FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

Journal of Environmental Sciences Studies (JESS)
Volume 10, Number 2, Summer, (2025)

Journal Homepage: www.jess.ir
Print ISSN: 2588-6851 Online ISSN: 2645-520X

Environmental study of using solar energy to generate electricity for electric and hybrid vehicle charging stations

Mehdi Niajalili[*1]; Pouria Ramzani Soleymandrabi[1]

[*]1. Department of Mechanical Engineering, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran
[*]Email Address: Mniajalili@tvu.ac.ir

Article Info

Article Type:
Research Paper

Article History:

Received Date:
2025/07/05
Revised Date:
2025/07/13
Accepted Date:
2025/07/22
Published Date:
2025/09/09

Keywords:
Solar energy,
Electric vehicle,
Pollution,
Carbon dioxide,
Charging station.

ABSTRACT

Today, the use of renewable energy is considered a desirable alternative to fossil fuels. The increase in environmental pollution and the reduction of fossil fuel resources are two powerful factors that have led to an increase in the use of renewable energy in electricity generation. In this study, a plan for using solar energy to supply electric energy to an electric vehicle charging station in Rasht city is presented, and the amount of carbon dioxide pollutant reduction is examined. Thus, for the study charging station, the number of photovoltaic panels required is estimated according to the peak sunshine hours for the study area. Then, over a 25-year period, the percentage of pollutant reduction for electricity generation using solar energy compared to a combined cycle power plant is evaluated. According to studies conducted in the design of a solar charging station for study vehicles, in the most case, 18 photovoltaic panels with a power of 745 watts are required. The amount of carbon dioxide pollutant when using a combined cycle power plant to supply electricity to the charging station in question is estimated to be about 1.1 tons per year at maximum, while this parameter has been reduced to 0.13 tons when using solar energy.

Cite this article: Mehdi Niajalili , Pouria Ramzani Soleymandrabi (2025). Environmental study of using solar energy to generate electricity for electric and hybrid vehicle charging stations, Journal of Environmental Sciences Studies, 10(2), Pages 10493 – 10501.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The increase in environmental pollution on the one hand and the decrease in fossil fuel resources on the other hand have led many researchers to research renewable energies such as wind, solar, geothermal, etc. Among them, solar energy has received more attention due to its availability. According to studies, Iran has rich fossil fuel resources, but due to the limitations on the use of renewable energies and its suitable geographical location, favourable radiation intensity, and high potential for absorbing solar energy, the most appropriate way to use photovoltaic systems is to supply electrical energy. Iran is one of the largest producers of greenhouse gases, so the need to use renewable energies to control pollution has increased. On the other hand, due to Iran's location on a belt with high potential for receiving solar energy, it is considered one of the countries suitable for the utilization of this clean energy, which, with careful management in this regard, can be used for various applications. In this study, the amount of energy required by the electric vehicle charging station was initially evaluated. This was done by examining some electric and hybrid vehicles and determining the capacity required for charging their batteries. In the next step, considering the existing photovoltaic panels, the number of panels required was evaluated and a plan for solar energy efficiency in the charging station was presented. Finally, considering the power required by the charging station, the amount of carbon dioxide pollutant reduction was evaluated.

Materials and methods

Rasht is the capital of Guilan province and the most populous city in the province. Due to the existence of the Bandar Anzali Free Zone in this province, many electric and hybrid vehicles are circulating in this province. On the other hand, the companies of Modiran Khodro and Kerman Motor have also launched their electric and hybrid vehicles. Therefore, the need for charging stations in this city has increased. With increasing population growth, urbanization, and rising energy consumption worldwide, the need for sustainable, clean, and renewable energy sources is felt more than ever. In the meantime, solar energy, as one of the most abundant and accessible natural resources, has found a special place among renewable energy options. Sunlight, which is available daily and free of charge, has the ability to be converted into electrical and thermal energy and can meet various needs, including providing electricity to households, industries, agriculture, and transportation. A photovoltaic system consists of various components such as photovoltaic panels, a charge controller, inverter and etc.

Results and discussion

In this study, photovoltaic panels are used to utilize solar energy. It is assumed that the solar charging system operates only when solar energy is available. Therefore, the value of the parameter t is changed between 4 and 6 hours according to the peak of the sunny hours, and the number of panels required is estimated at each stage. The number of days the system is active is considered to be 365 days. To obtain the maximum output power, heat losses, cables, batteries, and mismatches must first be evaluated. The highest battery capacity among the study vehicles is for the Peugeot 208. Therefore, if the designed charging station is capable of charging this car, it can also charge other cars. In this section, the amount of carbon dioxide reduction for the 51 kWh charging station and for the peak sunny hours is evaluated differently, considering the 25-year life of the photovoltaic panels. The amount of carbon dioxide produced when generating electricity by a combined cycle power plant is much higher than that produced by solar energy. Assuming a 6-hour operation of the solar charging station, it results in a reduction of about 22.4 tons of carbon dioxide produced.

