افراد و جامعه و مواد و محصولات تولیدی و بناها و ساختمان‌ها هزینه می‌شود، هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده و گازهای گلخانه‌ای گفته می‌شود [8].

با تولید برق از سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌های کشور و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی هزینه‌های اجتماعی گزافی بر جامعه تحمیل می‌شود .اگر این هزینه‌های اجتماعی با هزینه‌های خالص برق تولیدی جمع گردد، هزینه‌های واقعی که جامعه بایستی برای تولید و مصرف برق متحمل شود، به دست می‌آید .با لحاظ نمودن هزینه‌های اجتماعی و البته درصورتی‌که یارانه‌های اعطایی به تولید برق در نیروگاه‌های با سوخت فسیلی قطع‌شده و به تولید برق از نیروگاه‌های با منابع انرژی تجدید پذیر تعلق گیرد،

به‌طور معناداری، اکثر نیروگاه‌های تجدید پذیر کاملاً دارای توجیه اقتصادی گردیده و در بلندمدت، باعث واقعی شدن قیمت‌ها در این بخش و به‌تبع آن، کاهش هزینه‌های بودجه‌ای دولت و فشارهای مالیاتی و آزاد شدن منابع مزبور (که رقم بسیار قابل‌توجهی را تشکیل می‌دهد) و صرف آن در امر تحقیق و توسعه دانش فنی و آموزش نیروهای متخصص خواهد گردید [12]

هزینه اجتماعی بخش انرژی، مربوط به منتشر شدن گازهای گلخانه‌ای شامل (SO_2،NOx،CO_2) است. هزینه اجتماعی مستقیم و غیرمستقیم NOx، SO_2 و CO_2 در سال ۱۳۹۱ به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی در نیروگاه‌های بخاری کشور حدود ۷۲۰ تا ۱۳۶۰ ریال، نیروگاه‌های گازی ۷۴۰ تا ۱۳۸۰ ریال و نیروگاه‌های سیکل ترکیبی ۵۹۰ تا ۱۲۳۰ ریال برآورد شده است [8] ایلام اما فاقد نیروگاه است و انرژی الکتریکی آن از شبکه سراسری تأمین می‌شود که به‌طور متوسط هزینه اجتماعی آن ۱۰۰. ریالال می‌باشد میزان هزینه‌های اجتماعی صرفه‌جویی شده از نصب پنل‌های فتوولتائیک در طول یک سال، مساوی خواهد بود با:

(۳) ریال ۲۲۱۸۲۷۶,۲۳ =۱۰۰,۳۳×۲۲۱۰۹,۸

۴-۳-تحلیل زیست‌محیطی

مطابق آمارهای آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۱، کشور ایران معادل با ۵۲۰ میلیون تن کربن دی‌اکسید تولید نموده که در این عملکرد جزء ۱۰ کشور اول دنیا قرار دارد. سرانه تولید کربن دی‌اکسید به ازای هر نفر ۷ تن بوده و شدت انتشار کربن نیز معادل با ۲/۱ کیلوگرم به ازای هر دلار تولید (به قیمت سال ۲۰۰۵) بوده است که رقم بسیار قابل‌توجهی است [26].

طبق گزارش سازمان بین‌المللی انرژی[1]، بهبود مصرف انرژی از سال ۱۹۹۰ به جلوگیری از انتشار ۸۷۰ میلیون تن CO_2در سال ۲۰۱۴ کمک کرده است [27].

مطابق تحقیقات انجام‌شده انتشار مستقیم و غیرمستقیم دی‌اکسید کربن ناشی از مصارف سوخت در نیروگاه‌های حرارتی به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی در حدود ۷۵۰ گرم هست، یعنی ما به ازای هر کیلووات ساعت مصرف برق در منازل و یا محل کار خود باعث انتشار حداقل ۷۵۰ گرم گاز آلاینده دی‌اکسید کربن گردیده‌ایم و این در حالی است که پنل‌های فتوولتائیک به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی انتشار گاز دی‌اکسید کربن نداشته و فقط صرفاً انتشار گاز CO_2 به شکل غیرمستقیم (شامل مراحل تولید پنل‌های فتوولتائیک) به میزان حدود ۵۰ گرم به ازای هر کیلووات ساعت هست، لذا ابتدا می‌توان چنین نتیجه گرفت که به ازای هر کیلووات بهره‌گیری از پنل‌های خورشیدی در منازل و یا محیط کار خود ما می‌توانیم حداقل حدود ۷۰۰ گرم در کاهش گازهای گلخانه‌ای نقش داشته باشیم، البته یادآوری می‌شود، در نیروگاه‌های حرارتی سایر گازهایی گلخانه‌ای و ذرات معلق نیز تولید می‌گردد که در این مقاله از ذکر آن‌ها صرف‌نظر نموده‌ایم [14]. جعفری فشارکی و توسلی در مقاله‌ای بعنوان «بررسی تأمین انرژی ساختمان با استفاده از انرژی فتوولتائیک» این میزان کاهش انتشار CO_2 را یک کیلوگرم بیان کرده‌اند.

