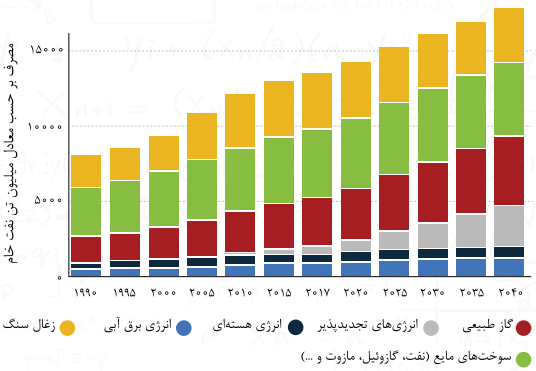
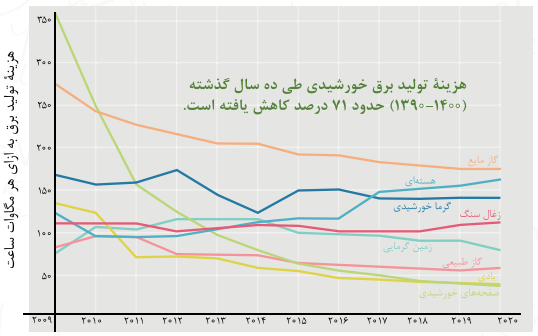
روح‌الله خلیلی‌بروجنی

انرژی خورشیدی در دنیای امروز

فراتر از نیم‌قرن از ساخت نخستین سلول‌های خورشیدی برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی می‌گذرد، ولی تنها طی یک دهۀ گذشته روند استفاده از صفحه‌های خورشیدی از یک‌سو و کاهش قیمت این صفحه‌ها از سوی دیگر رشد بسیار چشمگیری داشته است. نمودار ۱ نشان می‌دهد که در دو دهۀ آینده روند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بیش از سه برابر خواهد شد. در میان انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی نقش و اهمیت بسیار بالاتری دارد. همچنین نمودار ۲ نشان می‌دهد که هزینۀ تولید انرژی خورشیدی نسبت به دیگر منابع انرژی روند کاهشی بسیار زیادی داشته و طی ۱۰ سال گذشته بیش از ۷۰ درصد از هزینه‌های آن کاسته شده است. در این مقاله کوشیده‌ایم با بیانی ساده و تصویری، شما را با اهمیت و ویژگی‌های انرژی خورشیدی آشنا سازیم.



نمودار ۱. پیش‌بینی روند رشد و استفاده از منابع گوناگون انرژی در دو دهۀ آینده



نمودار ۲. مقایسۀ هزینۀ تولید برق توسط منابع متفاوت انرژی طی ۱۰ سال گذشته

وقتی صفحه‌ای فرضی به ابعاد یک متر در یک متر (یعنی مساحت یک مترمربع) را بیرون جو زمین و عمود بر امتداد تابش پرتوهای نور خورشید قرار دهیم، به این صفحۀ فرضی در هر ثانیه حدود ۱۳۶۰ ژول انرژی می‌رسد (شکل ۱). از آنجا که نسبت انرژی بر واحد زمان را «توان» می‌نامیم، می‌توان گفت توان دریافتی توسط این صفحۀ فرضی از طرف خورشید حدود ۱۳۶۰ وات است. وقتی تابش خورشید به سطح زمین می‌رسد، مقدار قابل‌توجهی از انرژی آن، به علت جذب در جو زمین و ابرها، از دست می‌رود؛ به‌طوری که میانگین انرژی تابشی خورشید در سطح زمین به ازای هر مترمربع، در هر ثانیه حدود ۳۰۰ ژول است.

خوب است بدانید: انرژی تابشی خورشید به ازای هر مترمربع، در بیشتر مناطق ایران دو تا سه برابر میانگین جهانی است.

