

اکوتک

سلسله گزارش های

اتاق بازرگانی یزد شماره یک

موضوع این شماره: ذخیره سازی انرژی



اکوتک، مجموعه‌ای است که به بررسی و معرفی نوآوری‌ها، اختراعات، فناوری‌ها و راهکارهای نو می‌پردازد؛ راهکارها و ایده‌هایی که می‌توانند به بهبود عملکرد اقتصادی، ارتقای کیفیت زندگی، تحولات صنعتی و رشد استان کمک کنند و می‌توانند ایده‌ای برای شروع پروژه‌ای قابل اجرا باشند.



مسئله چیست؟

رشد استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از راه‌حل‌های کلیدی برای مقابله با نگرانی‌های زیست‌محیطی و کاهش انتشار کربن در جهان است. با این حال، به علت ماهیت متناوب و پیش‌بینی‌ناپذیر بسیاری از منابع تجدیدپذیر «به‌ویژه انرژی خورشیدی و بادی» بهره‌برداری مداوم و اقتصادی از آن‌ها با چالش مواجه است. این چالش اصلی انرژی پاک، با عنوان «عدم تطابق زمانی میان تولید و مصرف انرژی» شناخته می‌شود. در چنین شرایطی، سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی نقشی حیاتی در حفظ تعادل بین تولید و مصرف ایفا می‌کنند. این سامانه‌ها نه تنها قابلیت اطمینان شبکه را افزایش می‌دهند، بلکه امکان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساعت‌های غیرتولیدی را فراهم می‌سازند. امروزه ذخیره سازی انرژی در قالب‌های حرارتی، شیمیایی، الکتروشیمیایی، مکانیکی، الکتریکی و هیبریدی معرفی و در مقیاس‌های مختلف شهری، صنعتی و منطقه‌ای اجرا شده‌اند. ایده بنیادین در فناوری‌های ذخیره‌سازی، تبدیل انرژی از شکلی به شکل دیگر با بالاترین بازده، کمترین هزینه و حداقل انتشار آلاینده‌هاست.



از میان فناوری‌های نوظهور در این حوزه، باتری‌های شنی ارائه‌شده توسط شرکت Polar Night Energy در فنلاند، به‌عنوان یکی از راهکارهای تحقق‌یافته برای ذخیره حرارت فصلی با استفاده از شن شناخته می‌شوند. این سامانه نمونه‌ای است از گذار جهانی به سمت رویکردهایی که در آن برق مازاد تجدیدپذیر به حرارت قابل‌استفاده و قابل‌ذخیره تبدیل می‌شود و بدین ترتیب یک حلقه کامل تولید، ذخیره و مصرف انرژی پاک را شکل می‌دهد. چالش اصلی در این مسئله، انطباق چنین فناوری‌هایی با هزینه پایین، ظرفیت بالا و عمر طولانی است که بتوانند نیاز گسترده صنایع و شهرهای صنعتی چون یزد را فراهم نمایند.



معرفی پروژه:

پروژه شرکت Polar Night Energy در فنلاند، یکی از نخستین زیرساخت‌های ذخیره‌سازی حرارت فصلی با استفاده از شن است. این سامانه، برق مازاد تجدیدپذیر را به گرما تبدیل می‌کند و تا دمای حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در مخزن‌های عایق بزرگ نگهداری می‌کند. در فصل سرد، حرارت تدریجاً برای گرمایش منطقه‌ای آزاد می‌شود.



SAND BATTERY

تعریف باتری شنی:

«باتری شنی» یک سامانه ذخیره‌سازی حرارتی در مقیاس بزرگ و با دمای بالا است که از شن یا مواد مشابه به عنوان بستر ذخیره‌سازی انرژی استفاده می‌کند. این فناوری به واحدهای صنعتی و سازمان‌ها کمک می‌کند تا ضمن دستیابی به اهداف کربن‌زدایی و پایداری اقلیمی، هزینه‌های انرژی خود را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش دهند.





کارکردهای باتری شنی:

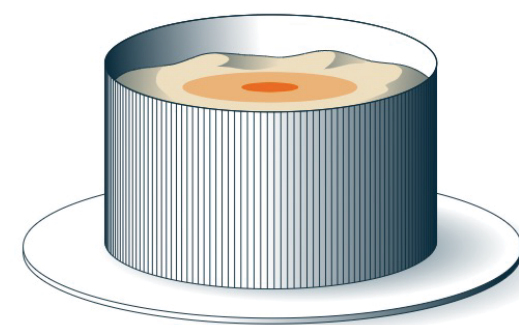
۱) آب: تأمین آب گرم برای شبکه‌های گرمایش شهری و سایر سامانه‌های گرمایش صنعتی؛ کاهش چشمگیر هزینه‌های انرژی و انتشار کربن.
۲) هوا: تولید هوای داغ برای گرمایش فضا، فرآیندهای خشک‌سازی، کلسیناسیون و دیگر کاربردهای صنعتی؛ بهبود بهره‌وری انرژی و پایداری زیست‌محیطی.
۳) بخار: تولید بخار گرم برای فرآیندهای صنعتی همچون تولید، تبدیل حرارتی و تولید برق؛ ارائه جایگزینی پاک و پایدار به جای سامانه‌های مبتنی بر سوخت‌های فسیلی.
۴) برق: در آینده، محصول Power-to-Heat-to-Power (P2H2P) انرژی ذخیره‌شده را مجدداً به برق تبدیل خواهد کرد. این فناوری پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۶ آماده بهره‌برداری باشد.

