آیس استوریج
فناوری نوین ذخیره سازی انرژی

نویسنده: محسن علی حیدری
با تشکر از دکتر فرزاد فطروسی

چکیده :

پارادایم جدید توسعه مبتنی بر هماهنگی با طبیعت، بر«جزئی از طبیعت بودن» انسان تأکید دارد و غنی‌سازی طبیعت به جای تسلط و جدایی از آن را حایز اهمیت اصلی می داند. از نظر برخی اندیشمندان، انسان تنها بخش کوچکی از طبیعت بوده و فعالیت او بخش بسیار کوچکی از خرده سیستم اجتماعی – اقتصادی پویاست. بنابر این اندیشه تسلط بی چون و چرای انسان بر طبیعت بی جان، متعاقباً رنگ خواهد باخت، زیرا طبیعت به کنشهای انسان صنعتی، واکنشهای بسیار شگرفی نشان می‌دهد و دیگر بی جان و بی اثر لحاظ نمی شود.

با توجه به پارادایم نوین توسعه و پیشرفت، فناوریهای دوستدار محیط زیست مبتنی بر روانه‌های[1] طبیعی، آینده دنیای انرژی را از آن خود خواهند نمود. انواع انرژی های زیستی، زمین گرمایی، خورشیدی، زیست توده ها و ... از این دسته انرژی ها هستند که انرژی های فردا به حساب می آیند. در این بین اهمیت تبدیل و ذخیره سازی انرژی ها برای مصارف مختلف جایگاه ویژه ای خواهد یافت. آیس استوریج، اولین گامهای انسان مدرن در راه استفاده از روانه های انرژی طبیعی و بهره گیری از مزایای آن می باشد.

الزامات تو سعه پایدار

توسعه پایدار، مفهوم جدیدی است که از طریق پیوند بین ابعاد مختلف توسعه(اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و اجتماعی) و توجه خاص به ملاحظات محیطی و حفظ محیط زیست از دهه ۸۰ به طور گسترده‌ای مطرح گردید. از سوی دیگر، مدیریت دولتی نوین به منظور افزایش مسئولیت مدیران به محیط پیرامونی خود از دهه ۷۰ جایگزین مدیریت دولتی در مفهوم سنتی آن شد که تمامی این تغییرات در عرصه روش شناسی علم، از تغییرات بسیار بزرگی که در عرصه فناوری و توابع تولید ایجاد شده بود، نشأت می گرفت .

در تلقی جدید از توسعه ملاحظات مربوط به «منابع طبیعی پایه» به عنوان نخستین محدودیت بر سر راه توسعه و تولید، خود نمایی نمود؛ در حالیکه پارادایم‌های حاکم بر اندیشه در دهه ۷۰ و تا حدی هم اوایل دهه ۸۰، جملگی بر اهمیت محدودیت در سرمایه تاکید داشته و قابلیت دسترسی به آنرا به عنوان اولین و مهمترین مانع بر سر راه تولید و توسعه برشمرده‌اند.

در پارادایم مترقی توسعه اقتصادی– اجتماعی، مجموعه هزینه– فایده اجتماعی، برای تمامی نسلها، لحاظ شده و به «بررسیهای صرفاً دوره ای» بسنده نمی‌شود. به عنوان مثال هزینه‌های اجتماعی کاهش منابع تولید، برای نسل فعلی و آتی درنظر گرفته می‌شود.

در چارچوب این اندیشه است که ریشه‌های باروری اندیشه‌های توسعه مدار با نگرش های زیست‌محیطی