Conclusion

In recent decades, challenges such as the reduction of fossil fuel resources, the increase in greenhouse gases, and environmental pollution have increased the need for research on renewable energies. Among them, solar energy, as the most available renewable energy, is very important. In this study, solar energy has been used to supply the electricity required by the electric and hybrid vehicle charging station in Rasht city, Guilan province. In this way, the battery capacity of some electric and hybrid vehicles has been examined first. In the next stage, the climatic conditions and solar radiation at the study station have been evaluated, and a plan has been presented to utilize this clean energy for use in the electric and hybrid vehicle charging station. Finally, the amount of carbon dioxide reduction in the case of using solar energy in the electricity generation of the charging station has been evaluated in comparison with the use of a combined cycle power plant. According to studies, the reduction in carbon dioxide emissions over the 25-year life of photovoltaic panels has been estimated at 14.9 tons when the charging station is operating for 4 hours and 22.4 tons when it is operating for 6 hours.

مجله مطالعات علوم محیط زیست
جلد ۱۰، شماره ۲
Journal Homepage:www.jess.ir
شاپای چاپی: 2588-6851 شاپای الکترونیکی: 2645-520X

FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

مطالعه زیست محیطی استفاده از انرژی خورشیدی در تولید برق ایستگاه‌های شارژ خودروهای برقی و هیبریدی

مهدی نیاجلیلی*[۱]، پوریا رمضانی سلیماندرابی[۱]

*۱-گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران
*ایمیل نویسنده مسئول: Mniajalili@tvu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله علمی پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۴/۱۴
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۴/۲۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۴/۳۱
تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۰۶/۱۸

کلید واژه ها:
انرژی خورشیدی،
خودروی برقی،
آلایندگی،
دی اکسید کربن،
ایستگاه شارژ.

چکیده

امروزه استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر جایگزین مطلوبی برای سوخت‌های فسیلی محسوب می‌شود. افزایش آلودگی‌های زیست محیطی و کاهش منابع سوخت‌های فسیلی به عنوان دو عامل قدرتمند باعث شده اند که کاربرد انرژی‌های تجدید پذیر در تولید برق اقزایش یابد. در این پژوهش طرحی برای استفاده از انرژی خورشیدی در تامین انرژی برق مورد نیاز ایستگاه‌های شارژ خودروهای برقی و هیبریدی در شهرستان رشت آورده شده و میزان کاهش آلاینده دی اکسید کربن مورد بررسی قرار گرفته است. بدین صورت که برای ایستگاه شارژ مطالعاتی، با توجه به پیک ساعات آفتابی در شهرستان مورد نظر، تعداد پنل‌های فتوولتائیک مورد نیاز تخمین زده شده و سپس در بازه ۲۵ ساله، درصد کاهش آلاینده مذکور، برای تولید برق در حالت استفاده از انرژی خورشیدی نسبت به نیرویگاه سیکل ترکبی ارزیابی شده است. بر طبق مطالعات انجام شده در طراحی ایستگاه شارژ خورشیدی برای خودروهای مطالعاتی، در بیشترین حالت به تعداد ۱۸ پنل فتوولتائیک با توان ۷۴۵ وات نیاز می باشد. مقدار آلاینده دی اکسید کربن نیز در حالت استفاده از نیروگاه سیکل ترکیبی در تامین برق ایستگاه شارژ مورد نظر، در بیشترین حالت حدود ۱/۱ تن در سال ارزیابی شده که این پارامتر در حالت استفاده از انرژی خورشیدی به میزان ۰/۱۳ تن کاهش یافته است.

