

## مقایسه پژوهش در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی در ایران و ژاپن

قاسم عرب - عقیل براتی ملایری  
شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت  
gh\_arab@yahoo.com Abm826@yahoo.com

واژه‌های کلیدی: پژوهش و فناوری - بهینه‌سازی مصرف انرژی - شدت انرژی - پژوهش‌های کاربردی

### چکیده

هدف در این تحقیق بررسی ساختار، اهداف و متدولوژی تحقیق و توسعه بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور ژاپن و بررسی تطبیقی آنها با تحقیقات بهینه‌سازی انرژی در ایران می‌باشد. بررسی جهت‌گیری تحقیقات، استراتژی‌ها و اقدامات و حوزه‌های مورد مطالعه، سازمان‌ها و نهادهای درگیر و تخصیص بودجه در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. توسعه در دنیا از طریق پژوهش ایجاد شده است. در این مقاله مجموعه‌ای هماهنگ از روش‌های تحقیق توصیفی-تطبیقی-کاربردی استفاده خواهد شد. در رویکرد توصیفی این مطالعات، وضعیت موجود براساس اطلاعات در دسترس ارائه شده است. در رویکرد تطبیقی این مطالعات مهمترین یافته‌های توصیفی در برابر یکدیگر قرار داده شده‌اند تا مشابهت‌های یافته‌ها بدست آید و بدینسان حکمی هر چند نسبی از پدیده‌ای خاص ارائه شود و با استفاده از این مشابهت‌ها مجموعه‌ای از راهکارهای تجربه شده برای اقدامات یا بررسی‌های بعدی تنظیم گردد. در رویکرد تحقیق کاربردی این مطالعات، مهمترین برنامه‌های قابل اعمال در شرایط رایج معرفی شده‌اند. استفاده از روش‌های یاد شده در بالا، این

امکان را فراهم می‌سازد تا با شناسایی ساختارها و برنامه‌های تحقیق و توسعه بهینه‌سازی انرژی در کشور ژاپن و تطبیق آن با وضعیت ایران، راهکارهایی برای پیشبرد فعالیت‌های پژوهشی بهینه‌سازی مصرف انرژی در ایران ارائه گردد. در این مقاله پس از معرفی جایگاه ایران و ژاپن در بازار انرژی دنیا، به بررسی اهداف، برنامه‌ها، اقدامات، سازمان‌ها و بودجه تحقیقات بهینه‌سازی مصرف انرژی در هر کشور پرداخته و نقاط قوت و ضعف برنامه‌ها بررسی می‌گردد. پس از آن مقایسه تطبیقی آنها صورت پذیرفته و در پایان راهکارهایی برای بهبود وضعیت تحقیقات در کشور ارائه می‌گردد.

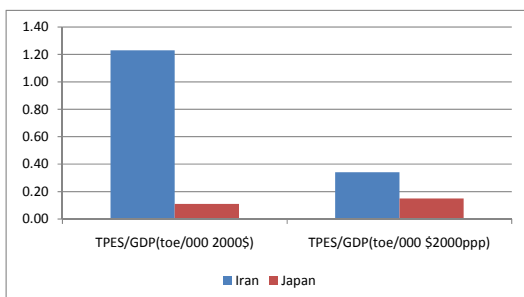
### ۱- مقدمه

کشور ایران از بزرگترین و مهمترین کشورهای دارای منابع انرژی دنیا می‌باشد. بر اساس آمار سال ۲۰۰۵-۲۰۰۶ ایران با سهم ۵/۵ درصدی از بازار تولید نفت دنیا با تولید متوسط سالانه ۲۱۶ میلیون تن نفت خام و ۱۳۲ میلیون تن صادرات، سهم ۳/۳ درصدی در تولید گاز با تولید ۹۸۱۲۳ میلیون متر مکعب و دومین کشور دارای ذخایر گاز یکی از بازیگران اصلی انرژی دنیاست. [۱]. تراز عرضه و تقاضای انرژی در