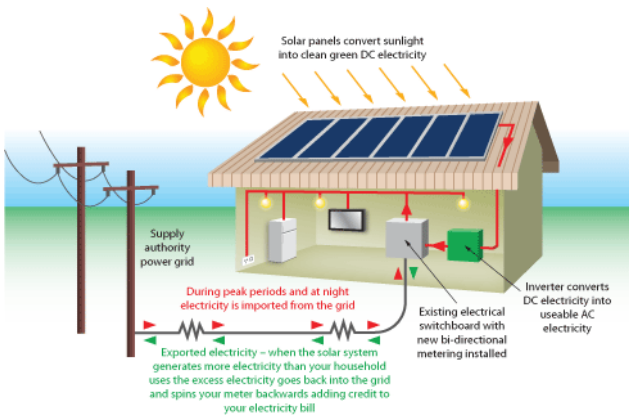
۱- Transients

جوانه می‌زند و در پی خود ارزشهای نوینی را به همراه می‌آورد که آموزه های فنی و تکنولوژیکی خاص خود را به دنیای اندیشه و فناوری وارد می کند. در این دنیای جدید خلق علوم نوین و دسترسی به دانش های جدید چندان اهمیتی ندارد بلکه بهره برداری از دانش در راستای دستیابی به روشهای نوین متکی بر پارادایم های نوین اهمیت یافته و ارزشگذاری های متفاوتی به خود می گیرد.
پارادایم نوین توسعه انسانی مبتنی بر هماهنگی با طبیعت، بر«جزئی از طبیعت بودن» انسان تأکید دارد و غنی‌سازی آن به جای تسلط و جدایی از طبیعت حایز اهمیت اصلی می داند. از نظر برخی اندیشمندان، انسان تنها بخش کوچکی از طبیعت و فعالیت او بخش بسیارکوچکی از خرده سیستمهای پویای اجتماعی – اقتصادی است. بنابر این اندیشه تسلط بی چون و چرای انسان بر طبیعت بی‌جان ، کاملاً رنگ خواهد باخت؛ زیرا طبیعت به کنشهای انسان صنعتی، واکنشهای بسیار شگرفی نشان داده و دیگر بی‌جان و بی‌اثر لحاظ نمی‌شود.
در این فضا بود که استفاده از انرژی های نو جایگاه خود را کسب نمود و معنای جدیدی به خود گرفت. بطور کلی هنگامی که جریان منابع تجدیدپذیر استفاده شده در چرخه اقتصادی، از نرخ تجدید و احیای این منابع تجاوز می‌کند باعث کم شدن بهره‌وری منابع می شود و احتمال انقراض آن افزایش می یابد. انتشار پسماندها[1] اضافه بر ظرفیت محیط زیست، احتمال فرسایش منابع طبیعی را افزایش می‌دهد، کاهش و فرسایش سریع منابع پایان‌پذیر باعث افزایش یافتن بهره برداری منابع تجدیدپذیر خواهد شد و همچنین افزایش انتشار پسماندها اضافه بر ظرفیت محیط زیست، عموماً نشاندهنده این است که اقتصاد به سوی وابستگی بیشتر به سوی محیط زیست در حرکت است.

پارادایم نوین توسعه انسانی مبتنی بر هماهنگی با طبیعت، بر«جزئی از طبیعت بودن» انسان تأکید دارد و غنی‌سازی آن به جای تسلط و جدایی از طبیعت حایز اهمیت اصلی می داند.

انرژی‌های نو

در سال‌های دهه ۸۰ بود که استفاده از انرژی های نو با آلایندگی بسیار اندک و همچنین تجدیدپذیری بالا به عنوان یک راه حل اساسی در زمینه اقتصاد زیستی مطرح گردید. از این قبیل انرژی‌های نو می‌توان به انرژی های هیدرواستاتیکی در نیروگاه های تلمبه ای و توربینی، سوختهای زیستی (زیست توده ها)، زیست گاز، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی و انواع استفاده های متفاوت از انرژی خورشیدی (استفاده از انرژی خورشید برای مصارف خانگی، انرژی فتوولتاییک و تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریسیته)همچنین نیروگاههای حرارتی خورشیدی از طریق نوع سهموی خطی از نوع دریافت کننده مرکزی به نام آیینه های هلیوستات، نیرو گاه های حرارتی از نوع بشقابی و دودکش های خورشیدی را نام برد.
در اینجا بعنوان مثال دومورد از کاربری های انرژی خورشیدی در تولید الکتریسیته را بیان می‌شود:

