علوم زیست محیطی و دانش جغرافیا

تحلیل و بررسی استفاده از پنل های خورشیدی در صنعت برق ایران

مهدی جوکار[1]* مهرداد موحدپور[2]

چکیده

انرژی خورشیدی در ایران کشور ایران در میان مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در میان نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از میزان میانگین جهانی است. در ایران به طور میانگین سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است. یکی از مهم‌ترین کاربردهای انرژی خورشیدی در صنعت برق استفاده از صفحات فتوولتائیک برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی .است یک سلول خورشیدی در صنعت برق یک قطعه الکترونیکی است که نور خورشید را مستقیماً به الکتریسیته تبدیل می‌کند نور تابشی به سلول خورشیدی باعث تولید یک جریان و یک ولتاژ می‌شود و به این صورت توان الکتریکی تولید می‌شود به‌طورقطع و یقین به‌کارگیری سلول‌های خورشیدی با فنّاوری بالا و جدید یک‌راه حل مناسب و اقتصادی برای تولید انرژی برق در بلندمدت است.

واژگان کلیدی: آینده‌پژوهشی، سلول‌های خورشیدی، پنل خورشیدی، فتوولتاییک.

مقدمه

جهت ساخت صفحات خورشیدی خانگی همچنین پنل خورشیدی صنعتی ابتدا شن های سیلیسم دی اکسید SiO_2 که از معادن استخراج شده اند را در کوره حرارت می دهیم تا به ذغال سنگ گداخته تبدیل شوند. بعد از تقطیر با خلوص بالا با اکسیژن در دمای ۹۰۰ درجه سانتی گراد ترکیب شده و حرارت داده می شوند تا در دمای ۱۵۰۰ درجه به حالت مذاب در آیند. سپس این مواد مذاب را از لوله های ۹ ضلعی پلی کریستال به طول ۶۰۰ سانتی متر رد می کنند تا به صورت جامد تبدیل شوند. در مرحله بعد، با استفاده از لیزر به قسمت های کوچک تری به نام سل تقسیم می شوند. بعد از ناخالصی سازی و مراحل توسعه اعم از پولیش و پوشش ضد انعکاس (توسط اکسید تیتانیم یا نیترید – سیلیکون) و فرم دهی (عاج کاری روی سطح با الگوی مشخص) روی سل به شکل سل خورشیدی در می آید. به منظور اتصالات سل های خورشیدی از خمیری حاوی پودر نقره روی سل خورشیدی (ویفر سیلیکونی) استفاده می شود. از

[1] نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی، رشته برق قدرت، دانشگاه فنی حرفه ای یاسوج

jwkarmhdy۱۹@gmail.com

[2] دپارتمان مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه فنی و حرفه ای استان یاسوج، ایران

Mehrdad.movahedpoor@gmail.com

کنار هم قرار دادن سل های خورشیدی (cell)، ماژول خورشیدی (module) و از کنار هم قرار دادن چند ماژول خورشیدی، پنل خورشیدی (panel) و از کنار هم قرار دادن چند پنل خورشیدی یا صفحه خورشیدی، یک آرایه خورشیدی (array) ساخته می شود.
یکی از مهم‌ترین کاربردهای انرژی خورشیدی در صنعت برق استفاده از صفحات فتوولتائیک برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی است. سلول‌های خورشیدی از قطعات نیمه رسانایی که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند تشکیل‌شده است. مصرف انرژی در ایران به‌سرعت در حال افزایش است و به همین دلیل به‌زودی یارانه‌های انرژی به یک مشکل مالی بزرگ برای دولت تبدیل می‌شود که در نهایت دولت باید یارانه‌ها را حذف کند. احداث نیروگاه‌های خورشیدی مشمول هزینه‌هایی برای مشترکین برق است. بر اساس این طرح بایستی جهت سرمایه‌گذاری اولیه از تسهیلات دولتی استفاده شود و پس از احداث سلول‌های خورشیدی مشترک برق می‌بایست انرژی تولیدی را به شبکه برق تزریق نموده و مصارف خود را از همان شبکه دریافت نماید و با یک کنتور برگشت انرژی تولیدی را به دولت بفروشد و بهای انرژی مصرفی خود را پرداخت نماید(کاملی و خیامدار، ۱۳۹۴) مطالعه حاضر با هدف آینده‌پژوهشی بکار گیری سلول‌های خورشیدی در صنعت برق ایران انجام شده است.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

مفهوم انرژی تجدیدپذیر

انرژی تجدیدپذیر که انرژی برگشت پذیر نیز نامیده می‌شود به انواعی از انرژی میگویند که منبع تولید آن نوع انرژی بر خلاف انرژی های تجدیدناپذیر فسیلی قابلیت آن را دارد که توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه مجدداً به وجود آمده یا به عبارتی منابعی هستند که پس از مصرف به راحتی جایگزین میشوند (باتاچاریا و همکاران، ۲۰۱۶)در سال های اخیر با توجه به این که منابع انرژی حدود ۱۸٪ از تجدید ناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفته اند.

در سال ۲۰۰۶ حدود انرژی مصرفی جهانی از راه انرژیهای تجدید پذیر بدست آمد سهم زیست توده به‌طور سنتی حدود ،،۱۳٪ که بیشتر جهت حرارت دهی و ۳٪ انرژی آبی .بود ۴،۲٪ باقی مانده شامل نیروگاهای آبی ،کوچک زیست توده ،مدرن انرژی ،بادی انرژی خورشیدی انرژی زمین گرمایی و سوخت های زیستی میباشد که به‌سرعت در حال گسترش هستند.(قائد و همکاران، ۱۳۹۸).