ناشر: انتشارات فن پایا

DOI: 10.22034/jess.2025.532650.2387

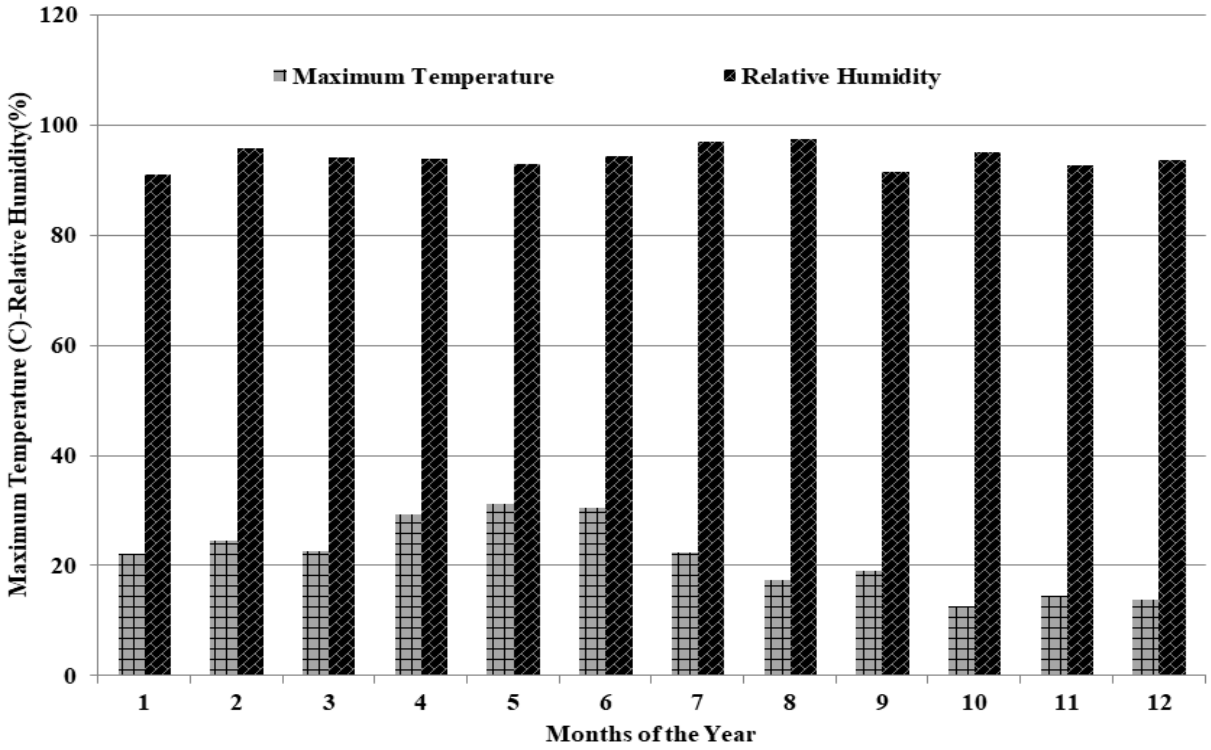
۱-مقدمه

افزایش آلاینده‌های محیط زیست از یک سو و کاهش منابع سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر، باعث شده است پژوهشگران بسیاری پیرامون استفاده از انرژی‌های تجدید پذیری همچون انرژی بادی، خورشیدی، زمین گرمایی و غیره تحقیق کنند . در این میان انرژی خورشیدی به دلیل در دسترس بودن بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. برطبق بررسی‌های انجام شده کشور ایران دارای منابع غنی سوخت‌های فسیلی می باشد، اما به دلیل محدودیت‌های پیش رو برای استفاده از انرژی‌های تجدید ناپذیر و موقعیت جغرافیایی مناسب و برخورداری از شدت تابش مطلوب و پتانسیل بالا در جذب انرژی خورشیدی، مناسب ترین راه استفاده از سیستم های فتوولتائیک در تامین انرژی الکتریکی است . کشور ایران یکی از بزرگترین تولید کنندگان گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود ، لذا ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در راستای کنترل آلودگی افزایش یافته است. از طرف دیگر به دلیل قرارگیری کشور ایران روی کمربند پر پتانسیل دریافت انرژی خورشیدی، از جمله کشورهای مناسب جهت بهره وری از این انرژی پاک محسوب می‌شود که با مدیریت دقیق در این راستا می توان از انرژی خورشیدی برای کاربردهای مختلف بهره برد. کالادلیس و همکاران (2011) به صورت تجربی روی استفاده از انرژی خورشیدی برای آبرسانی تحقیق کرده‌اند. آن ها با بیان اینکه ممکن است از سیستم آبرسانی خورشیدی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته بهره برده شود، ضرورت پژوهش روی این موضوع را زیاد دانسته‌اند. این محققان از ۱۲ پنل با توان حدود ۵۰ وات و یک باتری با ظرفیت ۲۴ آمپرساعت، یک شارژ کنترل، یک عدد پمپ ۱۰۰ وات و یک مخزن با حجم ۰/۵ متر مکعب بهره برده‌اند. در ضمن حداکثر جریان حجمی مورد نیاز ۷/۵ لیتر در دقیقه و ارتفاع آبیاری ۷۰ متر بوده است. آن‌ها در نهایت سیستم آبرسانی خورشیدی را بسیار جذاب، دوستدار محیط زیست و دارای هزینه نگهداری کم ارزیابی کرده و بیان کردند یک مولد خورشیدی با توان ۶۱۰ وات می تواند احتیاجات آبی ۲۰۰ مصرف کننده را فراهم کند. باراتی و همکاران(2015) پیرامون مزایای استفاده از انرژی خورشیدی روی نیروی رانش خودرو تحقیق و پژوهش کرده‌اند. این محققان بیان کردند که گران بودن استفاده از انرژی خورشیدی از جمله معایب استفاده از این انرژی پاک محسوب