



وزارت صنعت، معدن و تجارت

دفتر امور بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی

راهنمای انرژی خورشیدی

(سیستم‌های گرمایشی و فتوولتائیک)

Manual of Solar Energy  
(Thermal & Photovoltaic Systems)

---

تدوین و گردآوری:

دفتر امور بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی

وزارت صنعت، معدن و تجارت

ویرایش اول - تیر ۱۳۹۶

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳.....	مقدمه.
۶.....	فرصتها و چالشهای مرتبط با انرژی خورشیدی .....
۸.....	اثرات زیست محیطی .....
۹.....	انرژی خورشیدی در ایران .....
۱۰.....	بهره برداری از انرژی خورشیدی .....
۱۸.....	اقتصاد و هزینه .....
۱۹.....	بحث و نتیجه گیری .....
۲۰.....	منابع و مراجع .....

### پیشگفتار

انرژی در اقتصاد صنعتی جوامع، نقش زیربنائی را ایفا می‌کند، به این معنا که هرگاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. خوشبختانه ایران از نظر دارا بودن منابع و ذخایر متنوع انرژی از ثروتمندترین کشورهای جهان به حساب می‌آید. این منابع در کشور ما با قیمت‌هایی به مراتب نازل‌تر از سایر کشورها و با سهولت بیشتری به مصرف‌کننده عرضه می‌شود. متأسفانه میزان مصرف و اتلاف انرژی در کشور ما به مراتب بالاتر از کشورهای صنعتی است و این وضعیت مصرف انرژی در کشور، با اصول مربوط به ارتقاء بهره‌وری و بازدهی انرژی در جهان، مغایرت دارد. این روند مصرف قطعاً منجر به بروز مشکلات زیست محیطی و چالش‌های اساسی در تولید، بهره‌وری و رشد اقتصادی خواهد داشت. در راستای افزایش بهره‌وری، مدیریت و مصرف بهینه انرژی در بخش صنعت، معدن و تجارت، مجموعه دستورالعمل‌ها و راهنماهای زیر تهیه شده است. راهنمای حاضر راهنمای مدیریت انرژی حرارتی از مجموعه ۸ گانه مذکور می‌باشد

#### مجموعه دستورالعمل‌ها و راهنماهای حوزه انرژی

دستورالعمل مدیریت سبز	دستورالعمل ممیزی عبوری انرژی
راهنمای مدیریت انرژی حرارتی	راهنمای مدیریت انرژی الکتریکی
راهنمای انرژی خورشیدی	راهنمایی استفاده از انرژی زمین گرمایی
ارزیابی اقتصادی سیستم‌های انرژی	راهنمای سیستم مدیریت انرژی
تجدید پذیر	

### رسول یاراحمدی

مدیر کل دفتر امور بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی

### مقدمه

با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمی‌توان به منابع موجود انرژی متکی بود. خوشبختانه، بیشتر کشورهای جهان به اهمیت و نقش منابع مختلف انرژی، به ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر (نو) در تأمین نیازهای حال و آینده پی برده و به طور گسترده، در توسعه بهره برداری از این منابع لایزال، تحقیقات وسیع و سرمایه گذاری های اصولی می کنند. با توجه به این گونه گرایش های اساسی و فزاینده در زمینه استفاده از انرژی های تجدید پذیر و فناوری های مربوط در کشورهای صنعتی و در حال توسعه لازم است ایران نیز بدنبال تدوین راهبردها و برنامه های زیر بنایی و اصولی در این زمینه گردد.

امروزه یکی از بزرگترین معضلات بشر کمبود سوختهای فسیلی و آلودگیهای محیط زیستی آن می‌باشد. درکشور ما نیز، با توجه به نیاز روز افزون به منابع انرژی و کم شدن منابع انرژی فسیلی، ضرورت سالم نگه داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت های برق رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دورافتاده و... استفاده از انرژی های نو مانند انرژی خورشیدی می تواند جایگاه ویژه ای داشته باشد. با پیشرفت روز افزون تکنولوژی ، استفاده از انرژی تابشی خورشید به عنوان سر آمد انرژیهای موجود در اختیار بشر گردیده است

