

## طراحی یک سیستم فتوولتائیک جهت تغذیه جریان DC اضطراری ایستگاه های برق در استان خوزستان

سیدسجاد صالحی قلعه سفید<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت مقاله:

۹۱/۶/۱۶

تاریخ پذیرش مقاله:

۹۱/۹/۳۰

چکیده:

ایستگاه‌های برق در شرایطی که جریان ac خود را به هر دلیلی از دست دهند، جهت تامین جریان dc مورد نیازشان از یکسری باتری‌هائی استفاده می‌نمایند. این باتری‌ها با توجه به توان خود، برق dc ایستگاه را که برای روشن ماندن رله‌ها، میترها، کنتورها و ... به کار می‌رود. به مدت طولانی یا کوتاه تامین می‌نمایند. اما ممکن است خاموشی مدت زیادی به طول بینجامد و باتری‌ها نتوانند جریان dc ایستگاه را در دراز مدت تامین کنند و باعث ایجاد مشکلات بیشتری شوند. به طوری که می‌توان گفت در صورت قطع منبع جریان dc ایستگاه، رله‌ها، میترها و ... خاموش شده و بریکرهای ایستگاه بعد از زمان بسیار کوتاهی به صورت خودکار قطع خواهند شد.

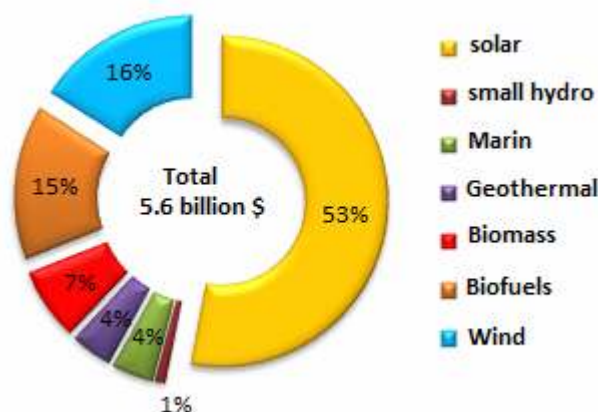
این مقاله با مطالعه بار مصرفی dc ایستگاه برقی در استان خوزستان به طراحی یک سیستم فتوولتائیک خواهد پرداخت تا در شرایطی که پست برق، جریان ac خود را از دست دهد بتواند تا زمانی که عیب برطرف گردد، در روز جریان dc آن را از طریق سلول‌های خورشیدی تامین نماید و در شب نیز این کار را باتری‌ها بر عهده گیرند. این حالت باعث افزایش ضریب اطمینان در ایستگاه‌های برق شده و خاموشی‌ها بلند مدت را کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی:

ایستگاه برق، منبع جریان dc، استان خوزستان، سیستم فتوولتائیک، باتری

## مقدمه

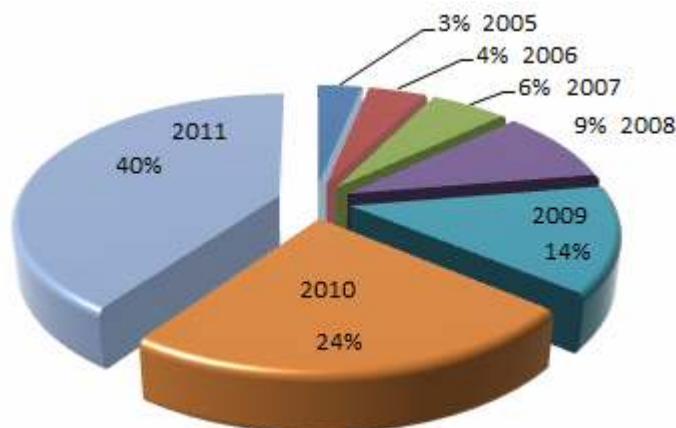
مسأله جهانی بحران انرژی، پایان پذیری سوخت‌های فسیلی و اثرات زیان‌بار زیست محیطی استفاده از این سوخت‌ها، مجامع علمی را به فکر استفاده از منابع انرژی جایگزین وا داشته است. انرژی خورشید بعنوان منبعی پاک و پایان ناپذیر و البته رایگان و همچنین به دلیل عدم انتشار گازهای آلاینده و ساختار انعطاف پذیر یکی از منابعی می‌باشد که امروزه مورد توجه قرار گرفته است. سلول‌های خورشیدی که مستقیماً نور خورشید را به الکتریسیته تبدیل می‌نمایند در حال حاضر جهت تامین انرژی مورد نیاز منازل، مراکز صنعتی، روشنایی و حتی روستاهای دورافتاده جای خود را در بین مردم باز کرده اند [۷] - [۳]. بر اساس شکل شماره ۱ که نشان دهنده هزینه‌های مربوط به تحقیقات صورت گرفته در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر در جهان می‌باشد، انرژی خورشید با ۵۳ درصد بیشترین هزینه تحقیقات را به خود اختصاص می‌دهد که این امر اهمیت بالای این انرژی مهم را در بین جوامع نشان می‌دهد [۶].