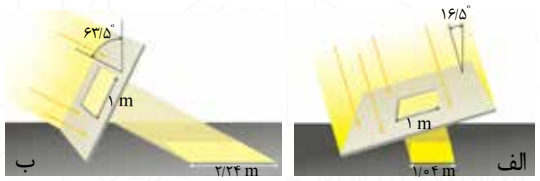
شکل ۱. صفحه‌ای فرضی به مساحت $1\ m^2$ بیرون جو زمین و عمود بر پرتوهای نور خورشید (شکل به مقیاس رسم نشده است.)

در جدول ۱ میانگین زاویۀ تابش پرتوهای نور خورشید به سطح زمین در تابستان و زمستان برای چند شهر متفاوت کشور آمده است. همان‌طور که دیده می‌شود، میانگین زاویۀ تابش خورشید در فصل تابستان بین صفر تا حدود ۲۰ درجه متغیر است و در زمستان هم حداکثر به حدود ۶۰ درجه می‌رسد. به عبارت دیگر، میانگین سالانۀ زاویۀ تابش خورشید در بیشتر مناطق ایران بین ۲۰ تا ۳۰ درجه است و این موضوع بیشتر مناطق سرزمین ایران را در وضعیتی ممتاز برای بهره‌مندی از مواهب انرژی خورشیدی قرار داده است. به همین دلیل سرمایه‌گذاری برای بهره‌مندی از انرژی خورشیدی در ایران یک گزینۀ بسیار مطلوب است.

شهر	میانگین سالانه	میانگین تابستانی	میانگین زمستانی
شهرکرد	۳۱-۲۸	۱۸-۸	۵۲-۴۹
یاسوج	۲۹-۲۷	۱۷-۵	۵۱-۴۸
کرمان	۳۲-۲۹	۱۷-۵	۵۲-۴۹
همدان	۳۵-۳۱	۲۱-۱۰	۵۵-۵۲
شیراز	۳۰-۲۷	۱۶-۴	۵۱-۴۸
تهران	۳۶-۳۲	۲۲-۱۱	۵۶-۵۳
ارومیه	۳۶-۳۲	۲۳-۱۱	۵۸-۵۵
زاهدان	۳۲-۲۸	۱۶-۴	۵۲-۴۹
یزد	۳۳-۳۰	۱۸-۷	۵۴-۵۰
اهواز	۳۰-۲۷	۱۸-۶	۵۱-۴۸
بندرعباس	۲۷-۲۴	۱۵-۰	۴۷-۴۴
بوشهر	۲۸-۲۵	۱۵-۳	۴۹-۴۶
رشت	۳۷-۳۳	۲۲-۱۰	۵۶-۵۳

جدول ۱. میانگین زاویۀ تابش پرتوهای نور خورشید به سطح زمین در تابستان و زمستان در چند شهر ایران

در شـــکل ۲ صفحه‌ای فرضی و عمود بر پرتوهای نور خورشید دیده می‌شـــود که روی آن پنجره‌ای مربعی شکل به ابعـــاد ۱m×۱m (یعنی مساحت ۱ m^2) ایجاد شده است. زاویهٔ تابش خورشید در منطقهٔ شکل ۲. الف ۱۶/۵ درجه و در منطقهٔ شکل ۲. ب ۶۳/۵ درجه در نظر گرفته شده است. همان‌طور که دیده می‌شـــود، در حالت الف انرژی خورشیدی روی سطحی مربعی شکل به ابعاد ۱/۰۴m×۱/۰۴m (یعنی مساحت ۱/۰۸m^2) و در حالت ب انرژی خورشیدی روی سطحی مربعی شکل به ابعاد ۲/۲۴m×۲/۲۴m (یعنی مساحت ۵/۰۱m^2) توزیع شده است. شـــما به عنوان تمرین می‌توانید برای شکل ۲ محاسبه‌هایی را انجام دهید و مثلاً برای هر یک از شـــهرهای داده شـــده در جدول ۱ و با توجه به زاویهٔ میانگین تابش نور خورشید، بررسی کنید که در تابستان و زمستان، انرژی خورشیدی در آن منطقه روی چه سطحی توزیع می‌شود.