مطابق اطلاعات ثبت‌شده در سیستم مانیتورینگ خورشیدی شرکت توزیع برق استان ایلام با نصب ۱۰ کیلووات پنل فتوولتائیک ۱۶۳۹۵,۸ کیلووات ساعت برق به شبکه سراسری تزریق کرده‌ایم و باعث کاهش ۱۱,۴۷۷ تن دی‌اکسید کربن شده که معادل کاشت ۵۲۱,۶ اصله درخت است و سالیانه ۴۰۹۸۹,۹۵ لیتر معادل نفت خام صرفه‌جویی می‌شود.

(۴) ۱۶۳۹۵,۸ × ۰,۷ =۱۱۴۷۷,۰۶ kg

۵- نتیجه‌گیری

همان‌طور که در متن مقاله مشاهده گردید کشور ایران در منطقه‌ای با میزان بالایی از جذب انرژی خورشیدی قرارگرفته است؛ بنابراین، باید سیاست‌ها و راهکارها طوری تنظیم شود که بتوان از این منبع انرژی بیشترین بهره را گرفت. سیستم‌های فتوولتائیک به‌صورت واحدهای متصل به شبکه سراسری برق یا مستقل ازآن‌جهت تأمین انرژی الکتریکی به کار گرفته می‌شوند. به‌منظور تقویت شبکه‌ی سراسری برق و جلوگیری از فشار الکتریکی وارده بر نیروگاه‌ها در طی روز، استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک متصل به شبکه سراسری برق به‌صورت متمرکز و یا غیرمتمرکز ازجمله راه‌حل‌های این مشکل هست. در کوچک‌ترین حالت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در یک ساختمان اداری به شکل فتوولتائیک مشاهده گردید با نصب ۱۰ کیلووات توان فتوولتائیک سالانه کاهش ۳۹ درصدی مصرف انرژی الکتریکی در مجموعه سازمان و کاهش هزینه‌های انرژی الکتریکی که برای سازمان به ارمغان آمد. از دید ملی و اجتماعی نیاز سالیانه ساختمان شرکت توزیع برق استان ایلام با این اقدام کوچک خود بیش از ۱۱,۴۷۷ تن از انتشار گاز CO_2 جلوگیری کرده است و سالیانه در حدود ۴۰۹۸۹,۹۵ لیتر معادل نفت خام صرفه‌جوئی نموده است.

لذا اگر استفاده از انرژی خورشیدی به شکل فتوولتائیک را در سطح وسیع‌تری در استان گسترش یابد شاهد اثرات زیست‌محیطی مانند کاهش وابستگی به منابع فسیلی، کاهش انتشار گازهای آلاینده از بخش‌های تولید و مصرف منابع انرژی که تأثیر اساسی بر گرمایش جهانی دارند، خواهیم بود.

۶- مراجع

[۱] ع. پیمانپاک، ج. کیپور و م. اکبری، مدیریت انرژی درایران: وضعیت موجود و راهکارها، تهران: مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹.

[۲] مدیریت مصرف-روابط عمومی، "صرفه جویی در مصرف برق ساختمان های اداری و دولتی،" شرکت توزیع نیروی برق استان ایلام، ایلام، ۱۳۹۵.

[3] THE SHIFT PROJECT, "Most Energy Intensive Countries," 2014. [Online]. Available: http://www.tsp-data-portal.org.

[4] IEA, "wind solar oecd electricity generation grew," 05 04 2016. [Online]. Available: http://cleantechnica.com.

[5] T. Randall, "wind and solar are crushing fossil fuels," 06 04 2016. [Online]. Available: http://www.bloomberg.com.

[۶] م. ح. سیدان و ج. عبدالهی سروی، "گزارشی وضعیت جهانی انرژی تجدید پذیر در ۲۰۱۵-یافته های کلیدی،" REN21, 1394.