می‌شود، اما کماکان این نوع خودروها را پاک‌ترین و سالم‌ترین نوع خودرو دانسته‌اند. آنها همچنین اعلام کردند که عدم نیاز به سوخت، ساده بودن ساختار و بدون آلودگی بودن این نوع خودروها، از نکات برجسته در استفاده از انرژی خورشیدی در تامین نیروی رانش بوده و در نهایت اعلام داشتند که با توجه به اینکه امروزه حفاظت از محیط زیست از جمله اولویت‌های اول خودروسازان است، استفاده از این خودروها می‌تواند قدم بزرگی در تحقق این مهم بردارد. بیش واش پانرو و همکاران (2024) استفاده از انرژی خورشیدی برای موارد پخت و پز را مورد بررسی قرار داده‌اند. این محققان اذعان داشتند که انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع تجدیدپذیر، پتانسیل بالایی برای کاربردهای مختلف از جمله فعالیت های مرتبط با پخت و پز و گرمایش می‌تواند داشته باشد. آن ها بیان کردند که اجاق‌های خورشیدی پتانسیل بالایی برای جایگزینی وسایل پخت و پز مرسوم در جنوب آسیا دارند. این اجاق های خورشیدی به عنوان ابزاری ارزشمند برای جذب انرژی حرارتی محسوب می‌شوند. این پژوهشگران در نهایت با بیان اینکه پذیرش این تکنولوژی در مکان هایی مانند نپال و جنوب آسیا می‌تواند به بهبود کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ منابع سوخت های فسیلی کمک کند، اعلام کردند که این اجاق‌ها با توجه به فناوری‌های جدید پنل‌های خورشیدی می‌توانند به کارایی بالاتر از ۴۱/۲ درصد دست یابند. بایا و سیندو (2019) گرمایش جهانی و آلودگی‌های زیست محیطی را از جمله عوامل مهم در گسترش خودروهای برقی دانسته و این دسته از خودروها را به عنوان جایگزین مناسب موتورهای احتراق داخلی بیان کده اند. این محققان اذعان کردند که شبکه برق مبتنی بر سوخت فسیلی مرسوم برای شارژ خودروهای برقی، اقتصادی و کارآمد نبوده و ایستگاه شارژ مبتنی بر انرژی های تجدید پذیر را پرپتانسیل و ایده‌آل ارزیابی کرده‌اند. در این پژوهش در ابتدا مقدار انرژی مورد نیاز ایستگاه شارژ خودروهای برقی ارزیابی شده است. این کار با بررسی برخی خودروهای برقی و هیبریدی و مشخص کردن ظرفیت مورد نیاز برای شارژ باتری آن ها انجام شده است. در مرحله بعد با توجه پنل‌های فتوولتائیک موجود، تعداد پنل های مورد نیاز ارزیابی شده و طرحی جهت بهره وری از انرژی خورشیدی در ایستگاه شارژ مطالعاتی آورده شده است. در نهایت با توجه توان مورد نیاز ایستگاه شارژ، میزان کاهش گاز آلاینده دی اکسید کربن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲-روش انجام تحقیق