چرا که دسترسی به آن آسان و مقدار آن نیز نامحدود است. ضمناً استفاده از انرژی خورشید هیچ گونه آلودگی برای محیط زیست ندارد و به همین منظور به نام انرژی سبز برای آیندگان نام گذاری شده است. پنلهای خورشیدی انرژی تابشی را به انرژی الکتریسیته تبدیل می نمایند. این پنلها برحسب انرژی الکتریسیته مورد نیاز در ابعاد و توانهای مختلف استفاده می گردند. سلول خورشیدی (Solar Cell) از یک نیمه هادی با اتصال الکتریکی تشکیل شده است. این سلول، انرژی خورشیدی را جذب نموده و به انرژی الکتریکی تبدیل می نماید. کاربرد انرژیهای تجدیدپذیر در ایران به دو صورت نیروگاهی متمرکز و سیستمهای کوچک پراکنده می باشد.

باتریهای خورشیدی از ماده ای بنام سیلیسیوم ساخته می شوند. هر باتری خورشیدی برق بسیار ناچیزی تولید می کند. برای همین معمولا باید از تعداد زیادی باتری کنار هم استفاده شود تا مقدار برقی که بدست می آید، مفید و مناسب باشد.

میزان تأثیر گذاری صفحات خورشیدی به موقعیت خانه نیز بستگی دارد. صفحات خورشیدی باید در طرفی از خانه نصب شود که در معرض بیشترین میزان تابش باشد. سیستمهای صفحه خورشیدی می تواند تحت شرایط ایده آل به قدری

الکتریسیته تولید کند که هم انرژی روشنائی داخل خانه و هم لوازم الکتریکی داخل خانه فعال شده و از سوی دیگر سیستم گرمایشی و سرمایشی آن نیز از همین انرژی بهره ببرد. محصولات متنوع خانگی که می توانند انرژی خود را از خورشید تأمین کنند در اختیار افرادی قرار دارد که می خواهند مصرف خود را کاهش دهند. جایگزین وسائل خانه با نسخه های خورشیدی راهی برای درپیش گرفتن زندگی سبزی است که هم هزینه های الکتریسیته را کاهش می دهد و هم اثرات کربنی را به حداقل می رساند. ممکن است ابزارهای انرژی خورشیدی داخل خانه در مرحله خرید قیمت هایی بیشتر از هم تایان برقی خود داشته باشند اما کاهش هزینه ها در آینده این هزینه ها را کاهش می دهد.

ویژگی های استفاده از انرژی خورشیدی

- پاک و بدون آلودگی (حذف انتشار گازهای گلخانه ای از جمله دی اکسید کربن)
- بی پایان
- رایگان و دردسترس
- امن و بی خطر

## فرصتها و چالشهای مرتبط با انرژی خورشیدی

### مزایا:

۱- دوام: تکنولوژی بکار رفته در ساخت مدولهای فتوولتاییک از مصالح بادوامی است. در گذشته دوام سیستمها را حدود ۱۰ سال در نظر می‌گرفتند. اما با پیشرفتهای انجام شده، متوسط عمر مفید این سیستمها به ۲۵ سال رسیده است.

۲- هزینه‌های پایین حفظ و نگهداری در سیستم منابع تجدیدناپذیر: هزینه‌های حمل و نقل مواد و نیروی کار بسیار بالا است. اما در سیستمهای فتوولتاییک چنین هزینه‌هایی در چرخه تولید وجود ندارد، زیرا سیستم به بازرسی‌های دوره‌ای و نگهداری‌های گهگاهی با هزینه اندک نیاز دارد.

۳- عدم نیاز به مواد سوختی: در سیستمهای فتوولتاییک نیازی به منابع سوختی فسیلی و ... نمی‌باشد. بنابراین مضرات زیست محیطی ناشی از این منابع و هزینه‌های حمل و نقل و انبارداری آنها حذف می‌شود.

۴- کاهش آلودگی صوتی: سیستمهای فتوولتاییک بدون حرکت و کاملاً بی صدا بوده و آلودگی صوتی ندارد.

۵- قابلیت نصب و راه اندازی سیستمهای فتوولتاییک در ظرفیتهای گوناگون: با توجه به مدولهای پیش ساخته در این سیستمها می‌توان الکتریسیته را در

مقیاس‌های مختلف تولید کرد. چنانچه با سیستم‌های فتوولتاییک می‌توان از چند میلی وات تا چندین مگاوات انرژی بدست آورد. اگر این سیستم را بصورت مدول‌های کوچک و منفرد استفاده کنیم، برای نیازهای بسیار ناچیز و اگر در مزرعه‌ای مجموعه‌ای از آرایش‌های گسترده فتوولتاییک را بکار بریم، نیروگاهی عظیم را ایجاد کرده ایم.

