

ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی

Solar Energy Storage

راهکاری که به‌وسیله آن، می‌توان از انرژی خورشیدی، در طول شبانه‌روز و به‌مدت طولانی استفاده کرد.

از مهم‌ترین مسائل چالش‌برانگیز در بهره‌گیری منابع انرژی تجدیدپذیر همچون انرژی خورشیدی، عدم تطابق زمانی و مکانی بین منبع انرژی و کاربر است [۱]. استفاده از انواع روش‌های ذخیره‌سازی انرژی، راهکاری مناسب برای این منظور به‌حساب می‌آید. با وجود اینکه تقریباً در سرتاسر کره زمین می‌توان به این منبع انرژی به‌آسانی دسترسی پیدا کرد، اما این دسترسی کاملاً زمانمند است. در این حالت، ذخیره‌سازی انرژی برای بهره‌وری مستقل از زمان از انرژی خورشیدی ضرورت می‌یابد؛ به‌عبارت دیگر در همه سامانه‌هایی که از انرژی خورشیدی بهره می‌گیرند، استفاده از یک روش ذخیره‌سازی برای داشتن سیستم پایدار انرژی الزامی است [۱]. به‌طور کلی روش‌هایی را که در آن از انرژی خورشیدی بهره گرفته می‌شود، به چهار دسته کلی زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد [۲]:

۱) روش‌های فتو بیولوژیک

قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین روش استفاده از انرژی خورشید، فتو بیولوژیکی هستند که با عنوان فتوسنتز در گیاهان مشهورند. گیاهان طی فرآیندی طبیعی، تشعشع خورشید را جذب و با کمک آن، گاز کربن دی‌اکسید و آب را به مواد قندی تبدیل می‌کنند؛ نتیجه این فرآیند، ذخیره‌سازی بیولوژیکی انرژی خورشیدی در گیاه است. این ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی، در نهایت می‌تواند منجر به تشکیل مواد انرژی سوخت‌های فسیلی نیز شود [۲].

۲) روش‌های فتوشیمیایی

که شامل فرآیندهای تغییرات شیمیایی در اثر نور خورشید، الکترولیزهای نوری، سلول‌های فتوولتائیک الکتروشیمی و تأسیسات تهیه هیدروژن هستند. ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی، در این دسته از سامانه‌های خورشیدی، می‌تواند به‌صورت انرژی شیمیایی ذخیره شده در ماده شیمیایی، باتری‌های شیمیایی و یا به‌صورت هیدروژن ذخیره شود [۲].

۳) روش‌های فتوولتائیک

در این دسته، انرژی خورشیدی مستقیم و بدون بهره‌گیری از واسطه‌های مکانیکی و گرمایی، به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. استفاده از انواع باتری‌ها و خازن‌های الکتریکی از مهم‌ترین روش‌های ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوولتائیک است [۳].

۴) روش‌های گرمایشی و سرمایشی

متنوع‌ترین دسته از سیستم‌های خورشیدی است که شامل انواع روش‌های تهیه آب گرم و هوای گرم، یخچال و کولرهای خورشیدی، تهیه آب شیرین، روش‌های انتقال و پمپاژ، گلخانه‌ها، خشک‌کن‌ها و اجاق‌های خورشیدی و نیروگاه‌های گرمایی خورشیدی است [۴]. در کل روش ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی می‌تواند به سه گونه اصلی: ذخیره‌سازی مکانیکی، ذخیره‌سازی الکتروشیمیایی و ذخیره‌سازی گرمایی دسته‌بندی شود [۴].

ذخیره‌سازی مکانیکی

از انواع روش‌های انرژی مکانیکی می‌توان به ذخیره‌سازی قدرت آب پمپاژ شده (Pump Hydro Power Storage)، ذخیره‌سازی انرژی هوای متراکم (PHPS Compressed)، ذخیره‌سازی انرژی هوای متراکم (Air Energy Storage, CAES) و چرخ‌های طیار اشاره کرد. روش PHPS که براساس ذخیره‌سازی انرژی پتانسیل است، از جمله اقتصادی‌ترین روش‌های ذخیره‌سازی انرژی در تأسیسات الکتریکی است. چگالی انرژی در این روش در حدود 1Wh/kg است. ذخیره‌سازی انرژی هوای فشرده (CAES) از دیگر انواع ذخیره‌سازی انرژی پتانسیل است. در CAES انرژی الکتریکی تولیدی مازاد بر تقاضا، برای متراکم کردن هوا استفاده می‌شود که در یک منبع، برای استفاده بعدی در یک توربین گاز برای تولید الکتریسیته ذخیره می‌شود. چگالی انرژی در CAES در صورت فشرده‌سازی هوا تا فشار ۱۰۰ بار در حدود 4Wh/kg است. چرخ‌های طیار، انرژی الکتریکی را به انرژی جنبشی ذخیره شده در یک چرخ طیار در حال چرخش در سرعت‌های بالا تبدیل می‌کند. از این روش ذخیره‌سازی، می‌توان در خودروهای خورشیدی، به‌خوبی بهره جست. چگالی انرژی در این روش ذخیره‌سازی در حدود 20Wh/kg تا 30Wh/kg است [۳].