- **بررسی ایستگاه مطالعاتی**

شهرستان رشت، مرکز استان گیلان و پرجمعیت ترین شهر این استان می باشد. با توجه به وجـود منطقـه آزاد بنـدرانزلی در ایـن اسـتان، خودروهای برقی و هیبریدی متعددی در این استان تردد می‌کنند. از طرف دیگر شرکت‌های مدیران خودرو و کرمان موتور نیز خودروهـای برقی و هیبریدی خود را روانه بازار کرده اند. لذا ضرورت وجود ایستگاه های شارژ برای در این شـهر افـزایش پیـدا کـرده اسـت. برطبـق تحقیقات انجام شده بازدهی پنل های فتوولتائیک تاثیر مستقیم با دمای محیط دارد، به گونه ای که یک درجه سانتی گـراد افـزایش دمـا، حدود نیم درصد بازده پنل ها را کاهش می دهد. با توجه به رطوبت موجود در هوا بیشینه دمای هوای مرکز مطالعاتی در محدوده مطلـوبی قرار دارد. شکل ۱ میانگین ماهانه بیشینه دما و رطوبت نسبی را برای مرکز مطالعاتی در سال ۱۴۰۰ نشان می دهد.

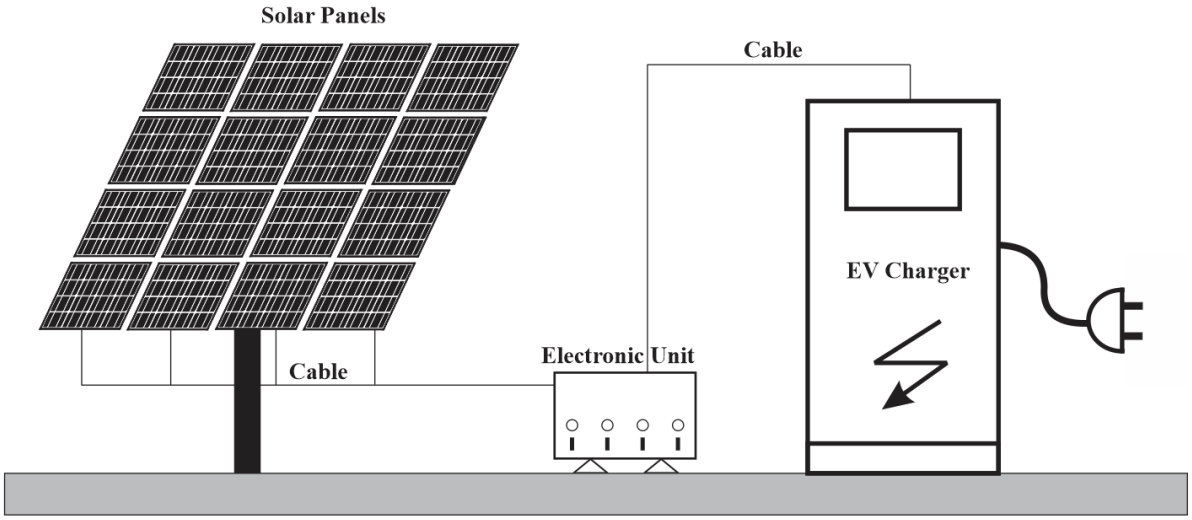


شکل ۱. نمودار میانگین ماهانه بیشینه دما و رطوبت نسبی برای ایستگاه مطالعاتی در سال ۱۴۰۰

با توجه به شکل ۱، میانگین سالانه رطوبت نسبی به میزان ۹۴ درصد ارزیابی شده است. این در حالی است بررسی هـا پیرامـون میـانگین بیشینه دما، در بیشترین حالت به مقدار ۳۰/۸ درجه برای ماه مرداد ارزیابی شده است. میانگین سالانه این پارامتر نیز بـه میـزان ۲۲ درجـه سانتی گراد محاسبه شده که وضعیت این شهر را جهت بهره‌وری بهتر از انرژی خورشیدی بهبود می‌بخشد.

- **طراحی ایستگاه شارژ خورشیدی**

با رشد روزافزون جمعیت، گسترش شهرنشینی و افزایش مصرف انرژی در سطح جهانی، نیاز به منابع انرژی پایدار، پاک و تجدیدپذیر بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. در این میان، انرژی خورشیدی به‌عنوان یکی از فراوان‌ترین و قابل‌دسترس‌ترین منابع طبیعی، جایگاه ویژه‌ای در میان گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر یافته است . نور خورشید که به‌صورت روزانه و رایگان در دسترس است، قابلیـت تبـدیل بـه انرژی الکتریکی و حرارتی را دارد و می‌تواند نیازهای متنوعی از جمله تأمین برق خانگی، صنعتی، کشاورزی و حمل‌ونقـل را پاسـخ دهـد. یک سیستم فتوولتائیک از قطعات مختلفی مانند پنل‌های فتوولتائیک، شارژ کنترلر، اینـورتر و غیـره تشـکیل شـده اسـت. شـکل ۲ طـرح پیشنهادی استفاده از انرژی خورشیدی در تامین برق مورد نیاز ایستگاه شارژ خودروهای برقی را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمای شماتیک طرح پیشنهادی برای ایشتگاه شارژ خورشیدی برای خودروهای برقی

در تامین توان مورد نیاز برای شارژ خودروهای برقی در ابتدا ظرفیت باتری برخی خودروهای برقی ساخت کمپانی های مختلف در جـدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. ظرفیت باتری برخی خودروهای برقی و هیبریدی

نوع خودرو	ظرفیت باتری (kWh)
KMC-J7	۵۰
Tiggo 8 Pro-e+	۱۹/۲
Hyundai Kona	۴۸/۴
Nissan Leaf	۴۰
Peugeot e-208	۵۱

با توجه به جدول ۱، ظرفیت باتری خودروهای نشان داده شده بین ۱۹/۲ تا ۵۱ کیلووات ساعت متغیر است. البته خودروهایی با ظرفیت باتری بالاتر نیز وجود دارد. همچنین خودروهای نامبرده نیز ممکن است با باتری‌هایی با ظرفیت های بالاتر تولید نیز تولید شده باشند. مقدار توان مورد نیاز برای شارژ خودروهای مطالعاتی به صورت زیر به دست می آید:

$$P = \frac{E}{t} \quad (۱)$$

در این رابطه P توان مورد نیاز برای شارژ خودروی برقی برحسب کیلووات ساعت، E ظرفیت باتری برحسب کیلووات ساعت و t مدت زمان شارژ دستگاه بر حسب ساعت می باشد. مقدار پارامتر t با توجه به پیک ساعات آفتابی تعیین می گردد. با توجه به اینکه پرتو افکنی که توسط خورشید به زمین می رسد در ساعات مختلف روز متفاوت است، به دست آوردن یک مقدار میانگین برای استفاده در محاسبات ضروری می باشد. از اینرو با توجه به سینوسی بودن پرتوافکنی در یک روز صاف، پیک ساعات آفتابی تعداد ساعاتی تعریف می شود که خورشید با شدت ۱۰۰۰ وات بر متر مربع می تابد . بر طبق مطالعات انجام شده این پارامتر برای شهر رشت به میزان بین ۵/۱۴ تا ۶/۱۷ ساعت ارزیابی شده است .