۶- عدم وابستگی به شبکه برق شهری: در مواقعی که انتقال برق شهری امکانپذیر نباشد، می‌توان از این سیستم‌ها بهره‌گیری کرد. زیرا بصورت مستقل الکتریسیته تولید کرده و نیازی به نگهداری فراوان ندارند. پس در مناطق دورافتاده و صعب العبور، استفاده از این سیستم‌ها گزینه مناسبی خواهد بود.

### مغایب:

۱- هزینه‌های راه اندازی: مهمترین ایرادی که به این سیستم‌ها وارد است، هزینه‌های بالای نصب و راه اندازی آنهاست. در حالیکه با نگاه کارشناسانه و دقیق، این سیستم‌ها در دراز مدت بصرفه خواهند بود.

۲- وابستگی به شدت تابش خورشید: باتوجه به نیاز این سیستم‌ها به نور خورشید، تغییرات جوی بر مقدار انرژی تولید شده در این سیستم‌ها، موثر است. پس لازم است که این موضوع را در طراحی سیستم‌ها مورد توجه قرار دهیم.



۳- نیاز به ذخیره سازی انرژی: در بیشتر مواقع لازم است از باتری‌هایی بمنظور ذخیره انرژی استفاده شود که این موضوع سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود.

۴- عدم آشنایی مردم با سیستم فتوولتاییک: با توجه به نو بودن کاربرد تکنولوژی فتوولتاییک در ساختمان، تنها بخشی از مردم با امکانات و ارزش‌های آن آشنا هستند و این موضوع در توسعه بازار آن تاثیر منفی دارد.

### ✍️ اثرات زیست محیطی

باتری‌های خورشیدی براحتی تعمیر می‌شوند و نگهداری آنها ساده است و محیط را نیز آلوده نمی‌کنند. در جاهایی که روزهای طولانی و آفتاب درخشان دارند، حتی می‌توان تمام برق مورد نیاز را از باتریهای خورشیدی گرفت. باتریهای خورشیدی خیلی سبک هستند و به راحتی می‌توان آنها را به دهکده‌های دور افتاده برد. مردمی که همیشه در حرکت هستند نیز می‌توانند این باتریها را همراه داشته باشند و هر کجا که می‌روند از برق آنها استفاده کنند. مثلا گروههای پزشکی که برای درمان مردم به صحراها و جاهای دور افتاده می‌روند، باتریهای خورشیدی را برای روشن نگه داشتن یخچالهایشان بکار می‌گیرند تا داروها سالم و خنک بمانند.

## ☞ انرژی خورشیدی در ایران

### پتانسیل تابش و نقشه تابش خورشید در ایران

انرژی خورشیدی یکی از مهمترین منابع انرژیهای تجدیدپذیر می باشد. میزان تابش انرژی خورشیدی در نقاط مختلف جهان متغیر بوده و در کمربند خورشیدی زمین بیشترین مقدار را داراست. بدلیل واقع شدن ایران در نواحی پرتابش، پتانسیل استفاده از تجهیزات خورشیدی در ایران مناسب بوده و میتواند بخشی از انرژی مورد نیاز کشور را تأمین نماید. ایران با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم مساحت آن با متوسط تابش ۵,۵ - ۵,۴ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز، یکی از کشورها با پتانسیل بالا در زمینه انرژی خورشیدی می باشد. بر اساس نظر کارشناسان انرژی خورشیدی در صورت تجهیز مساحت بیابانی کشور به سامانه‌های دریافت انرژی تابشی، می توان انرژی مورد نیاز بخش‌های گسترده‌ای از منطقه را تأمین و زمینه صادرات آن را فراهم نمود. مطالعات انجام شده توسط DLR آلمان، نشان می دهد که در مساحتی بیش از ۲۰۰۰ کیلومترمربع، امکان نصب بیش از ۶۰۰۰۰ MW نیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد. نقشه ذیل پتانسیل تابش خورشیدی در کشور را نشان می‌دهد.

همانگونه که مشاهده می‌شود پتانسیل بالای استفاده از انرژی خورشیدی بجز نوار شمالی و غربی در اکثر مناطق کشور بخوبی وجود دارد.