منابع انرژی تجدیدپذیر تحت عنوان منابع انرژی جایگزین نیز نامیده میشوند و انتظار میرود سهم آنها بطور چشمگیری در سال های آینده افزایش یابد و به ۸۰–۳۰ درصد در سال ۲۰۳۰ برسد توسعه پایدار نیازمند روش ها و ابزارهایی برای اندازه گیری و مقایسه تأثیرات زیست محیطی فعالیت های بشر برای محصولات مختلف است. در حال حاضر در راستای ارتقاء کیفیت زندگی صنعتی شدن کشورهای در حال توسعه و افزایش جمعیت جهانی مصرف سوخت های فسیلی افزایش چشمگیری یافته اند افزایش بی رویه مصرف سوخت های فسیلی نه تنها منجر به افزایشی در نرخ تقلیل منابع سوخت های فسیلی شده است بلکه تأثیر جدی و مضری بر روی محیط زیست دارد و باعث افزایش خطرات سلامتی و تغییر مخاطره آمیز شرایط جوی کره زمین می‌شود.(کوان و همکاران، ۲۰۱۴). منابع انرژی تجدیدپذیر میتوانند گزینه اصلی برای تامین انرژی در اقتصاد انرژی کم کربن باشند. تغییرات مخرب در تمام سیستم های انرژی برای ضربه زدن به منابع انرژی تجدیدپذیر گسترده و در ،دسترس ضروری است سازمان دهی انتقال انرژی از حالت غیر پایدار به حالت انرژی های تجدیدپذیر اغلب بعنوان یکی از چالش های عمده نیمه اول قرن بیست و یکم توصیف می‌شود مانع عمده استفاده از منبع انرژی تجدیدپذیر به سیاست یک کشور و ابزار اجرای سیاست بستگی دارد که به نوبه خود هزینه و نوآوری های تکنولوژیکی را تحت تأثیر قرار میدهد علاوه بر این نوآوری های تکنولوژیکی هزینه فناوری های انرژی تجدیدپذیر را که به نوبه خود منجر به شکست بازار و کاهش تشویق فناوری انرژی تجدیدپذیر میشوند تحت تاثیر قرار میدهد ،بنابراین باید ارتباط بین عوامل مؤثر بر منابع انرژی تجدیدپذیر و پایداری را در نظر گرفت در جهت توسعه انرژی های تجدیدپذیر برای تسهیل تدوین استراتژی چهار حوزه وجود داشته که ابزارهای مالی ابزارهای ،قانونی توسعه فنّاوری و بالا بردن آگاهی ظرفیت سازی و آموزش را شامل می‌شود که همگی انان نیازمند نگاه ویژه دولت و اساسا نهاد حکومتی است.(کریمی و همکاران، ۱۳۹۴).

انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی

توسعه انرژی های تجدیدپذیر منافع اقتصادی و اجتماعی مختلفی را برای کشور به همراه دارد؛ لذا از جائیکه مصرف سوخت های فسیلی با توجه به محدودیت منابع در تأمین انرژی که در آینده نزدیک بر اساس پیش بینی به اتمام میرسد این موضوع بسیار حائز اهمیت بوده بنابراین فقدان هزینه های زیست محیطی و اجتماعی نیز خود از جنبه های مثبت میباشد. با گسترش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع ،فسیلی افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف این منابع موضوع گرم شدن آثار پدیده گلخانه ای ریزش باران های اسیدی و ضرورت متعادل کردن نشر دی اکسید کربن در مجموع لزوم صرفه جویی در مصرف سوخت های فسیلی و توجه به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر را امری اجتناب ناپذیر مینماید بطوریکه در برخی از کشورها با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در بخش تولید ،برق توانسته اند از انتشار بیش از ۱۰۰ میلیون تن گاز دی اکسید کربن جلوگیری نموده که در کاهش آلاینده های محیط زیستی بسیار قابل اهمیت می باشد که خود نمونه بارزی از استفاده از فنّاوری های اینگونه انرژی ها خواهد بود.(لطفعلی پور و همکاران، ۱۳۹۵) . از طرفی قابلیت تولید غیر متمرکز برق از انرژی های ،نو فرصت پیشرفت و توسعه را جهت نقاط دور افتاده و روستایی کشور فراهم ساخته که این امر موجب تقویت ساختار اجتماعی و اقتصادی مناطق روستایی و جلوگیری از مهاجرت آنها به شهرها خواهد نمود. در زمینه اشتغال زایی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر نیز قابل اهمیت بوده وضعیت اشتغال زایی این سیستم ها به علت ماهیت نوین آنها بیش از اشتغال زایی ناشی از توسعه استفاده از سوخت های فسیلی بوده بطوریکه استفاده از این سیستم ها به صورت بومی و محلی نیز میسر می باشد.

برابر بررسی های بعمل آمده فرآیند ،نصب اجراء بهره برداری و نگهداری از انرژی های تجدیدپذیر عمدتاً در مناطق روستایی و محروم تحقق می یابد لذا با توجه به اینکه چنین مناطقی از نرخ بیکاری بیشتری برخوردارند و کاربرد این سیستم ها می تواند. در تثبیت جمعیت ساکن در این مناطق مفید واقع شوند لذا تأثیر به سزایی در کاهش میزان محرومیت این مناطق و افزایش رشد و بهره وری کشور خواهد داشت.(دهقان ،۱۳۹۵).

از طرفی نقش مؤثر در پدافند غیر عامل که اثرات مهمی در تأمین زیر ساخت مناسب در بخش انرژی کشور دارد نیز موجب می‌شود که امنیت سیستم انرژی فعلی کشور را تأمین نماید لذا با بررسی ویژگی های سیستم انرژی کشور مشاهده می‌شود که فقدان تنوع در استفاده از این سیستم در سه حوزه منابع فنّاوری مولد و شبکه توزیع از یک طرف و عدم اطمینان بالا به سیستم انرژی موجب شده که درجه امنیت انرژی در کشور در سطوح پایین بوده لذا برای کشور ما که در منطقه اقتصادی، سیاسی و نظامی خاصی چون خاورمیانه واقع شده و به دنبال تحقق اهداف آرمان های توسعه می باشد اهمیت بیشتری پیدا می نماید.(عباسی و همکاران، ۱۳۹۶).

در بسیاری از کشورهای جهان اهداف راهبردی به منظور توسعه انرژی های تجدیدپذیر تدوین و سیاست گذاری های لازم برای سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ انجام شده در این رابطه کشورهای توسعه یافته در اروپا در کمیسیونی بدین منظور در سال ۲۰۰۷ ، هدف تأمین ۲۰ درصد از نیازهای انرژی خود را از منابع انرژی های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰ تدوین نموده لیکن هم اکنون سهم انرژی های تجدیدپذیر در تأمین انرژی مورد نیاز اروپا در حدود ۸،۵ درصد می‌باشد. طبق برنامه تدوین شده در برخی از کشورها سهم برق تولیدی تجدیدپذیرها از میزان ۶،۳ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۱۲ درصد در سال ۲۰۰۶ رسیده و هدف این کشورها افزایش این مقدار به ۲۷ درصد در سال ۲۰۲۰ و حداقل ۴۵ درصد تا سال ۲۰۳۰ می باشد با تدوین سیاست گذاری در ایران پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ در ایران نیز حداقل به ٪۱۵ برسد.(رنجبر و همکاران، ۱۳۹۶).

مدیریت انرژی

مفهوم مدیریت انرژی

مدیریت انرژی راه حلی است که هدف ،آن استفاده از پتانسیل های بهره برداری نشده از طریق صرفه جویی در انرژی غلبه بر موانع بهره وری انرژی و گسترش فرهنگ بهره وری و صرفه جویی در مصرف انرژی ایجاد مزایای کاهش مصرف انرژی در سازمان بدون تاثیر بر بهره وری کیفیت است اگر شرکت های تولیدی بر روندهای مصرف انرژی نظارت داشته باشند.