- **بررسی کاهش دی اکسید کربن تولید شده**

استفاده از انرژی خورشیدی به جای فسیلی در تولید انرژی الکتریکی مزایای زیست محیطی بسیاری را در پی دارد. در این قسمت مقایسه‌ای بین مقدار دی اکسید کربن تولید شده در حالت تولید برق با استفاده از سوخت‌های فسیلی و انرژی خورشیدی انجام شده است. نرخ کاهش مقدار دی اکسید کربن از رابطه زیر ارزیابی می‌گردد:

$$R_C = E_e.T_r(e_f - e_s) \quad (۲)$$

در این رابطه R_C مقدار کاهش دی اکسید کربن را بر حسب کیلوگرم بیان می کند. T_r طول عمر پروژه را بر حسب سال نشان می‌دهد. e_f مقدار دی اکسید کربن تولید شده ناشی از استفاده از نیروگاه سیکل ترکیبی برای تولید یک کیلووات ساعت برق بر حسب کیلوگرم بر کیلووات ساعت و e_s مقدار دی اکسید کربن تولید شده ناشی از استفاده از انرژی خورشیدی برای تولید یک کیلووات ساعت برق بر حسب کیلوگرم بر کیلووات ساعت می باشد. E_e نیز انرژی مورد نیاز برای راه اندازی ایستگاه شارژ بر حسب کیلووات ساعت که از رابطه زیر به دست می آید:

$$E_e = P \times N \times t \quad (۳)$$

در رابطه (۳)، N تعداد روزهای کارکرد و t تعداد ساعات کارکرد سیستم در طول روز می باشد. در این رابطه، P حداکثر توان خروجی واقعی قابل استخراج از پنل های فتوولتائیک بوده که رابطه زیر قابل ارزیابی است:

$$P = [(1 - L_T)(1 - L_c)(1 - L_B)(1 - L_M)] \times P_{Max} \quad (۴)$$

در این معادله (۴)، L_T تلفات حرارتی، L_C تلفات کابل، L_B تلفات باتری، L_M تلفات عدم تطابق و P_{max} حداکثر توان تولیدی توسط پنل‌های فتوولتائیک است

۳- نتایج

در این پژوهش برای بهره وری از انرژی خورشیدی از پنل‌های فتوولتائیک با مشخصات موجود در جدول ۳ استفاده شده است. فرض می‌شود که سیستم شارژ خورشیدی در طول روز فقط در زمان قابل استفاده بودن انرژی خورشیدی فعالیت کند. لذا مقدار پارامتر t با توجه به پیک ساعات آفتابی بین ۴ تا ۶ ساعت تغییر داده شده و در هر مرحله تعداد پنل‌های مورد نیاز تخمین زده شده است.

جدول ۳. مشخصات پنل فتوولتائیک انتخابی برای استفاده در ایستگاه شارژ خورشیدی

شرکت سازنده	Risen
کشور	چین
حداکثر توان تولیدی (وات)	۷۴۵
وزن (کیلوگرم)	۳۷/۵
ابعاد (میلی متر مکعب)	۲۳۸۴×۱۳۰۳×۳۳
راندمان (%)	۲۴

در این مرحله با توجه به توان تولیدی پنل فتوولتائیک و پیک ساعات آفتابی، تعداد پنل‌های مورد نیاز برای شارژ خودروهای موجود در جدول ۱، مطابق جدول ۵ ارزیابی شده است.

جدول ۵. تعداد پنل های مورد نیاز برای شارژ خودروهای مختلف

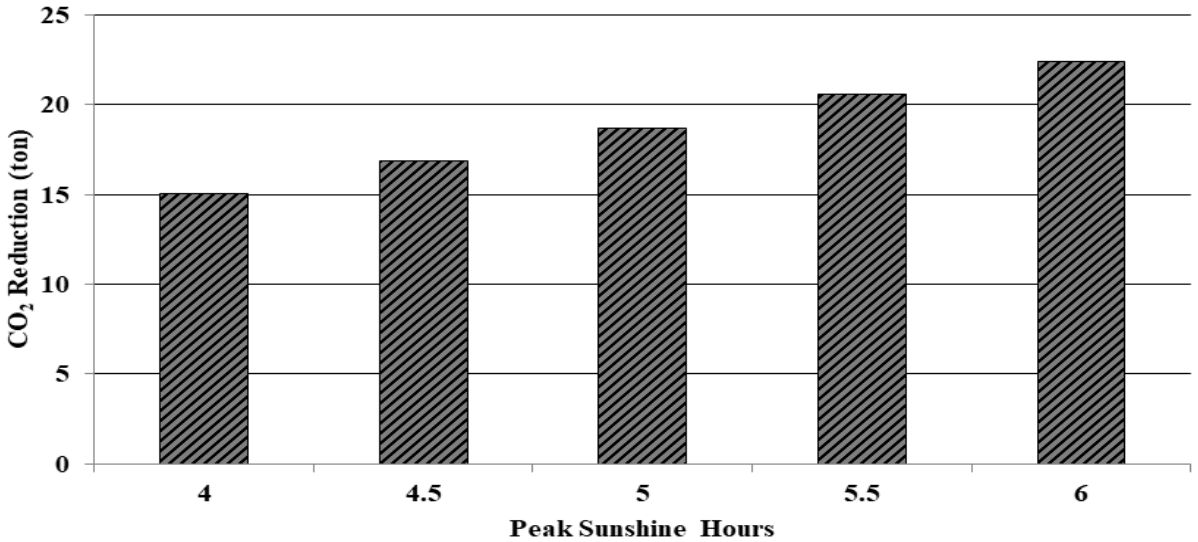
پیک ساعات آفتابی	KMC-J7	Tiggo 8 Pro-e+	Hyundai Kona	Nissan Leaf	Peugeot e-208
۴	۱۷	۷	۱۷	۱۴	۱۸
۴/۵	۱۵	۶	۱۵	۱۲	۱۶
۵	۱۴	۶	۱۳	۱۱	۱۴
۵/۵	۱۳	۵	۱۲	۱۰	۱۳
۶	۱۲	۵	۱۱	۹	۱۲