### ☞ بهره برداری از انرژی خورشیدی

در ایران، سازمانی دولتی موسوم به سانا در وزارت نیرو، مسئولیت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و از جمله خورشیدی را بر عهده دارد. پروژه‌هایی همچون برق‌رسانی فتوولتاییک به تعدادی از روستاهای سراسر ایران به ظرفیت ۳۸۶ کیلووات و نیروگاه‌های فتوولتاییک ۹۷ کیلووات سرکوپر سمنان، ۳۰ کیلووات طالقان و ۵ کیلووات دربید یزد از جمله این پروژه‌ها هستند. با مقایسه این میزان تولید و ظرفیت تولید بیش از ۶۹ هزار مگاوات برق در کشور، می‌توان متوجه شد انرژی خورشیدی سهم بسیار ناچیزی در تولید برق کشور دارد. بر اساس آمارهای رسمی، سهم کل انرژی‌های نواز ظرفیت نصب‌شده نیروگاهی کشور، معادل ۰/۳۲ درصد است. با توجه به اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها و ارائه تسهیلات مصوب تمایل به استفاده از انرژی خورشیدی در کشور شدت بیشتری یافته است و تولیدکنندگان جهت کاهش اثرات افزایش قیمت سوخت و کاهش قیمت تمام شده و افزایش بهره‌وری اقدام به استفاده از این انرژی پاک در تولید خود کنند. طرح‌های خورشیدی شامل نیروگاه دریافت کننده مرکزی، سهموی خطی، سیستم فتوولتاییک و آبگرمکن های خورشیدی می‌باشند. به نظر می‌رسد اصلی‌ترین مشوق، پرداخت یارانه به مصرف انرژی پاک تولیدشده از خورشید باشد.

سود جستن از انرژی خورشیدی به دو طریق امکانپذیر است:

• **استفاده مستقیم از نور خورشید و تبدیل آن به الکتریسیته از طریق سلولهای فتوولتائیک**

به پدیده‌ای که در اثر تابش نور بدون استفاه از مکانیزم‌های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده‌ها استفاده کند، سیستم فتوولتائیک گویند. انرژی فتوولتائیک تبدیل نور خورشید به الکتریسیته از طریق یک سلول فتوولتائیک (PVs) است، که بطور معمول یک سلول خورشیدی نامیده می‌شود. سلول خورشیدی یک ابزار غیر مکانیکی است که معمولاً از آلیاژ سیلیکون ساخته شده‌است. وقتی فوتون‌ها به یک سلول فتوولتائیک برخورد می‌کنند، فوتون‌های جذب شده انرژی را برای تولید الکتریسیته فراهم می‌کنند. وقتی که نور خورشید (انرژی) توسط جسم نیمه‌رسانا جذب شود، الکترون‌های جسم جابه‌جا می‌شوند. نحوه خاص ساخت سطح جسم باعث می‌شود، سطح جلویی سلول برای الکترون‌های آزاد بیشتر پذیرش یابد. بنابراین الکترون‌ها به طور طبیعی به سطح مهاجرت می‌کنند. زمانی که الکترون‌ها موقعیت خود را ترک می‌کنند، سوراخ‌هایی شکل می‌گیرد. از آنجایی که تعداد الکترون‌ها زیاد است و هر کدام یک بار منفی را حمل می‌کنند و به سطح جلویی سلول می‌رود، توازن بار بین سطوح جلویی و عقبی به هم خورده و یک اختلاف پتانسیل الکتریکی، شبیه

قطب‌های مثبت و منفی یک باتری ایجاد می‌شود. وقتی که دو سطح از میان یک راه داخلی مرتبط می‌شوند، الکتریسیته جریان می‌یابد.

سلولهای خورشیدی به دلیل سادگی و سهولت در نصب و راه اندازی، حمل و نقل آسان، ضریب اطمینان بالا، عدم وجود قطعات مکانیکی، همخوانی با محیط و همچنین عدم نیاز به سوخت مورد توجه قرار می‌گیرد. مناطقی که پتانسیل بالایی برای انرژی خورشیدی دارند؛ عبارتند از: شیراز، تهران، خراسان، یزد و سمنان. مشترکین برق در ایران با توجه به نوع مصرف به بخشهای خانگی، عمومی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و روشنایی معابر تقسیم بندی شده‌اند.