شکل ۱) هزینه‌های مربوط به تحقیقات در زمینه انرژی‌های تجدید پذیر در جهان

ظرفیت نصب شده سلول‌های فتوولتائیک در جهان به سرعت در حال رشد است به طوری که از سال ۲۰۰۵ که ظرفیت نصب سلول‌های فتوولتائیک در جهان ۵/۴ گیگاوات بود، در سال ۲۰۱۱ به ۶۷/۴ گیگاوات رسید که از این مقدار ۲۷/۷ گیگاوات یعنی بیش از ۴۰ درصد در سال ۲۰۱۱ نصب شد. در بین کشورها، آلمان به تنهایی با در دست داشتن ۳۷ درصد ظرفیت نصب شده در جهان به رقم ۲۴/۷ گیگاوات در پایان سال ۲۰۱۱ رسید.

شکل شماره ۲ روند رشد ظرفیت نصب شده سلول‌های خورشیدی در جهان را از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد [۵].



شکل ۲) ظرفیت نصب سلول های خورشیدی از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۱ در جهان

کشور ایران باتوجه به قرارگیری در منطقه گرم و خشک، استعداد بالقوه ای جهت بهره برداری از سیستم های فتوولتائیک دارد. براساس تحقیقات صورت گرفته، جز سواحل دریاچه خزر، در سراسر کشور درصد روزهای آفتابی در سال، بین ۶۳ تا ۹۸ درصد است که با توجه به مساحت کشور میزان کل انرژی دریافتی در سال به حدود  $۱۰^{۱۶}$  مگاژول می رسد که از این نظر ایران جزء کشورهای بسیار غنی محسوب می شود [۱]. اما متأسفانه آمارها میزان مصرف انرژی های تجدید پذیر در ایران را بسیار پائین نشان می دهند این در حالی است که پیش بینی می گردد با یک برنامه ریزی دقیق بتوان تا سال ۲۰۲۵ حدود ۲۰,۰۰۰ مگاوات انرژی تجدید پذیر تولید کرد [۷].

استان خوزستان یکی از استان های کشور محسوب شده که بیشترین میزان تابش خورشید را داراست و مکان مناسبی برای بهره بردن از این انرژی خواهد بود. این مقاله با طراحی یک سیستم فتوولتائیک برای پست های برق در استان خوزستان می کوشد ضمن تشویق استفاده از این نوع انرژی ها به مدرنیزه کردن و کاهش خاموشی های ایجاد شده در ایستگاه های برق کمک نماید.

#### ارزیابی فنی ایستگاه برق مورد نظر

منطقه ای در استان خوزستان که ایستگاه برق مورد نظر در آن قرار دارد در شهرستان مسجدسلیمان و در طول جغرافیائی ۳۲ و عرض جغرافیائی ۴۹ واقع شده است. میزان انرژی دریافتی در ماه های مختلف سال در این منطقه در جدول شماره ۱ که از اطلاعات هواشناسی NASA استخراج شده، قرار دارد. بر اساس این اطلاعات، متوسط ساعات آفتابی