نتایج تحلیل داده های انرژی را بررسی کنند کارکنان خود را آموزش دهند و به آنها انگیزه دهند میتوانند بهره وری و کیفیت را حفظ کنند از دیدگاه وسیع،تر مدیریت انرژی با ترکیب کردن عوامل اقتصادی محیطی و اجتماعی با فعالیت های کلی کسب و کار به مدیریت پایدار کمک می کند. فعالیت های مدیریت انرژی از طریق نصب فنّاوری بهره وری انرژی ترویج نگهداری ،موثر کاهش آلاینده در فازهای غیر مولد و سایر فرایندهای بهینه سازی ،انرژی میتواند نتایج را بهبود دهند.(آپیا و همکاران، ۲۰۱۸).

استانداردهای مدیریت انرژی مانند Energy Star استاندارد ISO ۱۴۰۰۱ سیستم مدیریت محیطی (EMS) و سیستم مدیریت انرژی (ISO) ۵۰۰۰۱، ۲۰۱۰ در سطح جهانی معروف شده است. با این حال به دلیل سختی های الگوبرداری پیچیدگی فعالیت های تجاری و منابع مورد نیاز برای شرکت ها و جهت اجرای صحیح مدیریت انرژی هنوز کمبودی در عملکرد EM درون سازمان ها وجود دارد. فعالیت های مدیریت انرژی از یک صنعت به صنعت دیگر متفاوت است و به شدت مصرف انرژی اندازه ،سازمان مدیریت کیفیت و پوشش جغرافیایی بستگی دارد بنابراین به منظور اطمینان از سازگاری با استانداردهای مدیریت انرژی موجود و همچنین برای تحلیل و بهبود مستمر سطوح مدیریت انرژی یک چارچوب عملی لازم است.(سولا و همکاران، ۲۰۲۰).

اهمیت سیستم مدیریت انرژی

اگرچه مدیریت انرژی یکی از ضروری ترین هسته های مدیریت یک سازمان میتواند در نظر گرفته ،شود لیکن در ایران به دلایل مختلفی نظیر قیمت پایین حامل های ،انرژی دولتی بودن سازمان های بزرگ و نداشتن دانش فنی تخصص و مهارت اهمیت چندانی پیدا نکرده است. منظور از واحد مدیریت انرژی واحدی در مؤسسات صنعتی است که مجموعه عملیاتی شامل شناخت میزان و نحوه مصرف حامل های ،انرژی ثبت اطلاعات مربوطه و تعیین و اجرای راهکارهای لازم جهت کاربرد بهینه انرژی را برعهده دارد (مجیدزاده، ۱۳۹۸).

انرژی خورشیدی

تعریف انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی را میتوان به کمک صفحه های خورشیدی ویژه ای به برق تبدیل کرد یا به کمک آینه ها و عدسی ها در نقطه ای متمرکز کرد و از آن برای گرم کردن آب یا حتی ذوب فلز بهره گرفت میزان انرژی خورشیدی که به سطح زمین در ایران میرسد نزدیک دو برابر آن چیزی است که خاک ایالات متحده آمریکا دریافت می‌کند با این ،همه کوشش چشمگیری برای بهره برداری از این انرژی در ایران انجام نشده است. تابش خورشیدی یکی از عناصر هواشناسی است که بر بسیاری از فرایندهای آب و خاک مانند تبخیر و تعرق، ذوب برف و رشد گیاهان اثر میگذارد.

علیرغم اهمیت این ،عنصر اندازهگیری مستقیم آن به‌طور محدود انجام می‌شود تابش خورشیدی یکی از ،ایمنترین مؤثرترین و اقتصادیترین منابع انرژی است که پتانسیل تبدیل شدن به منبع اصلی انرژی در آیندهای نه چندان دور را دارد.(سحابی و همکاران، ۱۳۹۵).

همچنین اطلاع دقیق از مقدار و شدت تابش خورشیدی در یک مکان برای گسترش سایت های خورشیدی و در بلندمدت برآورد تغییر کارایی سیستم های خورشیدی ضروری است از چنین مطالعاتی در ،طراحی برآورد هزینه و محاسبه‌ی بازدهی پروژه ها استفاده می‌شود. استفاده از انرژی های نو در مناطق روستایی از ضرورت های توسعه‌ی پایدار است بهتازگی در مناطق روستایی استفاده از انرژی خورشیدی به کمک آبگرمکن خورشیدی رواج یافته است.(شیخی و همکاران، ۱۳۹۶).

یکی از دقیق‌ترین روش های اندازه گیری تابش خورشیدی استفاده از پیرانومتر است که استفاده از آن هنوز در بسیاری از نقاط به علت فقدان امکانات محدود .میباشد به‌طور ،کلی اندازه گیری های بلندمدت تابش خورشیدی در همه جا انجام نمیشود؛ در نتیجه محققین بیشتر برای برآورد آن تلاش می‌کنند برآورد و ارزیابی اشتباه میزان تابش ،دریافتی بزرگترین ریسک در یک پروژهی خورشیدی است بنابراین مجریان نیازمند بررسی مقدار تابش برای مکان‌یابی مناسب سایت های خورشیدی و تولید برق هستند.(دینگ و همکاران، ۲۰۱۹).

کاربرد سلول‌های خورشیدی در صنعت برق

انرژی خورشیدی منحصر به فردترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان است و منبع اصلی تمامی انرژی های موجود در زمین میباشد انرژی خورشیدی به صورت مستقیم و غیر مستقیم میتواند به اشکال دیگر انرژی تبدیل گردد ایران با داشتن حدود ۳۰۰ روز آفتابی در سال جزو بهترین کشورهای دنیا در زمینه پتانسیل انرژی خورشیدی در جهان می‌باشد. با توجه به موقعیت جغرافیای ایران و پراکندگی روستای در کشور استفاده از انرژی خورشیدی یکی از مهم‌ترین عواملی است که باید مورد توجه قرار گیرد استفاده از انرژی خورشیدی یکی از بهترین راه های برق رسانی و تولید.

انرژی در مقایسه با دیگر مدل های انتقال انرژی به روستاها و نقاط دور افتاده در کشور از نظر هزینه حمل و نقل نگهداری و عوامل مشابه می‌باشد. با توجه به استانداردهای بین المللی اگر میانگین انرژی تابشی خورشید در روز بالاتر از ۳۰۵ کیلووات ساعت در متر مربع(۳۵۰۰ وات/ساعت باشد استفاده از مدل های انرژی خورشیدی نظیر کلکتورهای خورشیدی یا سیستم های فتوولتائیک بسیار اقتصادی و مقرون به صرفه است.(دیل و ،همکاران،۱۳۹۲) تأسیساتی که با استفاده از آن‌ها انرژی جذب شده حرارتی خورشید به الکتریسیته تبدیل می‌شود نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می‌شود. در نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی وظیفه اصلی بخش های خورشیدی تولید بخار مورد نیاز برای تغذیه توربین ها است یا به عبارت دیگر میتوان گفت که این نوع نیروگاه ها شامل دو قسمت هستند: سیستم خورشیدی که پرتوهای خورشید را جذب کرده و با استفاده از حرارت جذب شده تولید بخار می‌نماید؛ سیستمی موسوم به سیستم سنتی که همانند دیگر نیروگاه‌های حرارتی بخار تولید شده را توسط توربین و ژنراتور به الکتریسیته تبدیل می‌کند.