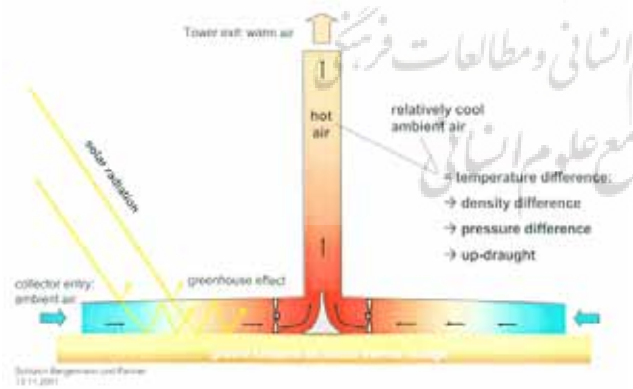


نیروگاه‌های حرارتی از نوع بشقابی

در این نیروگاهها از منعکس کننده‌هایی که به صورت شلجمی بشقابی می‌باشد جهت تمرکز نقطه‌ای پرتوهای خورشیدی استفاده می‌گردد و گیرنده‌هایی که در کانون شلجمی قرار می‌گیرند به کمک سیال جاری در آن انرژی گرمایی را جذب نموده و به کمک یک ماشین حرارتی و ژنراتور، آن را به نوع مکانیکی و الکتریکی تبدیل می‌نماید.

دودکش‌های خورشیدی

روش دیگر برای تولید الکتریسیته از انرژی خورشید استفاده از برج نیرو یا دودکش‌های خورشیدی می‌باشد. در این سیستم از خاصیت دودکش‌ها استفاده می‌شود. به این صورت که با استفاده از یک برج بلند به ارتفاع حدود ۲۰۰ متر و تعداد زیادی گرم خانه‌های خورشیدی که در اطراف آن است هوای گرمی که بوسیله انرژی خورشیدی در یک گرمخانه تولید می‌شود و به طرف دودکش یا برج که در مرکز گلخانه‌ها قرار دارد، هدایت می‌شود.
این هوای گرم بعلت ارتفاع زیاد برج با سرعت زیاد صعود کرده و باعث چرخیدن پروانه و ژنراتوری که در پایین برج نصب شده است می‌گردد و بوسیله این ژنراتور برق تولید می‌شود. هم اکنون یک نمونه از این سیستم در ۱۶۰ کیلومتری جنوب مادرید احداث گردیده که ارتفاع برج آن به ۲۰۰ متر می‌رسد.



پمپ های حرارتی

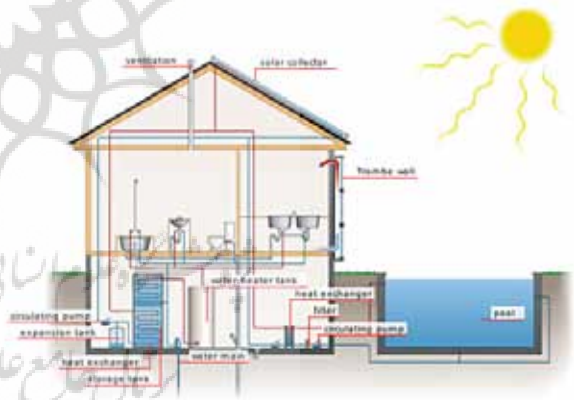
پمپ حرارتی (Heat Pump) بعنوان یکی از گرەگشا ترین فناوری ها در عرصه انتقال و بهره‌برداری از انرژی‌های نوین مطرح شد. وسیله‌ای که عمل انتقال انرژی از نقطه مبدأ (کم دما) به نقطه مقصد که دارای دمای بیشتر می‌باشد را بخوبی انجام می‌دهد. در واقع عمل انتقال بوسیله سیلان انرژی حرارتی بالاتر از نقطه با دما بالا یا انرژی مکانیکی انجام می پذیرد. تفاوت بین پمپ حرارتی و دستگاهای تهویه مطبوع مرسوم، این است که پمپ حرارتی قابلیت انتقال حرارت برای سرمایش و گرمایش را دارد. پمپ حرارتی می تواند مانند سیستم های چیلر یا سیستم های تبخیری تولید سرما کنند که این عمل باچرخه