پنل‌های خورشیدی نصب شده در ساختمان برق منطقه‌ای در استان خراسان سالانه ۲۰ هزار کیلووات ساعت برق تولید کرده که ۱۵ درصد از برق این ساختمان را تأمین می‌کند. این امر موجب کاهش ۱۸ تن دی اکسید کربن و صرفه‌جویی شش هزار لیتر گازوئیل می‌شود.

در استان یزد نیز توسعه انرژی خورشیدی به صورت جدی و در راستای دستور مقام معظم رهبری پیگیری می‌شود. با توجه به اینکه بهای انرژی در کشور باید به میزان اصلی خود برسد و برگشت سرمایه باید پنج ساله باشد، تغییر اعداد در میزان بهای سوخت امکان پذیر خواهد شد.

در استان هرمزگان نیز نیروگاه های کوچک خورشیدی در شرایط ابری هم قادر به تولید برق به میزان ظرفیت اسمی خود می باشند. با توجه به اجرای مرحله های بعدی هدف مندی سازی یارانه ها، صرفه اقتصادی تولید برق استفاده از تابش نور خورشیدی را افزایش می دهد.

استفاده مستقیم از انرژی خورشیدی و تبدیل آن به انواع انرژی های دیگر (کاربردهای غیر نیروگاهی خورشیدی)

• کاربردهای غیر نیروگاهی عبارتند از:

**الف - آبگرمکن خورشیدی و حمام خورشیدی**

ساده ترین آبگرمکن خورشیدی از یک گردآور تخت (کلکتور) و یک مخزن ذخیره آب تشکیل شده است. شرایط لازم نصب این آبگرمکن آن است که قسمت فوقانی گردآور پایین تر از قسمت تحتانی مخزن ذخیره قرار گیرد و حداقل انحراف گردآور نسبت به سطح افق که برای تحقیقی جریان ترمو سیفونی، در حدود ۲۰ درجه رو به جنوب انتخاب شود.

طرز کار:

ابتدا مخزن آب گرم، با آب سرد پر می شود و آب داخل لوله های گردآور، هنگامی که خورشید روی سطح گردآور می تابد به تدریج گرم شده و به کندی به طرف

مخزن رفته و از طرف بالا ذخیره می‌شود، آب سرد مخزن نیز از طریق لوله دیگر به طرف قسمت پایین گردآور جریان یافته و تا زمانی که تابش خورشیدی برای گرم کردن آب کفایت کند، این عمل ادامه می‌یابد.

### ب - گرمایش و سرمایش ساختمان و تهویه مطبوع خورشیدی

#### تشریح عملکرد سیستم:

**تابستانی:** چیلرهای گازسوز با صرفه جویی در هزینه‌های مصرف برق تا ۸۰٪، در مقایسه با سیستم‌های تراکمی در فصل تابستان وظیفه تأمین سرمایش را بر عهده دارند. چیلرهای جذبی خورشیدی که از یک طرف محلول داغ آب و آمونیاک دستگاه چیلر (که در حالت عادی این حرارت توسط فن کندانسور و ابزوربر به محیط دفع می‌گردد) و از طرف دیگر آب گرم شونده در چرخش با منبع کویلی جهت آب گرم مصرفی قرار داده تا زمانی که چیلر در حال کار و تأمین برودت برای ساختمان است، حرارت دفع شده در کندانسور دستگاه برای تأمین آب گرم مصرفی صرف می‌گردد و لذا راندمان عملکرد این سیستم تا ۱۷۰٪ افزایش می‌یابد. در هر دستگاه چیلر در حدود ۲۱ kw حرارت بازیافت می‌شود که این حرارت صرف تأمین آب گرم مصرفی خواهد شد. با توجه به اینکه در هتل‌ها در فصل تابستان، همزمانی نیاز سرمایش و آب گرم مصرفی بسیار زیاد است، استفاده

از این سیستم در هتل‌ها به شدت بر کاهش هزینه‌های انرژی مؤثر است. در زمانی که به هر دلیل چیلر خاموش است، سیستم پشتیبان یعنی آب گرم تولید شده از کلکتورهای خورشیدی و یا بویلر برای تأمین آب گرم مصرفی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

**زمستانی:** در فصل زمستان با خاموش شدن چیلر، بویلرهای AY وظیفه تأمین آب گرم ساختمان، و سیستم کلکتور خورشیدی با پشتیبانی آب گرم تولید شده توسط بویلرهای AY نقش تأمین آب گرم مصرفی را برعهده دارند.