در این منطقه ۷ ساعت برآورد شده و ارتفاع آن از سطح دریای ۸۷۶ متر است. ایستگاه برق واقع در این منطقه که تصویر آن در شکل شماره ۳ است، با ولتاژ تبدیلی ۱۳۲/۱۱ کیلو ولتی نقش مهمی در پایداری شبکه ناحیه ایفا می کند. این ایستگاه دارای دو ترانس قدرت هریک به ظرفیت ۲۷ مگاوات آمپر بوده و از طریق دو ترانس مصرف داخلی به ظرفیت ۱۶۰ کیلوولت آمپری، ضمن تأمین جریان مصرفی ac مورد نیاز روزمره ایستگاه، باتری خانه خود را برای استفاده در شرایط اضطراری شارژ می نماید. نکته مهمی که اهمیت وجود جریان dc را در ایستگاه های برق نشان می دهد، این است که در زمانی که جریان ac ایستگاه به هر دلیلی قطع شود و باتری خانه ها نتوانند برق dc مورد نیاز را در دراز مدت تامین کنند، کلیدهای قدرت موجود در این ایستگاه ها بعد از حدود ۳ دقیقه از قطع جریان dc خودبه خود باز شده و خاموشی هائی را به شبکه اعمال می کنند. علاوه بر این مورد نیز، رله ها به علت نبود برق dc در خود خاموش شده و عملاً شبکه فاقد سیستم حفاظتی می شود. البته در بعضی از ایستگاه های برق، دیزل ژنراتور در حالت اضطراری موجود هست ولی خطر پایان رسیدن سوخت و یا خراب شدن دستگاه نیز وجود دارد.

جدول (۱) میزان انرژی دریافتی در ماه های مختلف سال

ماه های مختلف سال	اشعه خورشیدی روزانه $Kwh / m^2 / d$
فروردین	۵/۷۱
اردیبهشت	۶/۷۴
خرداد	۷/۶
تیر	۷/۲۸
مرداد	۶/۸
شهریور	۵/۷۵
مهر	۴/۲۶
آبان	۳/۱۲
آذر	۲/۸۵
دی	۳/۲۵
بهمن	۴/۳۹
اسفند	۴/۹۷



شکل ۳) ایستگاه برق مورد نظر

بار مصرفی برآورد شده در این ایستگاه طبق جدول شماره ۲ می‌باشد. بار مصرفی dc این ایستگاه برای یک روز محاسبه شده و سطح ولتاژ dc مورد استفاده ۱۱۰ ولت و ۴۸ ولت خواهد بود. با توجه به این جدول، ولتاژ ۴۸ ولت در سیستم مخابراتی ایستگاه و ۱۱۰ ولت برای تجهیزات دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. براین اساس، طراحی باید برای دو سطح ولتاژ صورت گیرد.

جدول ۲) بار مصرفی dc ایستگاه برق

۱۳۲۰۰ وات ساعت	۱۱۰ ولت	۱۶ عدد	رله های حفاظتی
	۱۱۰ ولت	۱۷ عدد	کتورها
	۱۱۰ ولت	۲۱ عدد	پنجره آلارم ها
	۱۱۰ ولت	۱ عدد	AVR
	۱۱۰ ولت	۱ عدد	سیستم اعلام خطر
برای یک ساعت کارکرد در روز ۴۴۰ وات ساعت	۱۱۰ ولت	-	موتور شارژ فنر بریکر
	۱۱۰ ولت	-	موتور کلید هوایی
برای ۱۰ ساعت کارکرد ۴۴۰۰ وات ساعت	۱۱۰ ولت	۱۰ عدد	روشنائی اضطراری
۵۷۶ وات ساعت	۴۸ ولت	۱ عدد	سیستم مخابراتی

دو نکته بسیار مهم در مورد جدول شماره ۲ این است که اولاً این سیستم خورشیدی فقط جهت تأمین برق dc اضطراری ایستگاه در روز استفاده می‌شود؛ پس عملاً توان تولیدی توسط سلول های خورشیدی برای روشنائی اضطراری بدون استفاده قرار می‌گیرد و دلیل اضافه کردن بار مصرفی روشنائی اضطراری به جدول شماره ۲ فقط جهت افزایش

ضریب اطمینان و محاسبه تعداد باتری‌هاست. ثانياً با توجه به اینکه توان تولیدی یک سلول خورشیدی وابسته به ساعات آفتابی و زاویه تابش خورشید در منطقه است، می‌توان گفت که تعداد ساعات آفتابی شهرستان مسجدسلیمان به طور متوسط در تابستان حدود ۱۰ ساعت و در زمستان حدود ۷ ساعت است که این زمان جهت تولید توان مورد نیاز و شارژ باتری‌ها توسط سلول‌های خورشیدی مناسب است. در ضمن با نصب سلول‌های خورشیدی در یک زاویه مناسب در این منطقه که معمولاً بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است می‌توان بیشترین توان را از سلول دریافت کرد [۴].