در معادله (۳) تعداد روزهای فعال سیستم ۳۶۵ روز در نظر گرفته شده است. همچنین بر طبق مطالعات انجام شده توسط نیکزاد و همکاران (2019)، مقدار e_f به میزان ۴۶۹/۹ گرم دی اکسید کربن در تولید هر کیلووات ساعت برق در نیروگاه سیکل ترکیبی ارزیابی شده است. این در حالی است که محققان مقدار e_s را در محدوده ۶۲-۲۶ گرم دی اکسید کربن در تولید هر کیلووات ساعت تولید برق توسط انرژی خورشیدی ارزیابی کرده‌اند که در این پژوهش در سخت گیرانه ترین حالت به مقدار ۶۲ گرم در هر کیلووات ساعت در نظر گرفته شده است. برای به‌دست آوردن حداکثر توان خروجی از معادله (۴) در ابتدا باید تلفات حرارتی، کابل، باتری و عدم تطابق ارزیابی گردد. با توجه به پژوهش های انجام شده مقادیر این تلفات مطابق جدول ۴ تعیین می گردد:

جدول ۴. مقادیر تلفات مختلف جهت برآورد حداکثر توان خروجی از پنل های فتوولتائیک

نوع تلفات	حرارتی (L_T)	کابل (L_C)	باتری (L_B)	عدم تطابق (L_M)
مقدار (٪)	۷	۴	۵	۴

بالاترین ظرفیت باتری در بین خودروهای مطالعاتی، مربوط به خودروی پژو ۲۰۸ است. لذا در صورتی‌که ایستگاه شارژ طراحی شده توانایی شارژ این خودرو را داشته باشد، از عهده شارژ بقیه خودروهای مطالعاتی نیز بر می‌آید. لذا در این قسمت مقدار کاهش دی اکسید کربن برای ایستگاه شارژ ۵۱ کیلووات ساعتی و برای پیک ساعات آفتابی متفاوت و با توجه به عمر ۲۵ ساله پنل های فتوولتائیک ارزیابی شده است. شکل ۳ مقدار کاهش دی اکسید کربن را در ساعات کارکرد متفاوت نشان می‌دهد.



شکل ۳. نمودار کاهش دی اکسید کربن بر اساس ساعات کارکرد ایستگاه شارژ خورشیدی

همان‌طور در شکل ۳ نشان داده شده است، مقدار تولید دی اکسید کربن در هنگام تولید برق توسط نیروگاه سیکل ترکیبی بسیار بیشتر از تولید برق توسط انرژی خورشیدی است. به گونه‌ای که با فرض کارکرد ۶ ساعته ایستگاه شارژ خورشیدی، کاهشی حدود ۲۲/۴ تن در دی‌اکسید کربن تولید شده را در پی دارد.

۴- نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر چالش‌هایی همچون کاهش منابع سوخت‌های فسیلی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی‌های محیط زیست، ضرورت پژوهش روی انرژی‌های تجدید پذیر را افزایش داده است. در این میان انرژی خورشیدی به عنوان در دسترس‌ترین انرژی تجدیدپذیر، بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش از انرژی خورشیدی در تامین برق مورد نیاز ایستگاه شارژ خودروهای برقی و هیبریدی در شهر رشت از استان گیلان بهره برده شده است. در این راستا، در ابتدا ظرفیت باتری برخی خودروهای برقی و هیبریدی بررسی شده است. در مرحله بعد شرایط اقلیمی و تابش خورشید در ایستگاه مطالعاتی ارزیابی گردیده و طرحی جهت بهره‌وری از این انرژی پاک برای استفاده در ایستگاه شارژ خودروهای برقی و هیبریدی آورده شده است. در نهایت مقدار کاهش دی اکسید کربن در حالت استفاده از انرژی خورشیدی در تولید برق ایستگاه شارژ خودروهای برقی و هیبریدی در مقایسه با استفاده از نیروگاه سیکل ترکیبی در تولید برق مورد نیاز، ارزیابی شده است. برطبق بررسی‌های انجام شده میزان کاهش دی‌اکسید کربن طی دوره ۲۵ ساله عمر پنل‌های فتوولتائیک، در حالت کارکرد ۴ ساعته ایستگاه شارژ، به میزان ۱۴/۹ تن و در حالت کارکرد ۶ ساعته به میزان ۲۲/۴ تن ارزیابی شده است.