## هفتمین همایش ملی انرژی

واردات ۲۱۳ میلیون تن نفت خام در سال، دومین واردکننده نفت خام دنیا پس از امریکا، ۸۸۶۳۳ میلیون مترمکعب گاز طبیعی سومین واردکننده گاز و ۱۷۸ میلیون تن ذغالسنگ اولین واردکننده ذغالسنگ دنیا می‌باشد. [۱]. ژاپن بعنوان کشوری که منابع انرژی داخلی کمی در اختیار دارد، اولویت بالایی به R&D انرژی داده است. ژاپن سال‌هاست که در زمینه تحقیق و توسعه (R&D) انرژی در جهان پیش‌تاز است و هم اکنون بدنال توسعه فناوری بمنظور پیشرفت بیشتر اهداف انرژی و محیط زیست خود می‌باشد. پس از بحران نفتی دهه ۷۰، بهینه‌سازی مصرف انرژی از جمله اولویت‌های مهم دولت ژاپن بوده است و در نتیجه اقدامات انجام شده، در سال ۱۹۹۲ شدت انرژی بر واحد تولید ناخالص ملی، به ۳۵ درصد کمتر از مقدار مشابه آن در سال‌های ۷۴-۱۹۳۷ کاهش یافته است. [۳]. مقایسه شدت انرژی در دو کشور در سال ۲۰۰۵ در شکل ۱ ارائه شده است. [۳]

این اختلاف در شدت انرژی به عوامل بسیار زیادی بستگی دارد که یکی از آنها پرداختن به پژوهش و تحقیقات در حوزه انرژی می باشد که در این تحقیق به آن پرداخته شده است.



شکل ۱ - مقایسه شدت انرژی ایران و ژاپن در سال ۲۰۰۵ [۱].

## ۲- تحقیق و توسعه انرژی در ژاپن

ژاپن سال‌هاست که در زمینه تحقیق و توسعه (R&D) انرژی در جهان پیش‌تاز است و هم اکنون بدنال توسعه فناوری بمنظور پیشرفت بیشتر اهداف انرژی و محیط زیست خود می‌باشد. هزینه R&D دولت ژاپن، بعنوان درصدی از GDP، بیشترین مقدار در میان کشورهای IEA بوده و دولت متعهد

کشور و همچنین شاخص شدت انرژی ایران نشان دهنده این است که حامل‌های انرژی در کشور بصورتی کارا استفاده نمی‌شوند. مصرف انرژی نهایی در سال ۱۳۸۶، ۱۱۳۶/۱۹ میلیون بشکه معادل نفت خام بود که نسبت به سال قبل حدود ۱۰/۶۶ درصد افزایش یافته است. در سال ۱۳۸۶، مصرف انرژی بخش خانگی و تجاری، ۴۱۶/۴۹ میلیون بشکه معادل نفت خام با ۷/۸۵ درصد افزایش نسبت به سال قبل، بخش حمل و نقل ۲۵۸/۴۷ میلیون بشکه معادل نفت خام با ۳ درصد کاهش نسبت به سال قبل، بخش صنعت ۲۳۲/۰۹ میلیون بشکه معادل نفت خام با ۷/۲۵ درصد افزایش نسبت به سال قبل و بخش کشاورزی ۳۶/۳۷ میلیون بشکه معادل نفت خام با ۰/۱۴ درصد افزایش نسبت به سال قبل بوده است. در طی سال ۱۳۸۶، یارانه پرداختی انرژی ۶۳۵۰۷۲/۸ میلیارد ریال (با کسر یارانه سوخت به نیروگاه‌ها از کل یارانه پرداختی برق) بوده است که نسبت به سال ۱۳۸۵، حدود ۸۶/۳۴ درصد رشد داشته است. [۲].

در سوی دیگر ژاپن، کشوری است که به عنوان چهارمین مصرف کننده بزرگ انرژی بعد از امریکا، روسیه و چین می‌باشد. بر خلاف سه مصرف کننده بزرگ دیگر که صاحب منابع انرژی داخلی نسبتاً فراوانی می‌باشند، بیش از ۸۵ درصد از انرژی مصرفی ژاپن از واردات تأمین می‌شود که این رقم در مورد نفت بالای ۹۰ درصد می‌باشد. بدین ترتیب ژاپن در میان کشورهای بزرگ صنعتی مصرف کننده انرژی بیش از هر کشور دیگر در مقابل تغییرات ساختاری بازار انرژی آسیب پذیرتر است، لذا از دیرباز این کشور برای رفع اتکای شدید به انرژی وارداتی، به ویژه نفت، تمهیداتی در جهت صرفه جویی به شکل کاهش مصرف، افزایش کارایی و همچنین تنوع منابع تأمین آغاز کرده است که آثار بسیار مثبتی در افزایش کارایی و کاهش نرخ شدت انرژی در این کشور داشته است. طی چند دهه اخیر ژاپن از مصرف نفت در ترکیب کل انرژی به میزان قابل ملاحظه‌ای کاسته و برای تأمین انرژی مورد نیاز از منابع زغال سنگ، انرژی هسته‌ای، گاز طبیعی و دیگر منابع استفاده نموده است. [۳]. ژاپن با

## هفتمین همایش ملی انرژی

- حفظ سهم انرژی هسته‌ای در کل تولید برق در سطح ۳۰ الی ۴۰٪.