ذخیره‌سازی الکتروشیمیایی

در این گونه از ذخیره‌سازی، انرژی خورشیدی طی فرآیندی شیمیایی در یک ماده ذخیره می‌شود. متداول‌ترین شکل ذخیره‌سازی شیمیایی انرژی خورشیدی، باتری‌ها هستند. باتری‌ها برای میزان شارژ و دشارژ مشخصی طراحی می‌شوند. برخی از آنها، از سلول‌های مرطوب ساخته می‌شوند که مهر و موم شده و یا سلول‌های ژله‌ای هستند که هر یک ویژگی‌های مختص خودشان را دارند [۴].

از مهم‌ترین خصوصیات باتری‌های مورد استفاده در ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی، طول عمر بالای باتری است. به‌طور کلی طول عمر هر باتری، برحسب تعداد سیکل شارژ و دشارژ و میزان سطح دشارژ باتری بیان می‌شود. در روش‌های خورشیدی، باتری‌ها در طول روز شارژ و در طول شب یا مواقع ابری به‌وسیله مصرف‌کننده دشارژ می‌شوند. لذا هر شبانه‌روز یک سیکل شارژ و دشارژ برای باتری محسوب می‌شود [۱].

از بین انواع باتری‌های شارژ‌شدنی، باتری‌های سرب اسید خشک به‌علت صرفه اقتصادی، بیشتر استفاده می‌شوند. تنها در معدود مواردی، از باتری‌های نیکل کادمیوم یا انواع دیگر آن برای ذخیره انرژی استفاده می‌شود که کاربردهای خاص دارند [۵]. در مقام مقایسه بین باتری‌های اسید سرب و نیکل کادمیوم می‌توان به چگالی انرژی بالاتر باتری اسید سرب نسبت به باتری نیکل کادمیوم (55 kWh/m^3) و عمر کوتاه‌تر باتری اسید سرب (۳۰۰ چرخه) نسبت به باتری نیکل کادمیوم (۲۰۰۰ چرخه) اشاره کرد. از بین باتری‌های سرب اسید خشک، دو نوع باتری برای سیستم‌های خورشیدی مناسب‌ترند: دسته اول باتری سرب اسید خشک مواد و انرژی از نوع (Absorbent Glass Mat, AGM) و دسته دوم، باتری سرب اسید خشک از نوع GEL. باتری سرب اسید خشک نسبت به AGM تحمل دمایی بالاتری دارند و در نتیجه در شرایط محیطی گرم‌تر نسبت به باتری AGM طول عمر بالاتری دارند. باتری‌هایی که در سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی استفاده می‌شوند، توانی در حدود چگالی انرژی در حدود 200 W/kg و عمر مفیدی در حدود ۴ تا ۶

سال دارند. در حال حاضر، چندین نوع جدید باتری‌های ذخیره از قبیل سدیم-گوگرد و روی-برومین قابل کار در دماهای بالا در دست توسعه است [۴].

علاوه بر ذخیره‌سازی در باتری‌ها، از انواع خازن‌ها با ظرفیت‌های بالا نیز می‌توان برای ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی، در مقیاس‌های کوچک بهره گرفت.

ذخیره‌سازی حرارتی

متداول‌ترین روش ذخیره‌سازی انرژی در نیروگاه‌های خورشیدی، انواع روش‌های ذخیره‌سازی حرارتی است.

ذخیره‌سازی حرارتی در سامانه‌های خورشیدی، به سه دسته اصلی ذخیره‌سازی حرارتی گرمای محسوس، ذخیره‌سازی حرارتی گرمای نهان و ذخیره‌سازی گرمایی ترموشیمیایی است [۱]. در خصوص استفاده از روش ذخیره‌سازی حرارتی گرمای محسوس برای سامانه‌های انرژی خورشیدی با دریافت‌کننده مرکزی و همچنین نیروگاه‌های خورشیدی می‌توان به سه دسته عمده ذخیره‌سازی حرارتی تک‌مخزنی، دو‌مخزنی و ذخیره‌سازی با بستر انباشته اشاره کرد. چگالی انرژی، در این نوع از ذخیره‌سازی حرارتی در حدود 540 MJ/m^3 برای ذخیره با بستر انباشته با ۲۰ درصد کسر حفره خالی و در صورت استفاده از نمک مذاب چگالی ذخیره انرژی در حدود 790 MJ/m^3 خواهد بود؛ برای مثال در نیروگاه‌های برج خورشیدی، به‌منظور تعدیل بار گرمایی بین روز شب و همچنین در آب و هوای نامساعد و ابری از نمک مذاب (نیترات) به‌صورت ماده ذخیره‌ساز انرژی استفاده می‌شود. از در نیروگاه‌های خورشیدی استفاده کرد. مواد اوتکتیک از متداول‌ترین انواع مواد تغییر فاز دهنده مورد استفاده در چنین کاربردهایی هستند؛