منابع

- Bett, P. E., & Thornton, H. E. 2016. The climatological relationships between wind and solar energy supply in Britain. Renewable Energy, 87, P. 96-110.
- Bharathi, V. P., Pandurangadu, V., Deepthi, V. N., & Bharathi, P. 2015. Car Runs By Solar Energy. Int. J. Mech. Eng. & Rob. Res, 4(1), P. 571-579.
- Biya, T. S., & Sindhu, M. R. (2019, June). Design and power management of solar powered electric vehicle charging station with energy storage system. In 2019 3rd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA) (pp. 815-820). IEEE.
- Butay, D. F., & Miller, M. T. 2008. Maximum peak power tracker: a solar application. Worcester Polytechnic Institute (WPI) Degree of Bachelor of Science.
- Kaldellis, J. K., Meidanis, E., & Zafirakis, D. 2011. Experimental energy analysis of a stand-alone photovoltaic-based water pumping installation. Applied Energy, 88(12), P. 4556-4562.
- Kelley, L. C., Gilbertson, E., Sheikh, A., Eppinger, S. D., & Dubowsky, S. 2010. On the feasibility of solar-powered irrigation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(9), P. 2669-2682.
- Messenger, R. A. (2018). Photovoltaic systems engineering. CRC press.
- Niajalili, M., Mayeli, P., & Madani, S. 2025. Assessing a hybrid wind-solar irrigation system for kiwi orchards in Northern Iran: Feasibility, environmental impact, and economic viability. Next Sustainability, 5, 100071.
- Niajalili, M., Mayeli, P., Naghashzadegan, M., & Poshtiri, A. H. 2017. Techno-economic feasibility of off-grid solar irrigation for a rice paddy in Guilan province in Iran: A case study. Solar Energy, 150, P. 546-557.
- Nikzad, A., Chahartaghi, M., & Ahmadi, M. H. 2019. Technical, economic, and environmental modeling of solar water pump for irrigation of rice in Mazandaran province in Iran: A case study. Journal of Cleaner Production, 239, 118007.
- Noorollahi, E., Fadai, D., Akbarpour Shirazi, M., & Ghodsipour, S. H. (2016). Land suitability analysis for solar farms exploitation using GIS and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP)—a case study of Iran. Energies, 9(8), P. 643.
- Paneru, B., Paneru, B., Alexander, V., Nova, S., Bhattarai, N., Poudyal, R., & Boland, J. J. (2024). Solar energy for operating solar cookers as a clean cooking technology in South Asia: A review. Solar Energy, 283, 113004.
- Risen Energy Co., LTD. 2025, Tashan Industry Zone, Miilin Street, Ninghai, Ningbo, China.
- Schlömer, S., Bruckner, T., Fulton, L., Hertwich, E., McKinnon, A., Perczyk, D., ... & Wiser, R. 2014. Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In Climate change 2014: Mitigation of climate change: Contribution of working group III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1329-1356). Cambridge University Press.
- Sharmin, T., Khan, N. R., Akram, M. S., & Ehsan, M. M. 2023. A state-of-the-art review on geothermal energy extraction, utilization, and improvement strategies: conventional, hybridized, and enhanced geothermal systems. International Journal of Thermofluids, 18, 100323.
- Weisser, D. 2007. A guide to life-cycle greenhouse gas (GHG) emissions from electric supply technologies. Energy, 32(9), P. 1543-1559.
- Zäll, E., Segervald, J., Mahmoodi, H., Perivoliotis, D., Edman, L., & Wågberg, T. 2024. Achieving optically selective coatings of silica fixated carbon nanotubes for solar energy applications. Solar Energy Materials and Solar Cells, 278, 113202.

- علیخانی، م.، پور ابراهیم، ش.، ۱۴۰۱. تعیین پهنه‌های مستعد توسعه مزارع خورشیدی در استان البرز با استفاده از تکنیک DEMATEL-ANP، مجله مطالعات علوم محیط زیست، دوره ۷، شماره ۳، ص ۵۳۰۲-۵۲۸۷.
- کاووسی، ا.، ۱۴۰۰. بررسی امکان استفاده از سیستم فتوولتائیک در ایران و نقشه پهنه‌بندی آن، مجله مطالعات علوم محیط زیست، دوره ۶، شماره ۲، ص ۳۶۱۲-۳۶۰۵.