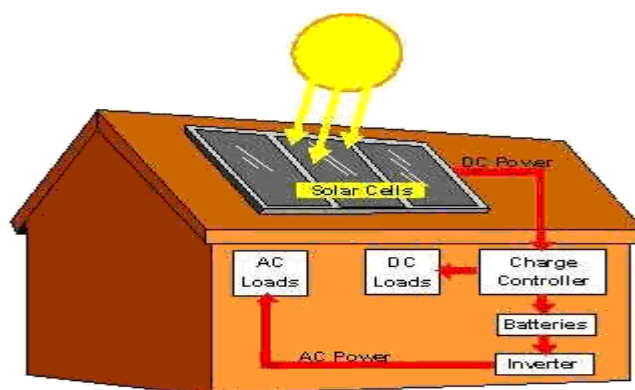
### طراحی سیستم فتوولتائیک

پیش از انجام محاسبات سیستم فتوولتائیک، لازم است سلول خورشیدی مورد استفاده در این سیستم را انتخاب کرد. در این طراحی، از سلول‌های خورشیدی ساخت شرکت ایرانی آریاسولار استفاده شده که از لحاظ کیفیت و قیمت کاملاً مشابه نمونه‌های خارجی خود بوده است. این سلول‌ها که مشخصات فنی آن در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، ۱۲۰ وات می‌باشد. اما نکته مهمی که بیان آن در اینجا ضرورت دارد، این است که با توجه به جدول شماره ۱ که میزان تابش اشعه خورشید را در منطقه مورد نظر نشان می‌دهد، بهترین سیستم جذب کننده که در برابر نور شدید ولی مایل خورشید در این منطقه مناسب بوده، فناوری Dark green می‌باشد که علاوه بر اینکه مقدار زیادی از نور ماراء بنفش را بازتاب می‌کند، باعث می‌گردد طول عمر سلول خورشیدی نیز افزایش یابد.

جدول ۳) مشخصات فنی سلول خورشیدی مورد استفاده در سیستم

Peak power	۱۲۰ وات
Max power current	۴/۸۸ آمپر
Max power voltage	۲۴/۶ ولت
Area	۸۴/۸۸ سانتی مترمربع

شکل شماره ۴ اساس کار یک سیستم فتوولتائیک را نشان می‌دهد. در این شکل کاملاً مشخص است که یک سیستم فتوولتائیک متشکل شده است از سلول‌های خورشیدی، باتری‌ها و شارژرها که در ادامه به طراحی هر یک از آنها خواهیم پرداخت.



شکل ۴) اساس کاریک سیستم فتوولتائیک

## ۱- محاسبه تعداد سلول های خورشیدی

## ۱-۱- سطح ولتاژ ۱۱۰ ولت

همانگونه که از جدول شماره ۲ مشخص است، مجموع توان مصرفی برای این سطح ولتاژ ۱۸۰۴۰ وات ساعت در روز است. براین اساس، در گام نخست از رابطه شماره (۱) آمپر ساعت مصرفی روزانه را محاسبه می‌کنیم [۱].

$$Ah = \frac{\text{sys power}}{\text{sys voltage}} = \frac{18040}{110} = 164Ah \quad (1)$$

برای در نظر گرفتن تلفات باتری ها طبق استاندارد د که برابر با فرمول شماره (۲) است باید میزان آمپر ساعت را در عدد ۱/۲ ضرب و حاصل را بر متوسط ساعات آفتابی منطقه که ۷ ساعت می‌باشد تقسیم نمود.

$$\text{solar sys Amper} = \frac{164 \times 1/2}{7} = 28/11A \quad (2)$$

با توجه به جریان ماگزیمم هر سلول که برابر با ۴/۸۸ آمپر است می‌توان از رابطه شماره (۳) تعداد سلول‌های موازی را به دست آورد.

$$\text{Equal Modules} = \frac{28/11}{4/88} = 5/76 \approx 6 \quad (3)$$

برای به دست آوردن تعداد سلول‌های سری، از جدول شماره ۴ کمک می‌گیریم [۱]. براساس این جدول، اگر ولتاژ تولیدی سلول خورشیدی مورد استفاده ۲۴ ولت باشد، تعداد سلول‌های سری نصب شده می‌بایستی ۲ در نظر گرفته شود و در

صورتی که ولتاژ خروجی سلول ۴۸ ولت باشد، تعداد سلول‌های سری به ۴ عدد افزایش می‌یابد. باتوجه به اینکه ولتاژ تولیدی سلول‌ها می‌بایستی ۱۱۰ ولت باشد، طبق جدول می‌توان محاسبه نمود که تعداد سلول‌های سری برای تولید این ولتاژ ۱۰ عدد خواهد شد.