پتانسیل انرژی خورشیدی مصرفی انسان بر اساس معیارهایی مثل شرایط جغرافیایی تغییرات ،زمانی پوشش ابری و زمین متغیر است شرایط جغرافیایی بر پتانسیل انرژی خورشیدی تأثیر میگذارند زیرا نواحی نزدیکتر به استوا تشعشعات خورشیدی بیشتری را دریافت می‌کنند و از این رو استفاده از فتوولتائیک ها یا سلول‌های خورشیدی میتوانند پتانسیل انرژی خورشیدی را در مناطق دور از استوا افزایش دهند. تغییرات زمانی هم بر پتانسیل انرژی خورشیدی تأثیر میگذارند زیرا در طول شب پرتوهای خورشیدی قابل جذب برای پنل های خورشیدی کمتر هستند. پوشش ابری میتواند نور خورشید را مسدود کند و نور موجود برای سلول‌های خورشیدی را کاهش دهد. (قنبریان و همکاران،۱۳۹۵)

در مقیاس ،گسترده سه نوع سیستم نیروگاهی برای انرژی خورشیدی وجود دارد که عبارت اند از:

سیستم متمرکز کننده ی خطی؛ سیستم بشقاب _ موتور و برج نیرو؛

سیستم متمرکز کننده خطی

سیستم متمرکز کننده خطی انرژی خورشید را با استفاده از آینه های مستطیلی و سهموی جمع آوری می‌کند آینه ها به سمت خورشید منحرف میشوند نور خورشید را رو لوله هایی گیرنده ها متمرکز می‌کنند که در طول آینه ها قرار گرفته اند نور منعکس شده جریان سیال داخل لوله ها را گرم می‌کند. سپس از این جریان داغ برای جوشاندن آب در یک ژنراتور معمولی توربینی به منظور تولید انرژی برق استفاده می‌شود.

سیستم بشقاب / موتورا

این سیستم با هدف حداقل سازی هزینه ها، از ترکیبی از آینه های مسطح ساخته شده که در یک شکل بشقابی کنار هم قرار گرفته اند سطح بشقابی نور خورشید را به گیرنده ی گرمایی هدایت می‌کند گیرنده ی گرمایی گرما را جذب و جمع آوری می‌کند و سپس آن را به ژنراتور موتور منتقل می.کند. متداول ترین نوع موتور گرمایی که امروزه در سیستمهای dish/engine به کار میرود موتور استرلینگ .است این سیستم از سیال داغ برای جابه جایی پیستونها و تولید نیروی مکانیکی استفاده می.کند سپس از این نیروی مکانیکی برای راه اندازی ژنراتور یا تناوبگر و تولید برق استفاده می‌شود.

سیستم برج نیرو

سیستم برج نیرو از یک بخش بزرگ و مسطح از آینه های ردیابی خورشیدی موسوم به هلیوستات تشکیل‌شده که از آنها برای متمرکز کردن نور خورشید روی یک گیرنده در قسمت بالای برج استفاده می.کند از سیال داغ موجود در گیرنده برای تولید بخار استفاده می‌شود

در مرحله ی بعدی از این بخار در یک ژنراتور توربینی معمولی برق تولید می.شود بعضی برج های نیرو از بخار یا آب به عنوان سیال داغ استفاده می‌کنند طرحهای پیشرفته ی دیگر به دلیل قابلیتهای ذخیره سازی انرژی و انتقال گرمای نمک مذاب نیترات از این ماده استفاده می‌کنند. قابلیت ذخیره سازی انرژی یا ذخیره سازی گرمایی امکان توزیع برق در روزهای ابری یا هنگام شب را هم فراهم می‌کند.(تای وهمکاران،۲۰۱۹).

پیشینه تحقیق

مطالعات داخلی

صیدی و همکاران (۱۳۹۸) مطالعه ای با عنوان طراحی سیستم ترکیبی خورشیدی بادی برای تامین انرژی الکتریکی انجام دادند در این ،تحقیق عملکرد سیستم ترکیبی بادی – فتوولتاییک جهت تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز یک ساختمان بزرگ اداری در شهر کرمانشاه مورد بررسی قرار میگیرد با استفاده از میانگین مصرف برق بار الکتریکی مورد نیاز در تمام ماه های سال برابر ۱۷۸۰۰۰kwh در نظر گرفته می.شود با استفاده از متوسط سرعت باد در ساعات شبانه روز در ماه های سال توابع توزیع ویبول و ریلی رسم شده‌اند. همچنین توان هر توربین بادی با استفاده از داده های سرعت باد محاسبه و انرژی سالیانه هر توربین به دست آمد. میزان متوسط ماهانه تابش روزانه با استفاده از روابط انرژی خورشیدی محاسبه ،شده سپس با توجه به کل انرژی مورد نیاز ،سالیانه برای چند انتخاب مختلف از مساحت صفحات خورشیدی انرژی باد مورد نیاز سالیانه تعیین شده است. در نهایت با استفاده از مشخصات فنی چند توربین متفاوت نوع و تعداد توربین مورد نیاز براساس انتخاب سطح صفحات خورشیدی مشخص شده و عملکرد سیستم ترکیبی شامل ۳۰۰ ۲ m صفحات خورشیدی و یک توربین بادی ۲۰ کیلوواتی برای تامین انرژی الکتریکی در این ساختمان مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

تحسینی و همکاران (۱۳۹۶) مطالعه ای با عنوان آینده پژوهی انرژی های تجدید پذیر (انرژی خورشیدی) با تاکید بر اقتصاد مقاومتی انجام دادند.

روش تحقیق بصورت توصیفی تحلیلی و مستندات کتابخانه ای با استفاده از آمارهای موجود اقتصادی جهت سنجش صرفه های اقتصادی و زیست محیطی ناشی از انرژی خورشیدی میباشد. در این مقاله سعی شده است به مزایای جنبه های اقتصادی و زیست محیطی انرژی های تجدید پذیر (انرژی خورشیدی) در مقایسه با انرژی سوخت های فسیلی و پتانسیل انرژی های تجدید پذیر (انرژی خورشید) در ایران پرداخته شود. انرژی خورشیدی منحصر به فردترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان است و منبع اصلی تمامی انرژی های موجود در زمین میباشد و همچنین از آنجایی که خورشید به عنوان یک منبع سرشار از انرژی و بی پایان محسوب می‌شود هیچ گونه آلودگی برای محیط زیست ایجاد نمی.کند انرژی های تجدیدپذیر از مهم‌ترین منابع انرژی هر کشوری محسوب میشوند تا جای که امام خامنه ای (مدظله) رهبر کبیر انقلاب اسلامی نیز تاکیدات ویژهای برانرژی های تجدید پذیر داشته‌اند و بر تولید توربین های با ظرفیت های بالا در کشور تاکید داشته‌اند.