نحوه کارکرد:

جهان امروز به‌طور فزاینده‌ای به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای مقابله با تغییرات اقلیمی و کاهش آلودگی حرکت می‌کند. با این حال، منابع ناپایدار مانند خورشید و باد تنها در زمان تابش خورشید یا وزش باد تولید انرژی دارند؛ امری که موجب عدم تطابق میان تولید و مصرف انرژی می‌شود. با افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، ذخیره‌سازی انرژی به عاملی حیاتی برای پایداری شبکه برق و امکان استفاده از انرژی در زمان‌های موردنیاز تبدیل شده است. در این میان، **باتری شنی به‌صورت کارآمد، مقادیر زیادی از انرژی ناپایدار را برای مدت طولانی ذخیره کرده و در زمان نیاز آن را به حرارت با ارزش بالا تبدیل می‌کند؛** حرارتی که می‌تواند به‌طور مستقیم در فرآیندهای صنعتی یا سیستم‌های گرمایش شهری مورد استفاده قرار گیرد.

باتری شنی: سامانه ذخیره‌سازی حرارتی مقیاس بزرگ

باتری شنی شرکت Polar Night Energy یک سامانه ذخیره‌سازی حرارتی در مقیاس بزرگ و با دمای بالا است که از شن با منشأ پایدار، مواد مشابه شن یا محصولات جانبی صنعتی به‌عنوان بستر ذخیره سازی استفاده می‌کند. این سامانه انرژی را در قالب حرارت درون شن ذخیره کرده و همانند یک مخزن با توان و ظرفیت بالا برای انرژی تجدیدپذیر مازاد عمل می‌کند.



باتری شنی سه عملکرد اصلی دارد:

- ۱ ذخیره‌سازی انرژی مازاد تولیدشده از منابع تجدیدپذیر؛
- ۲ مشارکت در بازارهای ذخیره و تنظیم فرکانس شبکه برق برای حفظ پایداری شبکه؛
- ۳ تولید حرارت و برق بدون احتراق، به‌عنوان جایگزینی ایمن و بدون انتشار آلاینده برای سامانه‌های مبتنی بر سوخت فسیلی.

ذخیره‌سازی انرژی تجدیدپذیر

این سامانه با بهره‌گیری از برق شبکه یا منابع تجدیدپذیر محلی مانند پنل‌های خورشیدی و مزارع بادی، در زمانی که برق پاک و کم هزینه در دسترس است، شارژ می‌شود. انرژی به‌صورت حرارت از طریق یک سامانه انتقال حرارت حلقه بسته به درون باتری شنی منتقل می‌شود. هنگامی که نیاز به حرارت وجود دارد، انرژی ذخیره‌شده از طریق مبدل حرارتی آزاد می‌گردد.

خروجی‌های حرارتی

باتری شنی قادر است حرارت را به‌صورت‌های مختلف ارائه نماید:

دمای خروجی می‌تواند تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد (°C) افزایش یابد.

هوای داغ (Hot Air)



بخار فرآیندی (Process Steam)



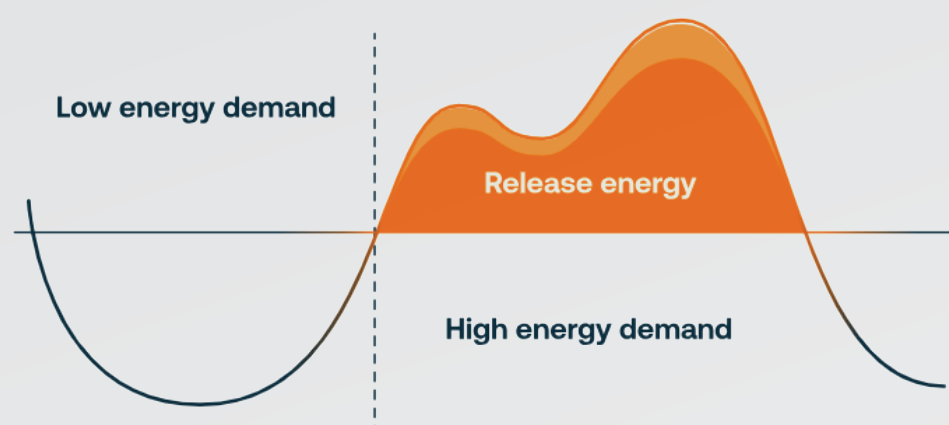
آب گرم (Hot Water)





نقش در کربن زدایی صنعتی

حدود ۳۶٪ از کل حرارت فرآیندهای صنعتی در محدوده دمایی عملکرد باتری شنی شرکت قرار دارد. این بخش از فرآیندهای صنعتی که تاکنون عمدتاً وابسته به سوخت‌های فسیلی مانند نفت و گاز بوده‌اند، اکنون می‌توانند از طریق این فناوری غیراحتراقی، به‌صورت پایدار و پاک کربن زدایی شوند.