جدول ۴) محاسبه تعداد سلول‌های سری

ولتاژ تولیدی سلول خورشیدی	تعداد سلول‌های خورشیدی سری
۲۴	۲
۴۸	۴
۱۱۰	۱۰

تعداد کل سلول‌های محاسبه شده از حاصل ضرب تعداد سلول‌های سری و موازی به دست می‌آید.

$$Total \ Module = 6 \times 10 = 60$$

#### ۱-۲- سطح ولتاژ ۴۸ ولت

برای محاسبه تعداد سلول‌های خورشیدی در این سطح ولتاژ می‌توان روابط بالا را تکرار کرد.

$$Ah = \frac{sys \ power}{sys \ voltage} = \frac{576}{48} = 12Ah \quad (۴)$$

$$solar \ sys \ Amper = \frac{12 \times 1/2}{7} = 2/05A \quad (۵)$$

$$Equal \ Modules = \frac{2/05}{4/88} = 0.42 \approx 1 \quad (۶)$$

$$Total \ Module = 1 \times 2 = 2$$

مجموع کل سلول‌های نصب شده در این سیستم ۶۲ عدد می‌باشد که باتوجه به جدول شماره ۳، مساحت کل این سلول‌ها ۵۲/۶۲ مترمربع می‌شود. بانگاهی به تصویر شماره ۳ که مساحت کل سقف ایستگاه را برابر با ۲۸۹ مترمربع نشان می‌دهد، این نکته به راحتی قابل برداشت است که سلول‌های محاسبه شده به آسانی بر سقف ایستگاه جای خواهند گرفت.

## ۲- محاسبه تعداد باتری‌ها

### ۲-۱- سطح ولتاژ ۱۱۰ ولت

باتری‌های مورد استفاده در این طرح، ۱۰۰ آمپر ساعتی و از مدل Lead Acid و از نوع Deep Cycle می‌باشد. باتری‌های نوع Deep Cycle یا سیکل عمیق، باتری‌هایی هستند که در هنگام دشارژ جریان کمی تخلیه می‌کنند و در هنگام شارژ توسط منبع خود به آرامی شارژ می‌شوند. این نوع باتری‌ها دارای صفحات بزرگ و ضخیمی بوده که محدوده سیکل عمیق آنها (محدوده دشارژ) بین ۲۰ تا ۸۰ درصد است. جهت استفاده صحیح و افزایش طول عمر این نوع باتری‌ها می‌بایستی ۵۰ درصد شارژ برای مصرف معمول و ۳۰ درصد برای مواقع ضروری در نظر گرفته شود و از ۲۰ درصد باقی مانده استفاده نگردد [۱۰].

ولتاژ باتری مورد استفاده در این سیستم ۱۲ ولت خواهد بود و محدوده دشارژ آن را با توجه به مطالب گفته شده ۵۰ درصد در نظر می‌گیریم. دمای نگهداری این باتری‌ها نیز ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که باتوجه به بالا بودن دمای هوا در استان خوزستان، می‌توان با نصب تهویه مناسب و کولر در نزدیکی اتاق باتری خانه به دمای مورد نظر رسید.

برای محاسبه تعداد باتری‌ها ابتدا باید روزهای ابری متوالی درمحل پروژه از هواشناسی استعلام گردد که در این منطقه تعداد روزهای متوالی ۲ روز می‌باشد. در قدم بعد می‌بایستی میزان آمپر ساعت ذخیره شده را براساس فرمول شماره ۷ به دست آورد [۱].

$$\text{Stored Ah} = \text{Daily Ah} \times \text{Cloudy Days} = 2 \times 164 = 328 \text{ Ah} \quad (7)$$

با تقسیم عدد بدست آمده از رابطه شماره (۴) بر محدوده دشارژ که ۵۰ درصد می‌باشد، عدد ۶۵۶Ah به دست می‌آید.