راهبی (۱۳۹۵) مطالعه ای با عنوان آینده پژوهی انرژی از انرژی خورشیدی تا همجوشی هسته ای انجام داد این مقاله با نظر به اهمیت منابع جدید ،انرژی اعم از تجدیدپذیر و هسته ای بهره گیری از انرژی خورشیدی در زمینه تقویت صنعت هسته ای را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد. قابلیت مصرف (انرژی خورشیدی) در فرآیند تولید آب سنگین که مصرف عمده آن در صنعت هسته ای ،است میتواند بسیار جالب توجه باشد آب سنگین علاوه بر رفع نیاز غنی سازی اورانیوم در راکتورهای شکافت فعلی نقطه شروعی برای تولید سوخت راکتورهای همجوشی آینده است نتایج این تحقیق نشان داد که انرژی های تجدیدپذیر به ویژه انرژی خورشیدی علیرغم مزایای بسیاری که میتوانند داشته باشند در حال حاضر به تنهایی قدرت پاسخگویی به حجم بالای تقاضاها در بخش انرژی را نداشته و همچنان نیازمند تحقیق و توسعه‌اند.

مطالعات خارجی

دیوید و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه ای با عنوان آینده پژوهی انرژی برق خورشیدی با رویکرد فراتحلیل انجام دادند. در این تحقیق با استفاده از اطلات موجود در پایگاه داده اسکوپوس بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹، یک مطالعه آینده پژوهی جهت بررسی تحقیقات انجام

شده راجع به تولید و مدیریت انرژی – برق خورشیدی انجام شده است بر اساس تحلیل تحقیقات پیشین مشخص می‌شود که تحقیقات اینده راجع به انرژی برق خورشیدی در ۱۰ حوزه اصلی انجام میشوند همچنین بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام شده در بیست سال گذشته میتوان نگرشی دقیق راجع به آینده تحقیقات انرژی خورشیدی و استفاده از آن در صنعت برق را بدست آورد. در مجموع نتایج بدست آمده در این تحقیق حاکی از افزایش توجه به انرژی خورشیدی بعنوان یک منبع دائمی تولید برق در کشورهای مختلف هم توسعه یافته و هم در حال توسعه است(اینیان و همکاران، ۲۰۲۰).

در تحقیقی به بررسی آینده انرژی های تجدید پذیر پرداختند هدف از این تحقیق توسعه روش هایی کاربردی برای استفاده از انرژی های تجدیدپذیر بعنوان جایگزینی برای انرژی های فسیلی بوده است این تحقیق با رویکرد فراتحلیل و با بررسی مطالعات پیشین در رابطه با انرژی های تجدیدپذیر انجام شده است. نتیجه بدست آمده در این تحقیق گویای آن است که با توجه به روند آلودگی هوا و کاهش منابع فسیلی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر تا دو دهه آینده یکی از مهم‌ترین اولویت های تمامی کشورها خواهد بود همچنین بررسی ها نشان میدهد که الزامات اقتصادی و میزان آلودگی تولید شده در فرایند تولید ،انرژی شاخص های مهمی برای انتخاب منبع انرژی می‌باشند.

اینفیلد و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه ای با عنوان کاربرد انرژی های تجدیدپذیر جهت تولید الکتریسیته .پرداختند در این تحقیق ترکیبی از روش های کمی و کیفی برای بررسی نحوه استفاده اقتصادی از انرژی های تجدیدپذیر در راستای تولید برق بکار گرفته شده است. نتایج حاصل از تحلیل کیفی نشان داد که بسیاری از تصمیم گیرندگان و سیاستگذاران اهمیت بالای انرژی های تجدیدپذیر را هنوز درک نکرده اند همچنین نتایج بخش کمی نشان داد که بین شرایط استفاده از انرژی های تجدیدپذیر برای تولید برق و شرایط فعلی شکاف معنی داری وجود دارد همچنین مشخص شد که هزینه های تولید انرژی های تجدیدپذیر باید از لحاظ اقتصادی توجیه پذیر باشد.

نیروگاه خورشیدی در ایران

استفاده از انرژی نور خورشید برای بیشتر مردم در ایران از زمان ورود ساعت های دیجیتال و ماشین های حساب مجهز به سلول‌های کوچک نوری موضوع آشنایی بود. اما استفاده گسترده از انرژی خورشید در جهت تامین برق به اواخر دهه ۶۰ بر می گردد. در ابتدا تجهیزات تولید برق خورشیدی به دلیل قیمت بالای آن، تنها جنبه پژوهشی و لوکس داشت که البته این ذهنیت لوکس بودن، علیرغم پیشرفت های سریع و افت قیمت های جهانی، همچنان پابرجا می باشد. شاید بتوان تلاش های شرکت برق آفتابی هدایت نور یزد در تولید پنل های خورشیدی را جزو اولین اقدامات اساسی در بومی و ملی کردن تجهیزات مرتبط با برق خورشیدی در ایران ذکر کرد. شرکت برق آفتابی هدایت نور یزد در سال ۱۳۷۱ خط تولید پنل های خورشیدی را با استفاده از فنّاوری کشور آلمان و با ظرفیت تولید سالانه ۳ مگاوات در تهران راه اندازی نمود. در آن سال ها، قیمت جهانی پنل های خورشیدی، حدود ۶ دلار به ازای هر وات بود. با مقایسه آن با قیمت فعلی، یعنی ۰،۲ دلار به ازای هر وات، می توان فهمید که با چه رقم بالایی سرو کار داشتیم. از آن زمان تا سال ۱۳۷۴ که سازمان انرژی های نو ایران (سانا) متولی استفاده از منابع انرژی های تجدیدپذیر و جلب مشارکت بخش خصوصی با خرید و فروش تضمینی برق تجدیدپذیر گردید، اقدام سازمان یافته در زمینه ساخت و احداث نیروگاه‌های خورشیدی و تولید تجهیزات مورد نیاز آن به عمل نیامده بود و بحث تولید برق خورشیدی همچنان جنبه لوکس داشت. موضوع مطرح دیگر در آن زمان، بحث بهینه سازی مصرف انرژی بود. معاونت امور انرژی وزارت نیرو در تلاش برای منطقی کردن مصرف انرژی در کشور، فعالیت های بسیاری را از سال ۱۳۷۵ آغاز کرد و در ادامه اجرای بخشی از فعالیت ها در زمینه های آموزش و آگاه سازی، سازمان مدیریت و بازیافت انرژی در صنایع کشور را با تأسیس سازمان بهره‌وری انرژی (سابا) به آن سازمان واگذار کرد.