[۷] ع. محمودی، "نفت همچنان عمده ترین منبع تولید برق در جهان،" ۱۸ ۰۵ ۱۳۹۵. [درون خطی]. Available: http://news.gov.ir/detail?ANWID=39287.

[۸] معاونت امور برق و انرژی. دفتر برنامه ریزی کلان برق، ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱، تهران: وزارت نیرو. معاونت امور برق و انرژی، ۱۳۹۳.

[۹] ر. صابری فر، "پتانسیل بهره مندی از انرژی خورشیدی در خراسان جنوبی،" *مجله اقتصاد انرژی*، مهر و آبان ۱۳۸۹.

[۱۰] اداره کل هواشناسی استان ایلام، "اقلیم و جغرافیا،" ۱۱ ۳ ۱۳۹۵. [درون خطی]. Available: http://www.ilammet.ir/geo.asp.

[۱۱] م. لشگری و ب. الوند، "تجزیه و تحلیل انرژی و اکسرژی تولید برق از انرژی خورشیدی با فتوولتاییک و یک متمرکز کننده،" در *کنفرانس ملی بهینه سازی مصرف انرژی در علوم و مهندسی*، بابل، ۱۳۹۳.

[1] EIA

[۱۲] معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، راهنمای طراحی سیستم های فتوولتاییک به‌منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، ضابطه شماره ۶۶۷، تهران: معاونت نظارت راهبردی وزارت نیرو،امور نظام فنی پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۳.

[۱۳] امور مشترکین اداره برق شهرستان ایلام، "فروش انرژی کیلووات ساعت به تفکیک ناحیه و دوره و تعرفه درسال،" ایلام، ۱۳۹۵.

[۱۴] ا. طاهری اصل و ع. پزشکی، "بررسی اثرات تولید انرژی الکتریکی خورشیدی در یک ساختمان اداری،" در *دهمین همایش بین المللی انرژی*، تهران، ۱۳۹۳.

[۱۵] پ. میری و م. مظهری، "امکان‌سنجی بهره‌گیری از سامانه فتوولتاییک، در راستای تأمین اهداف معماری پایدار،" *ماهنامه علمی-تخصصی-پژوهشی عمران، معماری، شهرسازی پیام مهندس*، شماره شماره ۵۹، pp. 45-51، شهریور و مهر ۱۳۹۲.

[۱۶] دفتر طراحی شرکت توزیع برق استان، ۱۳۹۴.

[۱۷] ک. رضاپور و ب. ارغند، "پارک انرژی، راهکاری نو در بهینه سازی انرژی و حفظ محیط زیست،" تهران، ۱۳۹۱.

[۱۸] ح. کاظمی کارگر و م. نوروزی، پنلهای فتوولتائیک آشنایی، اصول و طراحی، تهران: آراد کتاب، ۱۳۸۹.

[۱۹] ر. وفایی، "بررسی شیوه های طراحی سیستم های فتوولتائیک یکپارچه در ساختمان،" *صفه*، شماره ۴۹، 1388 ,pp. 69-80.

[۲۰] واحد آمار اداره هواشناسی استان ایلام، ایلام، ۱۳۹۵.

[۲۱] ایرنا، "ناسا گرمترین آگوست تاریخ را ثبت کرد،" ۲۳ شهریور ۱۳۹۵. [درون خطی]. Available: http://www7.irna.ir.

[۲۲] و. جعفری فشارکی و ح. توسلی، "بررسی تأمین انرژی ساختمان با استفاده از انرژی فتوولتائیک،" در *دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار)*، اصفهان، ۱۳۹۲.

[23] IEA, "Fossil Fuel Subsidy Database," Compiled by Earth Policy Institute, 2012.

[24] STATISTA, "Global electricity prices by select countries in 2015," 2015. [Online]. Available: http://bit.do/b4Gvz.

[۲۵] معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی، "تعرفه های برق و شرایط عمومی انها،" وزارت نیرو، تهران، ۱۳۹۴.

[۲۶] ح. صادقی، م. نوری شیرازی و ک. بیابانی خامنه، "نقش تولید برق از منابع تجدید پذیر در کاهش گازهای گلخانه ای یک رویکرد اقتصادسنجی،" *نشریه انرژی ایران*، جلد دوره ۱۷، شماره شماره ۳، 1393 ,pp. 23-38.

[27] EIA, "energy efficiency improvements avoided 870 milion tonnes co2 2014," 09 10 2015. [Online]. Available: http://Cleantechnica.com.