### ج - کوره خورشیدی

نوتورا در اوایل قرن ۱۸، اولین کوره خورشیدی را در فرانسه ساخت و بوسیله آن یک تل چوب را در فاصله ۶۰ متری آتش زد. بسمر، پدر فولاد جهان نیز حرارت مورد نیاز در کوره خود را از انرژی خورشیدی تأمین می‌کرد. متداول‌ترین سیستم یک کوره خورشیدی، متشکل از دو آینه، یکی تخت و دیگری کروی است. نور خورشید به آینه تخت رسیده و توسط این آینه به آینه کروی بازتابیده می‌شود. طبق قوانین اپتیک، هرگاه دسته پرتوی موازی محور آینه با آن برخورد نماید، در محل کانون، متمرکز می‌شوند و به این ترتیب انرژی حرارتی گسترده خورشید در یک نقطه جمع می‌شود، که این نقطه به دماهای بالایی می‌رسد. در کانون، یک



منبع آب قرار می‌دهند و با لوله کشی‌هایی به توربین تولید برق وصل می‌کنند، با توجه به ابعاد ساختمان انرژی گرمایی دریافتی فوق العاده بالاست و بخار آب تولید شده با جریان شدید در لوله‌ها به توربین رسیده و باعث چرخش آن و تولید برق ارزان قیمت در چنین مجموعه نیروگاهی برق - آبی می‌گردد.

#### **د- آب شیرین کن خورشیدی**

آب شیرین کن خورشیدی (Solar powered desalination unit) وسیله‌ای است که می‌تواند با روشهای مستقیم یا غیرمستقیم انرژی را از خورشید دریافت کند و از آب شور، آب آشامیدنی تولید نماید.

#### **ه- خشک کن خورشیدی**

یکی از بهترین و مقرون به صرفه‌ترین روش‌ها برای خشک کردن مواد غذایی استفاده از انرژی پاک و تجدیدپذیر خورشیدی است. از آنجا که آب می‌تواند به صورت ملکول‌های آزاد مستقیماً در فعل و انفعالات شیمیایی مواد غذایی شرکت کند، گرفتن آب محصولات غذایی در ماندگاری آن‌ها مؤثر می‌باشد که می‌تواند به صورت گسترده در خشک کن‌های خورشیدی انجام پذیرد.

### و- اجاق های خورشیدی

در کشورهای در حال توسعه که از امکانات و مخصوصاً از انرژی الکتریکی کافی برخوردار نیستند، از اجاق های خورشیدی برای پخت و پز استفاده می شود. این خشک کن ها بر سه نوع می باشند: شلجمی، لوله های حرارتی و جعبه ای. اجاق خورشیدی شلجمی به صورت یک بشقاب سهمی است که غذا، برای پخته شدن در کانون آن قرار می گیرد و با تنظیم کانون بشقاب بر روی غذا، انرژی گرمایی کافی به غذا داده می شود. در این گونه اجاق ها، امکان دستیابی به دماهای بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد نیز وجود دارد پس گزینه ی مناسبی برای پختن سبزیجات، گوشت و ... می باشد.

### ز- خانه های خورشیدی

دیوار در این خانه ها از صفحات پلاستیکی که از بازیافت بطریهای آب به دست آمده اند، ساخته شده و دارای حفره هایی است که از آب انباشته شده اند. این سیستم به طور کلی می تواند ۲۱۵ گالن آب را در خود جا دهد. این دیوارها نسبت به دیوارهای بتنی سه برابر کارآمدتر و سبکتر بوده و حمل و نقل آنها آسانتر خواهد بود زیرا می توان آب مورد نیاز را پس از حمل دیوارها به آن افزود.