در اواخر سال ۱۳۷۸ با افزایش نسبی تعداد پروژه های تجدیدپذیر، وزارت نیرو پیشنهاد دولتی شدن شرکت سانا را به هیأت وزیران ارائه داد تا سازمانی در بدنه تشکیلات دولت به فعالیت های مرتبط با توسعه انرژی های تجدید پذیر بپردازد. هیأت وزیران در تاریخ ۸/۱۲/۱۳۷۸ با تشکیل شرکت دولتی سانا موافقت نمود.

پیش از آن، نهادهایی همچون سازمان انرژی اتمی، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان بهینه سازی مصرف سوخت نیز در این زمینه فعالیت هایی را به صورت موازی انجام می دادند.

در راستای استفاده بهینه و بهره برداری موثر از انرژی های تجدیدپذیر، شورای عالی اداری، بنابر مصوبه مجلس، در مورخ ۲۸/۹/۱۳۸۳ تمرکز انجام کلیه فعالیت های قانونی مربوط به انرژی های تجدیدپذیر را به وزارت نیرو سپرد و فرآیند اجرایی تجمیع نیز در این راستا از تاریخ ۱/۱ /۱۳۸۴ انجام گردید و بنابراین وزارت نیرو از آن تاریخ مسئولیت این خصوص را به سانا منتقل نمود.

در اواسط سال ۱۳۸۵ با تغییر ساختار در وزارت نیرو و ایجاد معاونت برق و انرژی، دفتر انرژی های نو حوزه ستادی وزارت نیرو، در این سازمان ادغام و پروژه های مربوطه به سانا منتقل گردید.

به موازات تغییرات در ساختار دولتی انرژی های تجدیدپذیر، فعالیت های مرتبط با آن، توسط بخش خصوصی ادامه پیدا کرد و به دلیل کاهش تدریجی هزینه های تولید تجهیزات، تقاضا برای احداث کارخانجات تولید کننده پنل ها افزایش یافت. در اوایل سال ۱۳۸۶، پروژه نیروگاه بادی بینالود شرکت توانیر که تنها پروژه انرژی‌های تجدیدپذیر در خارج از مجموعه سانا بود نیز به سانا منتقل و در نهایت فعالیت های سایر بازیگران عرصه تجدیدپذیر نظیر وزارت جهاد کشاورزی، وزارت نفت و شرکت توانیر با انتقال فعالیت هایشان به سانا، به پایان رسید و سانا تنها متولی توسعه انرژی‌های تجدید پذیر در کشور گردید.

این تغییرات در ساختار دولتی انرژی های تجدیدپذیر و بهینه سازی مصرف انرژی، با شروع تحریم های بانکی ایران مواجه شد و عملا رسیدن به اهداف برنامه ریزی شده این سازمان ها را دچار چالش اساسی کرد. با این حال علاقه مندی و آینده نگری در بخش خصوصی جهت ادامه فعالیت ها همچنان وجود داشت. به‌طوری که در همان دوره تحریم ها، در نیمه دوم سال ۱۳۸۷ ، شرکت صنایع الکترونیک سازان، زیر مجموعه گروه تولیدی صنعتی سازان، خط تولید پنل های خورشیدی خود را در شهرک صنعتی شرق سمنان با ظرفیت سالانه ۲ مگاوات راه اندازی کرد که بعد ها آن را به ۱۰ مگاوات در سال ارتقا داد.

در سال ۱۳۸۹، شرکت برق آفتابی هدایت نور یزد نیز به منظور تولید محصول قابل رقابت در بازارهای جهانی و مطابق استانداردهای بین المللی، اقدام به راه اندازی یک خط تولید جدید به ظرفیت ۱۰ مگاوات در شهر یزد نمود. در سال ۱۳۹۰ برای تخصصی نمودن فعالیت ها، این شرکت به دو شرکت مطالعاتی فیبر نوری و برق خورشیدی هدایت نور تفکیک گردید.

در سال ۱۳۹۱، شرکت صنایع تولید انرژی پاک آتیه خط تولید پنل های خورشیدی آریا سولار بیرجند را با ظرفیت تولید سالانه ۲۰ مگاوات راه اندازی نمود .دو سال بعد، در سال ۱۳۹۳ برند تجاری هورسا، تحت مالکیت گروه صنعتی فانو، فعالیت خود را در حوزه تولید ماژول‌های فتوولتائیک با توان ۳۰ تا ۳۶۰ وات آغاز نمود.

پس از توافق برجام در سال ۱۳۹۴، و شروع رفع محدودیت های بانکی و فراهم شدن شرایط سرمایه‌گذاری در ایران، تلاش ها برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک جهش قابل توجهی را به خود دید. در تیرماه ۹۴ شاهد به وقوع پیوستن رویداد مهمی دیگری در زمینه انرژی تجدید پذیر در ایران بودیم که در آن وزارت نیرو، تعرفه های خرید برق تولیدی از منابع انرژی های تجدیدپذیر را افزایش داد و مدت زمان خرید برق که به ۵ سال محدود شده بود، به ۲۰ سال افزایش داد.

این شرایط با کاهش قیمت ها در تولید و عرضه پنل ها و تجهیزات خورشیدی در بازارهای جهانی مقارن بود. قبل از آن که تولید کنندگان داخلی بتوانند برنامه ریزی های گسترده ای را برای توسعه تولید پنل ها و بروزرسانی کردن خط تولیدشان انجام دهند، بازار ایران با توجیح گران و کم بودن حجم تولید داخلی، به واردات تجهیزات نیروگاه‌های خورشیدی از کشورهای دیگر از جمله چین و اروپا روی آورد.

در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۵، شرکت تامین انرژی برق ایرانیان تابان تاسیس گردید و کارخانه تمام اتوماتیک پنل های خورشیدی خود را در شهرک صنعتی شیراز با ظرفیت ۲۵۰ مگاوات در سال راه اندازی نمود که فاز اول آن به ظرفیت ۱۳۰ مگاوات در تیر ماه سال ۹۶ به بهره برداری رسید.

در همان سال ۱۳۹۵ ، شرکت دیگری با نام سولار صنعت فیروزه فعالیت خود را در زمینه طراحی، ساخت و تولید انواع پنل های خورشیدی با احداث کارخانه ای در شهرک صنعتی کمال الملک شهر فیروزه با ظرفیت تولید پنل خورشیدی ۶۰ مگاوات در سال آغاز نمود.

دولت نیز، جهت ارتقای بهره‌وری انرژی و کاهش تلفات انتقال، توزیع و مصرف انرژی و نیز استفاده از روش های تولید برق تجدیدپذیر، لایحه ادغام سانا و سابا را جهت تاسیس سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره وری انرژی برق(ساتبا (، در تاریخ ۲۴/۹/۱۳۹۵به تصویب رساند و در تاریخ ۳۰/۱۰/۱۳۹۵جهت اجرا به وزارت نیرو ابلاغ کرد.