۱- Residuals

سرمایش (مانند یخچال مقدور می باشد).
فناوری پمپ حرارتی نیز در راستای استفاده بهینه از منابع محدود در محیط، به عنوان آلترناتیو و راه‌گشای طبقه وسیعی از فناوری های نوین استفاده و انتقال انواع متنوعی از انرژی ها که تا آن روز به دلایل فنی توانایی بهره برداری و انتقال آنها (در قالب تبدیل نمودن آنها به انرژی های دیگر مثل الکتریسیته) نبود را خلق نمود. در این راستا انواع متنوعی از تکنولوژی های تبدیل نیز به‌کار افتاد تا پس از اتمام فرآیند انتقال بوسیله پمپ های حرارتی، فرآیند تبدیل به انرژی های دیگر، علی الخصوص الکتریسیته، سیکل «تولید – تبدیل – انتقال» را کامل کند. انواع تکنولوژی‌های تبدیل که در این راستا استفاده مناسبی یافتند عبارتند از: انرژی های زمین گرمایی،نیروگاه‌های بخار خشک، نیروگاه‌های تبدیل به بخار فلش (Flash Steam)و نیروگاه سیکل دوگانه استفاده از انرژی زمین گرمایی یکی از روانه های طبیعی انرژی[1] است و دارای مزایای متعددی نسبت به استفاده از منابع سوخت‌های فسیلی می‌باشد. مزیت اصلی آن عدم وجود هزینه‌های مربوط به تأمین سوخت و هزینه های تحمیل شده به محیط زیست است. از نقطه نظر اثرات طبیعی، میزان گازهای نامطلوب تولید شده در این نیروگاه‌ها اندک است. از دیگر مزایای این دسته نیروگاه‌ها، می‌توان به ثابت بودن میزان انرژی استخراج شده در تمامی فصول سال و امکان کارکرد این نیروگاه‌ها به صورت ۲٤ ساعته نیز اشاره کرد. از دید اقتصادی، استفاده از منابع زمین گرمایی میزان وابستگی قیمت برق تولیدی به قیمت سوخت‌های فسیلی را هم کاهش می‌دهد.

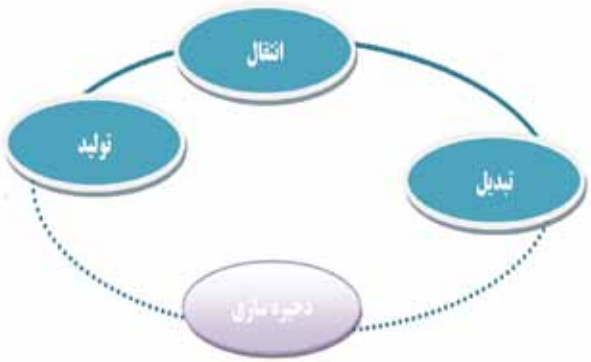
حوزه مصارف خانگی

از دهه ۷۰ میلادی و همزمان با مطرح شدن مباحث مدیریت انرژی، سیستم های هوشمند و نیمه هوشمند، افزایش کارآیی و بهره وری انرژی نیز بعنوان ابزاری مدرن جهت مدیریت انرژی بکار افتاد.



TRNSYS ابزار شبیه سازی سیستم روانه انرژی فراگذر[2]

این سیستم که از ۱۹۷۵ امکان بهره برداری تجاری را یافت، ابزاری بسیار انعطاف پذیر برای اجرای سیستم های انرژی حرارتی فراگذر است که در یک پروژه مشترک بین لابراتوار انرژی های خورشیدی دانشگاه مدیسون – ویسکانسین و آزمایشگاه کاربری های انرژی خورشیدی دانشگاه کلرادو، بر پایه برنامه فورترن تدوین شد و از آن سال تا به امروز همواره در حال بازنویسی و تکمیل بوده است.
TRNSYS برنامه ای جهت شبیه سازی است که عمدتاً در زمینه انرژی‌های تجدید شونده و شبیه سازی مصرف در ساختمانها می باشد. یکی از کاربری‌های اصلی آن شبیه سازی دینامیک رفتار سیستم های آب گرم خورشیدی در شرایط معمول آب و هوایی برای یک سال است که صرفه جویی های بلند مدت در هزینه ها از چنین سیستمی را قطعی می نماید.