برای مقاوم سازی باتری‌ها در برابر درجه حرارت محیط، لازم است عدد بدست آمده را در عددی که از جدول شماره ۵ استخراج می‌شود، ضرب کرد [۱]. با توجه به دمای محل نگهداری باتری‌ها که در تابستان و زمستان در باتری خانه دمای آن را تقریباً ثابت نگه می‌دارند عدد حاصل را براساس جدول شماره (۵) در یک ضرب می‌کنیم که تغییری در آن ایجاد نمی‌شود.

جدول ۵) ضریب تاثیر دمای محیط بر روی توان باتری

ضریب	درجه سانتی گراد ( $C^0$ )	درجه فارنهایت ( $F^0$ )
۱	۲۶/۷	۸۰
۱/۰۴	۲۱/۲	۷۰
۱/۱۱	۱۵/۶	۶۰
۱/۱۹	۱۰	۵۰
۱/۳	۴/۴	۴۰
۱/۴	-۱/۱	۳۰
۱/۵۹	-۶/۷	۲۰

تعداد باتری‌های موازی از رابطه شماره ۸ به دست می‌آید [۱].

$$Total\ Battery = \frac{Total\ Ah}{Battery\ Ah} = \frac{656}{100} \approx 7 \quad (8)$$

برای محاسبه تعداد باتری‌های سری کافی است ولتاژ سیستم را که ۱۱۰ ولت است بر ولتاژ باتری (۱۲ ولت) تقسیم نمائیم که عدد حاصل ۱۰ خواهد بود. در مرحله آخر، تعداد باتری‌های کل از حاصل ضرب تعداد باتری‌های موازی در سری به دست خواهد آمد که در نهایت ۷۰ باتری برای این سطح ولتاژ ما نیاز داریم.

## ۲-۲- سطح ولتاژ ۴۸ ولت

برای به دست آوردن تعداد باتری‌ها در این سطح ولتاژ، کافی است مراحل بالا را به ترتیب انجام دهیم.

$$Stored\ Ah = Daily\ Ah \times Cloudy\ Days = 2 \times 12 = 24Ah \quad (9)$$

$$Total\ Battery = \frac{Total\ Ah}{Battery\ Ah} = \frac{48}{100} \approx 1 \quad (10)$$

تعداد کل باتری‌های سری در این ولتاژ ۴ باتری بوده که با ضرب کردن این عدد در تعداد باتری‌های موازی (۱-باتری) تعداد باتری‌های کل به دست می‌آید که نهایتاً ۴ باتری برای سطح ولتاژ ۴۸ ولت می‌شود.

### ۳- محاسبه شارژ کنترل

یکی از اجزای مهم طراحی سیستم فتوولتائیک انتخاب مناسب شارژ کنترل می‌باشد. وظیفه شارژ کنترل جلوگیری از شارژ بیش از اندازه باتری‌ها و آسیب وارد شدن به بانک باتری‌هاست. با استفاده از رابطه شماره (۱۱) می‌توان جریان نامی شارژ کنترل را به دست آورد [۲].

$$charge\ ctrl\ current \geq Total\ Moduls \times Max\ Moduls\ Current \quad (11)$$

جریان شارژ کنترل برای سطح ولتاژ ۱۱۰ ولت باید مساوی و بیشتر از ۳۰۲/۵۶ آمپر و برای سطح ولتاژ ۴۸ ولت باید مساوی و بیشتر از ۹/۷۶ آمپر باشد.

### هزینه نصب و راه اندازی سیستم خورشیدی

هزینه تقریبی سیستم خورشیدی طراحی شده بر طبق جدول شماره ۶ برآورد گردیده است. در این جدول تمام تجهیزات جز شارژ کنترل ساخت داخل کشور است به طوری که هزینه نهائی خرید و نصب سیستم خورشیدی طراحی شده حدود ۹۳۹۹۲ هزار تومان تخمیل زده می‌شود.

جدول ۶) هزینه نصب و راه اندازی سیستم خورشیدی

تجهیز	قیمت (هزار تومان)
ماژول‌های خورشیدی	۳۱۹۹۲
باتری	۴۰۷۰۰
شارژ کنترل	۱۶۸۰۰
استراکچر و سایر وسایل	۴۵۰۰
جمع	۹۳۹۹۲

با توجه به اینکه دولت در حال حذف یارانه بخش انرژی است و قیمت هر کیلووات ساعت به صورت هزینه تمام شده یا آزاد و بدون احتساب یارانه دولتی محاسبه می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت هزینه خرید و اجرای سیستم خورشیدی طراحی شده برای ایستگاه‌های برق بعد از مدتی جبران خواهد شد.