### اقتصاد و هزینه

با توجه به بالاتر بودن میزان تابش خورشیدی از میانگین جهانی در ایران، به نظر می‌رسد در حال حاضر میزان استفاده از این انرژی در حد و اندازه پتانسیل موجود در کشور نیست. انتظار است با هدفمند شدن یارانه‌ها، تقاضا برای استفاده از این انرژی در مصارف خانگی به تدریج افزایش یابد. در واقع مزیت‌هایی همچون عدم قطع و نوسانات برق، عمر طولانی و سهولت در نصب، بهره‌برداری و جابه‌جایی تجهیزات خورشیدی، استفاده از برق خورشیدی را مقرون به صرفه می‌نماید. هرچند، هنوز برق خورشیدی در ایران عمومیت نیافته و بیشتر در مناطق دورافتاده که شبکه برق نیست و یا برای برخی مصارف خاص از این نوع برق استفاده می‌شود. یکی از منابع تأمین سلول‌های خورشیدی استفاده از عنصر سیلیس است که عنصری غیرفلزی است و در طبیعت به صورت خالص یافت نمی‌شود و باید آن را از منابع مختلف مانند ماسه، سنگ و ... استخراج کرد. خوشبختانه سیلیسی که در ایران یافت می‌شود از درجه خلوص بالایی برخوردار است، از این رو فرآیند خالص‌سازی سیلیس در ایران نسبت به سایر کشورها ارزان‌تر خواهد بود.

با توجه به زیرساخت‌هایی که فراهم شده و اولویت‌های کشور در بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک مانند انرژی خورشیدی، امید است سهم بازار این

نوع انرژی در سبد انرژی جهان افزایش یابد، لذا بایستی تولید زیرمجموعه های انرژی خورشیدی در کشور گسترش یابد.

هر چند هزینه های نصب و راه اندازی استفاده از انرژی خورشیدی بسیار بالاست، با در نظر گرفتن فواید حاصل از بکارگیری سیستمهای خورشیدی مانند کاهش آلودگی محیط زیست در سیاست گذاری ها، استفاده از سیستمهای خورشیدی در بسیاری از مناطق کشور را می توان در عرض چند سال به قیمت روز رساند. روشهای ارزیابی اقتصادی استقرار انرژیهای تجدیدپذیر و مدت زمان بازگشت سرمایه در راهنمای ارزیابی اقتصادی انرژیهای نو موجود می باشد.

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به بهای پایین انرژی در ایران بواسطه یارانه های تخصیصی، صرفه جویی در مصرف و بهینه سازی مصرف انرژی برای حفظ این سرمایه ملی برای نسل آینده نیازمند همکاری هرچه بیشتر دولت و مردم و ورود گسترده بخش خصوصی در این قسمت می باشد. همچنین با لحاظ سیاست دولت مبنی بر افزایش سالانه قیمت برق و حذف یارانه ها به نظر می رسد که در سالهای آتی، سیستمهای فتوولتائیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته و ضمن حفظ سرمایه های ملی، منافع اقتصادی و زیست محیطی فراوانی نصیب کشور خواهد شد.

### آدرس دسترسی اینترنتی

سایت وزارت صنعت، معدن و تجارت / قسمت خدمات / قوانین مقررات و بخش نامه‌ها

WWW.mimt.gov.ir/Web\_Directory/۴۷۸-مقررات-قوانین-نامه.html

### نحوه استناد به راهنما:

در صورت ارجاع به این راهنما، از عبارت زیر در بخش منابع و مراجع استفاده نمائید:

دفتر امور بهداشت، ایمنی، محیط زیست و انرژی، وزارت صنعت، معدن و تجارت، راهنمای استفاده از انرژی خورشیدی برای مصارف گرمایشی و فوتوولتاییک، ویرایش اول، ۱۳۹۶،

WWW.mimt.gov.ir/Web\_Directory/۴۷۸-مقررات-قوانین-نامه.html

### منابع و مراجع

[۱] مهدی بریمانی و عبدالرزاق کعبی نژادیان، انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار در ایران، دو فصل نامه انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، شماره اول، ۱۳۹۳، صفحه ۲۱-۲۶.

[۲] سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، راهنمای طراحی سیستم‌های فوتوولتاییک، به منظور تامین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، ضابطه شماره ۶۶۷، ۱۳۹۳

[۳] www.satba.gov.ir/br/sun/potential- پتانسیل تابش و نقشه تابش خورشید در ایران

[۴] ترازنامه انرژی ۱۳۹۳، معاونت امور برق و انرژی دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی وزات نیرو

[۵] Soteris A. Kalogirou, Solar Energy Engineering Processes and Systems Hand Book, Elsevier, ۲۰۰۹.

[۶] نشریه پیام سانا، سازمان انرژی‌های نو ایران، آشنایی با سیستم‌های برق خورشیدی، سال سوم، شماره دهم، اردیبهشت ماه ۱۳۸۸