از سالهای دهه ۷۰ تا به امروز نظام بهره برداری از انرژی های نو در جهان بسیار کامل و نظام مند شده است و استانداردهای متنوعی نیز برای آن تدوین و مورد اجرا قرار گرفته است . استاندارد ۲۰۰۵ در کارآیی مصرف انرژی ساختمانهای مسکونی ، ارزشیابی زمان محور(TDV)[3] را که مقادیر تفاضلی ذخیره‌سازی انرژی را در دوره‌های اوج مصرف بطور سالیانه، فصلی و ساعتی با هم محاسبه و مقایسه می کند. بر اساس استاندارد TDV سیستم ذخیره سازی انرژی می‌بایست بطور ویژه و اختصاصی طراحی و مقیاس سازی گردد تا از استانداردهای لازم بهره‌مند شده و بتواند مناسب با محل مورد نظر، طراحی و سفارشی سازی گردد. اما پاشنه آشیل فناوری های مربوط به انرژی های نو، تکمیل نشدن چرخه‌های انرژی می باشد.
ذخیره سازی[4] انرژی برای مواقعی که امکان دسترسی به منبع اصلی آن نیست یا هزینه های آن، مایه افت صرفه آن شده، مزیتی است که می تواند با تکمیل چرخه «تولید – انتقال – تبدیل» و نهایتاً ذخیره سازی انرژی، فرآیند کاربری آن‌را تکمیل نماید.
ذخیره‌سازی هر یک از انواع انرژی های موجود، با صرف هزینه های متفاوتی امکان پذیر است. اهمیت هر یک از فناوری ها، با رتبه‌بندی در هزینه ذخیره‌سازی مشخص می شود. مسلماً صرف حداقل هزینه (با توجه به تکنولوژی موجود) مایه دستیابی به حداکثر رفاه و بالاترین کاربری می شود. که مزیت‌های بکار گیری این فناوری را دوچندان می کند.

آیس استوریج

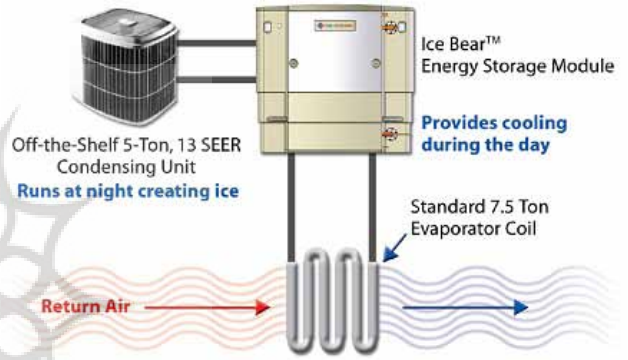
فناوری جدید آیس استوریج (Ice Storage) گامی بلند در عرصه ذخیره‌سازی انرژی و افزایش کاربری مبدل‌های انرژی می‌باشد. اهمیت فناوری آیس استوریج در این نکته نهفته است که ذخیره سازی انواع شیمیایی حامل های انرژی مثل نفت، بنزین، ذغال سنگ و ... با هزینه‌هایی نه چندان زیاد امکان پذیر است؛ اما ذخیره سازی انواع انرژی های الکتریکی بسیار سخت و پرهزینه است. فناوری جدید آیس با توجه به انرژی ذخیره شده در یخ که به دمای نهان انجماد نیز معروف است عمل می‌کند. نکته مهم در این فناوری، استفاده از آن در لحظه Melting Point (نقطه ذوب) است که در آن دمای محیط تغییر نمی‌کند ولی

۱- Natural Transients ۲- http://www.trnsys.com/about.htm ۳- Time Dependent Valuation ٤- Storing

انرژی نسبتاً زیادی از آن قابل استخراج و ذخیره سازی است. به هنگام ذوب شدن یخ می توان از آن گرمای بسیاری گرفت و به هنگام انجماد آب و تبدیل شدن به یخ نیز گرمای بسیاری از دست خواهد داد. این فناوری مبتنی بر توانایی طبیعی آب برای ذخیره سازی حد نسبتاً بالایی در از انرژی گرمایی است.