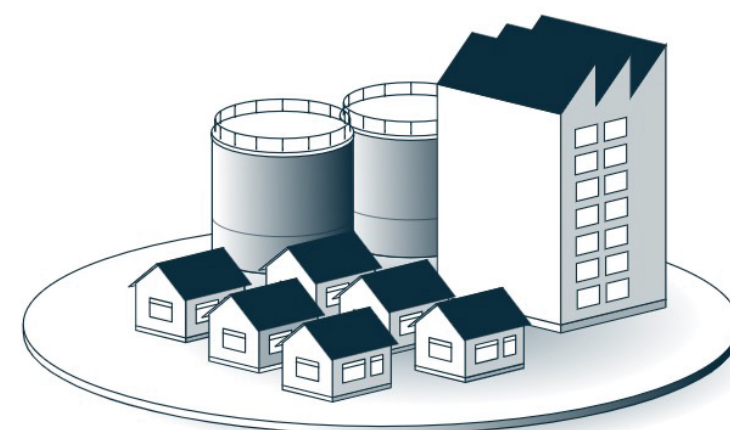
انعطاف‌پذیری در تولید حرارت و تعامل با شبکه برق

باتری شنی شرکت Polar Night Energy از انعطاف‌پذیری بسیار بالایی برخوردار است و می‌تواند توان شارژ خود را به‌گونه‌ای تنظیم کند که از بالاترین سرعت بازارهای جانبی برق و پایین‌ترین قیمت‌های لحظه‌ای الکتریسیته بهره‌برداری بهینه داشته باشد.

ظرفیت بالای ذخیره‌سازی این سامانه، ریسک ناشی از نوسانات و جهش قیمت برق را کاهش داده و در عین حال، تولید حرارت پایدار و یکنواخت برای فرآیندهای صنعتی را تضمین می‌کند. این سیستم همچنین امکان مشارکت فعال در بازارهای تنظیم و توازن شبکه برق را فراهم می‌سازد؛ بدون آن‌که بر روند تولید حرارتی مداوم در واحدهای فرآیندی یا گرمایش صنعتی تأثیر منفی بگذارد.

کاهش چشمگیر انتشارات کربن با فناوری باتری شنی

براساس ارزیابی سال ۲۰۲۰ نهاد بین‌المللی Mission Innovation، فناوری باتری شنی شرکت Polar Night Energy ظرفیت بالقوه‌ای دارد که تا سال ۲۰۳۰ بتواند سالانه بیش از ۱۰۰ میلیون تن معادل دی اکسیدکربن (CO₂e) را کاهش دهد. این میزان کاهش، معادل تقریباً ۳ درصد از کل انتشارات فعلی اتحادیه اروپا یا دو برابر مجموع انتشارات گازهای گلخانه‌ای شهر نیویورک امروزی است.



جمع‌بندی:

استان یزد با ۳۳ روز آفتابی در سال، از بالاترین ظرفیت کشور برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی برخوردار است. اتکای مداوم به سوخت‌های فسیلی مانند نفت و زغال‌سنگ نه تنها موجب آلودگی هوا و آب می‌شود، بلکه با افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، زمینه‌ساز تغییرات اقلیمی و تهدید پایداری زیست‌محیطی استان است.

بنابراین، گذار تدریجی به منابع تجدیدپذیر همچون انرژی خورشیدی و بادی، یک ضرورت راهبردی برای حفظ محیط‌زیست، امنیت انرژی و آینده اقتصادی استان محسوب می‌شود. با توجه به اقتضات اقلیمی یزد و وجود صنایع بزرگ دارای مصرف حرارتی بالا (مثل کاشی، فولاد و شیشه)، گفتمان‌سازی و اجرای پروژه‌های امکان‌سنجی و بومی‌سازی چنین نوآوری‌هایی می‌تواند نخستین گام عملی در مسیر کاهش وابستگی به گاز و سوخت فسیلی باشد.

منبع:

<https://polarnightenergy.com.1>

Role of Power to (2024). Sihvonen, V., Ollila, I., Jaanto, J., Gronman, A., Honkapuro, S., & Riikonen, J. 2 Arti-,305.Heat and Thermal Energy Storage in Decarbonization of District Heating.Energy, Vol Elsevier.132372cle



اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی یزد
Yazd Chamber of Commerce
Industries, Mines and Agriculture
مرکز پژوهش‌های اتاق بازرگانی یزد