از سال ۱۳۹۵ تا به امروز، مجوزهای زیادی از طرف ساتبا برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی صادر گردیده است. بزرگترین طرح های نیروگاه خورشیدی که در این دوره زمانی مطرح شد، سرمایه‌گذاری شرکت کرکوس بریتانیایی جهت احداث نیروگاه ۶۰۰ مگاواتی در منطقه سمنان و سرمایه‌گذاری ۶۰۰ میلیون یورویی شرکت کی سی تی کره جنوبی جهت احداث نیروگاه خورشیدی در شهرستان فسا استان فارس بود. علارغم تلاش ها و حمایت های ساتبا در این خصوص، به دلیل تاخیر در صدور تضمین های مورد درخواست سرمایه گذاران و نبود راهکارهای مناسب، فرصت طلایی توسعه نیروگاه‌های خورشیدی از دست رفت و با خروج آمریکا از توافق برجام، سرمایه گذاران و شرکتهای خارجی که به این بازار ایران وارد شده بودند، با توجیح اقتصادی نبودن اجرای پروژه ها و طولانی شدن مدت زمان بازگشت سرمایه اولیه، تلاش های خود را متوقف نمودند.

اگر به لیست نیروگاههای خورشیدی مگاواتی در حال بهره برداری ایران نگاهی بیاندازیم متوجه خواهیم شد که همگی در فاصله بین سالهای ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ احداث و مورد بهره برداری قرار گرفته اند.

در ادامه به معرفی مختصر برخی از نیروگاه‌های خورشیدی در ایران می پردازیم

- **نیروگاه خورشیدی شیراز**

نیروگاه خورشیدی شیراز (تأسیس ۱۳۸۷)، نخستین نیروگاه خورشیدی ایران و در زمان خود بزرگترین نیروگاه خورشیدی خاورمیانه بود. این نیروگاه از نوع خورشیدی سهموی خطی است که در ایران توسط متخصصان داخلی ساخته شده‌است. در حال حاضر توان این نیروگاه ۲۵۰ کیلووات است که در برنامه توسعه پنجم قرار به تأمین ۵۰۰ کیلو وات می‌باشد. این نیروگاه یک مرکز تحقیقاتی است که ۳۰۰ هزار متر مربع مساحت و۶۰ هزار متر مربع زیربنا دارد.

- **نیروگاه خورشیدی تبریز**

نیروگاه خورشیدی تبریز، یکی از نیروگاه‌های ایران با ظرفیت تولید اسمی ۵۰٫۴ کیلووات است که در استان آذربایجان شرقی شهر تبریز قرار دارد. این نیروگاه از نوع هیبریدی (بادی و خورشیدی) است. نیروگاه خورشیدی شامل ۲۵۲ پنل فتوولتائیک ۲۰۰ واتی به قدرت اسمی ۵۰٫۴ کیلووات است که در محوطه ساختمان ستادی شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی نصب شده‌است. این نیروگاه دارای سه دستگاه اینورتر متصل به شبکه به همراه سیستم‌های داده برداری، مانیتورینگ، ثبت و نمایش اطلاعات است که قادر است سالانه حدود ۸۰۰۰۰ کیلووات ساعت انرژی برق تولید و به شبکه توزیع تزریق کند.

- **نیروگاه خورشیدی یزد**

نیروگاه سیکل ترکیبی خورشیدی یزد هشتمین نیروگاه بزرگ خورشیدی جهان در سال ۲۰۱۰ و اولین نیروگاه با به‌کارگیری انرژی خورشیدی و گاز طبیعی در جهان است. این نیروگاه با دانش متخصصان ایرانی ساخته شده است.

- **نیروگاه خورشیدی طالقان**

نیروگاه پایلوت هیدروژن خورشیدی طالقان استان البرز، شهرستان طالقان در سال ۱۳۸۴ تاسیس گردید. نیروگاه خورشیدی طالقان یکی از نیروگاه‌های ایران متشکل از سلول‌های فتوولتائیک با ظرفیت تولید ۱۰ کیلووات، دستگاه الکترولیز آب به ظرفیت ۵ کیلووات و ظرفیت اسمی تولید ۱ مترمکعب در ساعت هیدروژن، سیستم پیل سوختی به ظرفیت ۲٫۱ کیلووات از نوع پلیمری، کمپرسور هیدروژن، مخزن هیدروژن ۱ متر مکعبی، باتری خانه و مبدل‌های DC/AC می‌باشد.

- **نیروگاه خورشیدی بیرجند**

نیروگاه خورشیدی بیرجند با استفاده از صفحات خورشیدی (فتوولتائیک) ساخته‌شده است، ظرفیت تولید این نیروگاه ۲۴ کیلووات می باشد.

- **نیروگاه خورشیدی ملارد**

نیروگاه خورشیدی ملارد در استان تهران شهرستان ملارد قرار دارد، این نیروگاه قابلیت ایجاد توانی برابر با ۵۱۴ کیلووات را دارا می‌باشد.

- **نیروگاه خورشیدی امیرکبیر**

نیروگاه خورشیدی امیرکبیر در استان همدان است، این نیروگاه قابلیت ایجاد توانی برابر با ۷ مگاوات را دارا می‌باشد.

- **نیروگاه خورشیدی الهیه**

نیروگاه خورشیدی مشهد اولین نیروگاه خورشیدی در شرق ایران محسوب می‌شود که شروع عملیات آن در سال ۱۳۸۹ شروع شد و فاز نخست آن در ۲۴ تیر ۱۳۹۰ به پایان رسید. نخستین فاز این نیروگاه، از ۲۱۶ صفحه خورشیدی ۲۰۰ واتی مجهز به سامانه ردیاب خورشید که توانایی تولید ۴۳,۲ کیلووات برق را دارند استفاده شده‌است.

- **نیروگاه خورشیدی خلیج فارس**

نیروگاه خورشیدی خلیج فارس دراستان همدان قرار دارد، این نیروگاه قابلیت ایجاد توانی برابر با ۷ مگاوات را دارا می‌باشد.

- **نیروگاه خورشیدی مکران**

نیروگاه خورشیدی مکران در استان کرمان قرار دارد، این نیروگاه قابلیت ایجاد توانی برابر با ۲۰ مگاوات را دارا می‌باشد. برق تولیدی این نیروگاه تا ۲۰ سال به صورت تضمینی به سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق فروخته شده است.