فناوری آیس استوریج در سیستم‌های Ice Storage Air Conditioning (ISAC) کاربرد وسیعی یافته است. این سیستم اخیراً در چندین ایالت آمریکا بعنوان طرح کلان ملی توسط دولت و بخش خصوصی در سطح وسیعی کاربرد یافته است. یکی از ویژگی های این سیستم برتری‌های زیست محیطی آن است که با توجه به افزایش توجهات جهانی به این مساله، تبدیل به یکی از مزایای طرح شده است.

این طرح از سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ مرحل تحقیق و توسعه را گذراند که با برگزاری همایشها، پودیوم های تخصصی و کنفرانس های ملی و بین المللی همراه بود. آنچه مایه تکاپوی بسیار در عرصه دانش مرتبط با سیکلهای انرژی بود، انباشت فصلی و روزانه مصرف انرژی جهت سرمایش/گرمایش مبتنی بر تکنولوژی ساخت سرما/گرما سازها بود مایه دردسر های بسیار شده بود. فناوریهای متعارف به دلیل در نظر نگرفتن مسأله انباشتگی در واقع به هنگام



فناوری جدید آیس با توجه به انرژی ذخیره شده در یخ که به دمای نهان انجماد نیز معروف است عمل می کند

استفاده در سطح وسیع دچار ترافیک می شوند و مشکلات تازه را خلق می‌کنند. اما سیستم‌های متکی بر روانه‌های طبیعی[۱] مثل آیس استوریج، می‌توانند در سطح گسترده‌ای از معایب انباشتگی‌های مصرف مدرن و ترافیک مصرف انرژی بکاهد. مساله ترافیک مصرف از دهه های ۸۰ و ۹۰ میلادی مطرح شده بود اما راه حل مناسب آن بطور قطعی یافت نشد.

سیستم تهویه متبوع آیس استوریج که نوعی استفاده از مزایای طبیعی روانه‌هاست می‌تواند به عنوان سرما/گرماساز عمل کند و در تابستان یا زمستان، مصارف خانگی و اداری انرژی را کاهش دهد. یکی از مزیت‌های این دستگاه‌ها انتقال پیک[۲] از دوره اوج مصرف[۳] به دوره افت مصرف و کم‌باری[۴] است. این سیستم طی شب اقدام به ذخیره‌سازی و تولید یخ می‌کند و در هنگام روز (در هنگام اوج مصرف) از آن استفاده می‌کند. استفاده از این روش در دستگاه‌های خنک کننده هوا می‌تواند کارآیی بسیار زیادی داشته باشد؛ زیرا این دستگاه‌ها در هنگام شب که دمای هوا مناسب‌تر است بطور هم زمان اقدام به خنک کردن محیط و ذخیره‌سازی سرما می‌نماید که این کار فرآیند کار سرما سازی را در هنگام پیک مصرف برق بسیار بسیار کارآ می‌نماید.

این سیستم می‌تواند برای روزهای گرم سال نیز (با اندکی تغییر) قابلیت کاربری داشته باشد؛ کارآیی این سیستم به نوع تانک و انتقال دهنده‌ها بستگی بسیاری دارد. در صورت مناسب بودن عایق بندی های و پایپ‌های انتقال، این سیستم دستگاه کارآیی بالایی از خود نشان می‌دهد و نسبت به روشهای استاندارد، ظرفیت ۴۳ درصدی در صرفه‌جویی مصرف انرژی را داراست.