شکل ۲. چگونگی توزیع تابش خورشید روی سطح زمین با توجه به مقدار زاویهٔ تابش در دو حالت متفاوت

ادامهٔ بحـــث را با یک مثال دنبال می‌کنیم. فرض کنید مطابق شکل ۳. الف، یک صفحهٔ خورشیدی به مساحت یک مترمربع در اختیار داریم که بازدهی آن برابر ۲۰ درصد است. یعنی تنها ۲۰ درصد از انرژی دریافت شـــده از نور خورشـــید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. اگر قرار باشد از این صفحهٔ خورشیدی در مناطق متفاوت ایران استفاده شود، دست‌کم در هر ثانیه ۵۰۰ ژول انرژی از خورشید دریافت می‌کند و با توجه به بازدهی ۲۰ درصدی آن مطابق آنچه در شکل ۳. ب محاسبه شده است، در هـــر ثانیه ۱۰۰ ژول انرژی الکتریکی تولید می‌کند (یعنی توان الکتریکی تولیدی آن ۱۰۰ وات است).

شکل ۳. صفحهٔ خورشیدی

اکنون این پرســـش مطرح می‌شـــود که: بـــا ۱۰۰ وات توان الکتریکی چه می‌توان کرد؟ برای پاســـخ به این پرسش شکل ۴ را ببینید. همان‌طور که دیده می‌شـــود، یک لامپ رشته‌ای قدیمی که امروز دیگر از آن به ندرت اســـتفاده می‌شود، برای روشن‌شدن به تمامی ۱۰۰ وات توان الکتریکی نیاز دارد. این لامپ تقریباً ۹۵ درصد انرژی الکتریکی دریافت شده را به گرما و تنها حدود ۵ درصد آن را به نور تبدیل می‌کند. در حالی که با ۱۰۰ وات توان الکتریکی می‌توان حدود شش لامپ کم‌مصرف و ۱۰ لامپ «ال‌ای‌دی» را روشن کرد.

خوب اســـت بدانید: لامپ‌های کم‌مصرف حـــدود ۷۰ درصد و لامپ‌هـــای ال‌ای‌دی حدود ۹۵ درصد انرژی الکتریکی را به نور تبدیل می‌کنند و تولید گرمای آن‌ها در مقایســـه با لامپ‌های رشته‌ای قدیمی بسیار کمتر است.

شکل ۴. مقایسهٔ توان الکتریکی مصرفی در سه لامپ روشنایی مختلف

همان‌طور که دیده می‌شـــود، وســـایل برقی مورد نیاز ما در خانه‌ها، به سبب تحولات زیادی که در حوزهٔ علم و فناوری رخ داده است، با توان الکتریکی بسیار کمتری نسبت به گذشته کار می‌کنند. به عبارت دیگر طی یک دههٔ گذشته، از یک‌سو شاهد پایین آمدن هزینه‌های تولید برق خورشیدی بوده‌ایم و از ســـوی دیگر شاهد کاهش جدی در توان مصرفی وسایل برقی هســـتیم. همین موضوع سبب شـــده است کشورهای زیادی به سمت استفاده از انرژی خورشیدی در خانه (شکل ۵. الف) یا مزرعه‌های خورشیدی (شکل ۵. ب) بروند.

صفحه‌های خورشیدی در خانه‌ها

شکل ۵. الف. استفاده از صفحه‌های خورشیدی در محل مصرف (در صورتی که بیش از نیاز تولید شـــود، به شبکهٔ سراسری برق می‌دهند و در صورتی که کمتر از نیاز باشد، از شبکهٔ سراسری برق می‌گیرند.)

شـــکل ۵. ب. امروز کشـــورهای زیـــادی در حال تولید بـــرق از طریق انرژی خورشـــیدی هســـتند. در ایران نیز در این زمینه فعالیت‌های محدودی شده است که امید می‌رود در سال‌های آتی، توجه به انرژی خورشیدی برای تولید برق رشد چشم‌گیری پیدا کند.

برای دیدن فیلم آموزشی، رمزینه را اسکن کنید.