بحث در نتایج

یکی از مهم‌ترین کاربردهای انرژی خورشیدی در صنعت برق استفاده از صفحات فتوولتائیک برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی است. سلول‌های خورشیدی از قطعات نیمه رسانایی که انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند تشکیل‌شده است. مصرف انرژی درایران به‌سرعت در حال افزایش است و به همین دلیل به‌زودی یارانه‌های انرژی به یک مشکل مالی بزرگ برای دولت تبدیل می‌شود که در نهایت دولت باید یارانه‌ها را حذف .کند احداث نیروگاه‌های خورشیدی مشمول هزینه‌هایی برای مشترکین برق .است بر اساس این طرح بایستی جهت سرمایه‌گذاری اولیه از تسهیلات دولتی استفاده شود و پس از احداث سلول‌های خورشیدی مشترک برق می‌بایست انرژی تولیدی را به شبکه برق تزریق نموده و مصارف خود را از همان شبکه دریافت نماید و با یک کنتور برگشت انرژی تولیدی را به دولت بفروشد و بهای انرژی مصرفی خود را پرداخت نماید.

منابع و اخذ

[۱] افقهی منصوره و بیژن ،زارع ،۱۳۹۴ ، متغیرهای مؤثر بر کاهش باروری و آینده پژوهی تغییرات جمعیتی در ایران دومین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی پژوهشهای نوین در علوم ،انانی تهران

[۲] امیدی محمد ،رضا ،امیدی ،نبی ،عکری حشمت اله و جعفری ،اسکندری میثم ۱۳۹۵ مدل سازی و پیش بینی تولید و مصرف برق در ،ایران فصلنامه آینده پژوهی ،مدیریت سال ۲۷ شماره ۱۰۶ ، صص ۷۱ – ۸۳

[۳] انصاری ،پور مجتبی (۱۳۹۷) افزایش ظرفیت اشتغال با توسعه انرژیهای تجدیدپذیر رشد آموزش فنی و حرفه ای و کاردانش . ۴

[۴] بارکر، جف؛ فاطمه باغتانی ۱۳۹۷ انرژیهای تجدیدپذیر شرکت انتشارات فنی ،ایران کتابهای نردبان

[۵] باوقار ،زعیمی نجوا؛ محمد علی فرقانی زین العابدین صادقی ۱۳۹۷ اولویت بندی منابع انرژی تجدیدپذیر در استان هرمزگان انرژی ایران – ۳۷–۴۹

[۶]بشیری حسن؛ محمد حسینی مقدم؛ مریم صنیع اجلال و مهدی ایران ،نژاد ،۱۳۹۳، رویکرد آینده پژوهانه در سیاستگذاری دانشگاههای صنعتی مبتنی بریویش محیطی روندهای جهانی آموزش عالی

[۷]تحینی ،هادی پریا احمدی؛ رضا فکری و زهرا رستمی عرب ۱۳۹۶ ، آینده پژوهی انرژیهای تجدید پذیر انرژی خورشیدی با تاکید بر اقتصاد مقاومتی کنفرانس بین المللی ایدهای نو در کشاورزی، محیط زیست

[۸]گردشگری ،جلالی محمد ،و ،ساری بهناز ۱۳۹۲، انرژی خورشیدی دومین همایش ملی انرژیهای نو و ،پاک ،همدان شرکت هم اندیشان محیط زیست فردا

[۹]حسینی سید محمدرضا، ۱۳۹۴ ، آینده پژوهی در مدیریت تهدیدات و آسیبهای سبک زندگی ایرانی اسلامی همایش ملی سبک ،زندگی نظم و امنیت

[۱۰] حیدری امیر هوشنگ؛ سیدکمال طبائیان و حسن ،بشیری ۱۳۹۱ آینده پژوهی ابزاری برای سیاست گذاری علم فناوری و نوآوری دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری تهران انجمن مدیریت فناوری ایران

[۱۱]،خزلی یونس؛ حسن ارجمندی ۱۳۹۷ آینده پژوهی مدیریت عملیات روانی در عرصه منازعات آینده مقابله با عملیات روانی . ۱۰۹

[۱۲] دهقان بهنام ۱۳۹۵انرژی و انرژیهای تجدیدپذیر در ایران و جهان دانش غذا و کشاورزی ۶۴–۷۷

منابع انگلیسی

[۱۳] Ahmed, F. E., Hashaikeh, R., & Hilal, N. (۲۰۱۹). Solar powered desalination-Technology, energy and future outlook Desalination, ٤٥٣, ٧٦-٥٤.

[۱٤] Almasoud, A. H., and Hatim M. Gandayh, ۲۰۱٥, "Future of solar energy in Saudi Arabia.", Journal of King Saud University- Engineering Sciences, ۲۷, no. ۲: ۱٥۷-۱٥۳.

[۱٥] Appiah, M. O. (۲۰۱۸). Investigating the multivariate Granger causality between energy consumption, economic growth and CO ۲ emissions in Ghana. Energy Policy, ۱۱۲, ۲۰۸-۱۹۸.

[۱٦] Ashok, S., & Pande, K. P. (۱۹۸٥). Photovoltaic measurements. Solar Cells, ۱٤(۱), ٦۱-۸۱. https://doi.org/٦۷۸۷-۰۳۷۹/۱۰,۱۰۱٦(۸٥)۹-۹۰۰۰۷.

[۱۷] Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (۲۰۱٦). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top ۳۸ countries. Applied Energy, ۱٦۲, ۷٤۱-۷۳۳.

[۱۸] Cooremans, C., & Schönenberger, A. (۲۰۱۹). Energy management: A key driver of energy- efficiency investment?. Journal of Cleaner Production, ۲۳۰, ۲۷٥-۲٦٤.

[۱۹] Cowan, W. N., Chang, T., Inglesi-Lotz, R., & Gupta, R. (۲۰۱٤). The nexus of electricity consumption, economic growth and CO۲ emissions in the BRICS countries. Energy Policy, ٦٦, ۳٦۸-۳٥۹.

[۲۰] David, T. M., Rizol, P. M. S. R., Machado, M. A. G., & Buccieri, G. P. (۲۰۲۰). Future research tendencies for solar energy management using a bibliometric analysis, ۲۰۱۹-۲۰۰۰. Heliyon, ٦(۷), e۰٤٤٥۲.

Analyzing and investigating the use of solar panels in Iran's electricity industry

Mehdi Jokar * Mehrdad Movahedpour

Abstract
Solar energy in Iran Iran is located between ۲۵ and ٤۰ degrees north latitude and is located in an area that is among the highest in the world in terms of receiving solar energy. The amount of solar radiation in Iran is estimated between ۱۸۰۰ and ۲۲۰۰ kilowatt hours per square meter per year, which is higher than the world average. In Iran, more than ۲۸۰ sunny days have been reported annually on average, which is very significant. One of the most important applications of solar energy in the electricity industry is the use of photovoltaic panels to convert solar energy into electrical energy. A solar cell in the electricity industry is an electronic component that converts sunlight directly into electricity. and it becomes a voltage, and in this way electric power is produced. Certainly, the use of solar cells with high and new technology is a suitable and economical solution for the production of electric energy in the long term.
Key words: future research, solar cells, solar panel, photovoltaic.