برای مثال با استفاده از ترکیب (FeF₂ 30% + NaF 70%) با چگالی ذخیره انرژی در حدود 1500 MJ/m^3 می‌توان در دمای ذوب ۶۸۰ درجه سلسیوس از آن بهره جست. هرچند به‌طور معمول، در کاربرد نیروگاهی به‌علت وجود منابع

ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی

در دماهای بالا، روش کوتاه‌مدت ذخیره‌سازی انرژی گرمایی مقرون‌به‌صرفه است [۱]. دسته دیگر از روش‌های ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی که برای تعادل و تأمین انرژی مورد نیاز در طول سال استفاده می‌شوند، ذخیره‌سازی انرژی گرمایی فصلی هستند [۲]. از مهم‌ترین انواع این روش‌ها می‌توان به روش‌های ذخیره‌سازی زیرزمینی اشاره کرد. در این روش‌ها انرژی گرمایی تأمین شده از طریق انرژی خورشیدی به کمک سفره‌های آب‌های زیرزمینی و یا چاه‌های گرمایی در فصول گرم، ذخیره و از آن در فصول سرد استفاده می‌شود.

مداخل مرتبط

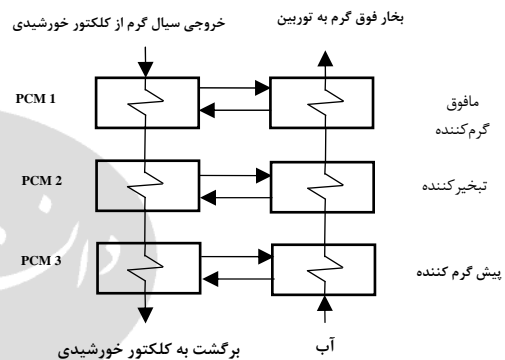
اجاق خورشیدی؛ انرژی فتولتائیک؛ باتری خورشیدی؛ ذخیره‌سازی انرژی؛ کلکتور خورشیدی؛ گلخانه خورشیدی.

کتاب‌شناسی

- [1] Kalogirou, Soteris A. *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. Academic Press, 2013.
- [2] Twidell, J.; Weir, T. *Renewable Energy Resourced*. E and FN SPON, 1998.
- [3] Bube, Richard. *Fundamentals of Solar Cells: Photovoltaic Solar Energy Conversion*. Elsevier, 2012.
- [4] Khartchenko, Nikolai V.; Khartchenko, Vadym M. *Advanced Energy Systems*. CRC Press, 2013.
- [5] Robert, Everett.; Boyle, Godfrey.; Peake, Stephen.; Ramage, Janet. *Energy Systems and Sustainability: Power for a Sustainable Future*. Oxford Univerity Press, 2012.

امیر ودیعی

گرمایی با دماهای متفاوت از چند مواد تغییر فاز دهنده با دماهای ذوب متناسب با منابع گرمایی استفاده می‌شود [۴]. در شکل زیر نمایی از نوعی سیستم ذخیره‌سازی انرژی، با سه نوع مواد تغییر فاز دهنده به‌منظور استفاده در نیروگاه خورشیدی مشاهده می‌شود.



شکل ۱. نوعی ذخیره‌سازی انرژی حرارتی گرمای نهان در یک نیروگاه خورشیدی [۴].

در کنار تولید برق، استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین انرژی مورد نیاز سیستم‌های گرمایی و سرمایشی از اصلی‌ترین کاربردهای انرژی خورشیدی به حساب می‌آید [۴]. براساس نوع کاربرد سامانه گرمایی سرمایشی مورد نظر، روش ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی، می‌تواند به صورت کوتاه‌مدت (ساعتی و یا روزانه) و یا طولانی‌مدت (فصلی) طراحی شود. از انواع سامانه‌های کوتاه‌مدت ذخیره‌سازی گرمایی خورشیدی می‌توان انواع آب‌گرم‌کن‌ها در ابعاد مختلف را نام برد. در کنار آب‌گرم‌کن‌ها که از انواع روش‌های ذخیره‌سازی انرژی حرارتی گرمای نهان و انرژی به‌شمار می‌آید، می‌توان از مواد تغییر فاز دهنده به‌مثابه ذخیره‌سازی انرژی حرارتی گرمای نهان نیز بهره گرفت. از متداول‌ترین کاربردهای کوتاه‌مدت ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی، می‌توان به استفاده از آن در مصارف گرمایشی و سرمایشی خانگی و یا ساختمان‌های اداری در مقیاس‌های کوچک اشاره کرد. هرچند در برخی از کاربردهای صنعتی، از جمله نیروگاه‌های خورشیدی، به‌علت اتلاف گرمایی زیاد