آیس استوریج (Ice Storage) یک فناوری نسبتاً قدیمی است که به دلیل مزیت‌های متعدد در ایالت نئواورلئان آمریکا بعنوان پروژه ملی برگزیده شده[۵] است. دولت ایالات متحده در بالتیمور، آیداهو و جنوب کالیفرنیا نیز اقدام به راه‌اندازی گسترده و بهره‌برداری از فناوری سرما ساز آیس استوریج نموده است[۶]. در همین راستا سایت ۵۳ مگاواتی آیس انرژی در کالیفرنیای جنوبی به منظور کنترل پیک مصرف الکتریسیته نصب شده، با کمک این سیستم، سالانه ٦٤ گیگاوات مصرف را از زمان پیک مصرف به زمان افت مصرف منتقل می‌نماید، با این کار اولا پیک مصرف را از دوره پر فشار به زمان افت مصرف منتقل می‌کنند

و ثانیا مصارف خنک‌کنندگی برق منطقه جنوبی کالیفرنیا کاهش می‌یابد. اما با این همه، نکته مهم در اینجاست که سیستم‌های آیس استوریج که در آمریکا، ژاپن و اخیرا در اروپا مورد استفاده وسیعی یافته است، نقشی مهم در بهینه‌سازی مصرف گاز و برق و همچنین کاهش آلودگی‌های زیست‌شهری داشته و حذف معایب و مضرات آن بسیار موثر بوده است.

بطور کلی مزیت‌های این سیستم را می‌توان در سه مورد زیر دسته‌بندی نمود:

۱- انتقال پیک مصرف از زمان اوج مصرف به زمان افت مصرف

۲- کاهش مصرف انرژی و کاهش آلایندگی

۳- بهبود وضعیت رفاهی شهروندان

نگاهی به ایران

در سال ۱۳۸۷ میزان یارانه انرژی پرداخت شده در کشور، معادل ۵۳۰۱۵۵/۱ میلیارد ریال (سرانه ۷۳۰٤ هزار ریال) بوده است. نکته جالب در اینجاست که ۲٤ درصد از مصرف کل انرژی کشور، در بخش خانگی بوده که ۵۷ درصد از مصرف گاز طبیعی کشور را به خود اختصاص داده است. مزیت فعلی این طرح با توجه به هدفمند شدن یارانه‌ها و افزایش قیمت گاز و برق، اولاً جابجایی پیک مصرف و هموارسازی منحنی مصرف بوده و ثانیاً باعث کاهش مصرف خانگی گاز طبیعی می‌باشد[۷]. بطوریکه می‌توان ادعا نمود این طرح در صورت استفاده گسترده، می‌تواند تا حذف کامل مصرف گاز خانگی (جهت سرمایش و گرمایش) پیش رود.

با توجه به گرمسیر بودن کشور و همچنین اهمیت انباشتگی مصرف دوره‌ای برق در کشور، این فناوری می‌تواند مایه برکات بسیاری برای مملکت گردد. چنانچه از این فناوری نوین جهانی در سطحی مناسب بهره‌برداری شود، می‌تواند مایه افزایش طول عمر و بهبود راندمان ژنراتور نیروگاه‌های کشور گردد؛ زیرا تسطیح سطح مصرف، بطور همزمان از یک سو منجر به کاهش پیک مصرف می‌گردد و از سوی دیگر افزایش کف‌مصرف را سبب می‌شود که این امر منجر به بهبود راندمان توزیعی شبکه سراسری، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و همچنین آزادسازی تولید از پیک‌های دوره‌ای مصرف و امکان صادرات برق (حتی با همین سطح تولید) منجر می‌گردد.

۱- Natural Transients ۲- Peak Shifting ۳- On Peak ٤- Off Peak ۵- http://www.themcdonnellgroup.com/energy-launches-energy-storage-solution-for-national-accounts.html

٦- http:/www.environmentalleader.com/2010/01/28/california-storing-energy-in-ice-to-reduce-peak-demand/

۷- ترازنامه انرژی ۱۳۸۷- معاونت امور برق و انرژی - دفتر برنامه ریزی کلان وزارت نیرو