### نتیجه گیری

مشکل اصلی سلول‌های خورشیدی راندمان پائین و هزینه بالای خرید و نصب تجهیزات است. اما طول عمر بالا، حفظ محیط زیست، وابسته بودن به یک منبع پایان ناپذیر و رایگان، عدم نیاز به نیروی متخصص جهت بهره‌برداری و نگهداری از آنان، استفاده از این نوع انرژی را نه تنها توجیه پذیر کرده بلکه رقابت شدید شرکت‌های تولیدکننده سلول‌های خورشیدی در بازار بزرگ مصرف، قیمت آن را به صورت چشمگیری کاهش داده است به طوری که حتی با مرور زمان و با بازگشت سرمایه، نگرانی در مورد هزینه‌ها کاملاً برطرف می‌شود. ایستگاه‌های برقی که از سلول‌های خورشیدی در تأمین جریان DC خود بهره می‌برند، ضریب اطمینان بالایی داشته و هیچ نگرانی از بابت قطع این جریان نخواهند داشت. در ضمن، زمانی که ایستگاه به دلیل رشد بار توسعه یابد می‌توان با افزایش تعداد سلول‌های خورشیدی، بار اضافه شده را تأمین نمود. اما مزیت بسیار مهم استفاده از سلول‌های خورشیدی در ایستگاه‌های برق کاهش تلفات بخش انتقال است. با توجه به اینکه قسمتی از تلفات شبکه قدرت یک کشور مربوط به بخش انتقال بخصوص مصارف داخلی ایستگاه‌های برق می‌باشد، می‌توان با نصب یک سیستم خورشیدی مناسب و تأمین بار مصرفی قسمت عمده ایستگاه توسط این سیستم، به کاهش تلفات شبکه انتقال کمک شایانی کرد. با امید اینکه از این سیستم خورشیدی در تمامی ایستگاه‌های برق کشور استفاده گردد.

### سپاسگزاری

نویسنده مقاله وظیفه خود می‌داند از همکاری شرکت برق منطقه‌ای خوزستان تشکر نماید.

### مراجع

- [۱] خوش نظری، حمید. (۱۳۸۶)، استفاده از سیستم فتوولتائیک جهت تأمین برق ایستگاه‌های تلویزیونی، اداره کل تحقیقات و جهاد خود کفائی.
- [۲] رحمانی فر، عبدالرضا. (۱۳۹۰)، بررسی فنی و اقتصادی استفاده از برق فتوولتائی در صنایع نفتی با استفاده از نرم افزار

Retscreen، نشریه انرژی ایران، شماره ۱، دوره ۱۴.

[۳] جوادی، محمدرضا، جلیلود، ابوالفضل، نوروزیان، رضا، ولیزاده، مجید، بازاریار، رضا. (۱۳۸۹)، طراحی بهینه و مدیریت هوشمند انرژی سیستم هیبرید مستقل از شبکه برای مناطق روستایی، نشریه انرژی ایران، شماره ۴، دوره ۱۳.

[۴] صالحی قلعه سفید، سیدسجاد، دهقانی، مجید، توکلی، علیرضا، ارفاق، محسن. (۱۳۹۰-۹۱)، مطالعه تاثیر شرایط محیطی برروی بازده سلول‌های خورشیدی در استان خوزستان و ارائه راهکارهایی برای بهبود عملکرد آنان، پروژه تحقیقاتی شرکت برق منطقه‌ای خوزستان، کمیته مرکزی تحقیقات، ۳۳-۳۸.

[۵] European Photovoltaic Industry Association, ۲۰۱۲. ( www.epia.org)

[۶] IEA World Energy Outlook, ۲۰۱۰. (www.worldenergyoutlook.org)

[۷] Eric, M. ۲۰۰۲. "Renewable energy markets in developing countries", Renewable Energy World, vol. ۶, PP. ۳۰۹-۴۸.

[۸] Ali, M. and Neda, M. ۲۰۰۹. "Renewable energy issues and electricity production in Middle East compared with Iran", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. ۱۳, Issues. ۶-۷, PP. ۱۶۴۱-۴۵.

[۹] www.parsiansolar.com