### سازمان‌های تحقیق و توسعه انرژی در ژاپن

"شورای سیاست‌گذاری علوم و فناوری" بالاترین نهاد تصمیم‌گیر در فرآیند R&D ژاپن می‌باشد. اعضای این شورا نخست وزیر، وزیر اقتصاد، تجارت و صنعت و دیگر وزرا به‌مراه دانشمندان می‌باشند. بدلیل سیستم پارلمانی دولت، مکانیزم آن طوری طراحی شده است که توجه سیاسی کافی به فعالیت‌های سرمایه‌گذاری مبدول گردد. بعلاوه، کمیته فرعی تحقیق و توسعه نیز در زیرمجموعه "شورای ساختار صنعتی" وجود دارد که بعنوان یک نهاد مشاوره‌ای برای وزیر اقتصاد، تجارت و صنعت عمل می‌کند. استراتژی فناوری انرژی ژاپن توسط این کمیته فرعی توسعه داده می‌شود.

مسئولیت‌های دیگر وزارت‌خانه‌های خاص کابینه عبارتند

از:

- وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت (METI) بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، کارایی انرژی استفاده منطقی سوخت‌های فسیلی و تولید برق (شامل برق هسته‌ای)، و فناوری‌های مربوط به تغییر اقلیم تمرکز دارد.
- وزارت آموزش، فرهنگ، ورزش، علوم و فناوری (MEXT) بر R&D هسته‌ای و تحقیقات بنیادین که در دانشگاه‌ها و موسسات انجام می‌شوند، تمرکز دارد.
- موسسه ملی علوم و فناوری‌های پیشرفته صنعتی (AIST) که تابعه METI است، یکی از بزرگترین موسسات اجرایی مستقل در ژاپن است. در سال ۲۰۰۱، ۱۶ آزمایشگاه تحقیقاتی آژانس علوم و فناوری صنعتی پیشین ادغام شدند. AIST شش زمینه تحقیقاتی شامل علوم و فناوری زندگی؛ فناوری اطلاعات و دستگاه‌های الکترونیکی؛ فناوری نانو؛ مواد و تولید؛ محیط زیست و انرژی؛ مطالعات زمین‌شناختی و

به انتقال فناوری بویژه در منطقه آسیا-اقیانوسیه است. بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری R&D انرژی آن به تحقیقات هسته‌ای اختصاص می‌یابد. در مارس ۲۰۰۷، دولت برنامه بنیادین انرژی خود را که در اکتبر ۲۰۰۳ اتخاذ شده بود، بازنگری کرده و بطور خاص شش دسته فناوری‌ها و برنامه‌های مربوط به انرژی را که باید R&D در آنها ارتقاء یابد، بصورت زیر آیت‌بندی کرد:

- فناوری‌هایی که به بهبود کارایی انرژی کمک می‌کنند. دولت R&D فناوری‌هایی را که اثرات تحول‌برانگیز گسترده‌ای دارند، هدایت می‌کند. بعلاوه، برنامه‌های R&D که اجرای موثر برنامه تاپ‌رانر را ارتقاء می‌دهد.

- فناوری‌هایی که به ارتقاء استفاده مسالمت‌آمیز انرژی هسته‌ای و اطمینان از ایمنی لازم آن کمک می‌کنند.

- فناوری‌های مرتبط به متنوع‌سازی منابع انرژی در بخش حمل و نقل.

- فناوری‌های انرژی‌های نو.
- فناوری‌های کمک به تضمین عرضه پایدار انرژی همراه با استفاده موثر و پاک سوخت‌های فسیلی. در خصوص فناوری‌های زغال‌سنگ، دولت به کاهش اثرات زیست‌محیطی سوختن زغال‌سنگ با ارتقاء توسعه فناوری‌های پاک زغال‌سنگ، اولویت می‌دهد. بعلاوه، دولت توسعه فناوری‌های جداسازی و ذخیره کربن (CCS) را ارتقاء می‌دهد.

- برنامه‌های R&D که باید از یک منظر بلندمدت مد نظر باشند.

اهداف کمی مشخص شده عبارتند از:

- بهبود کارایی انرژی به میزان حداقل ۳۰٪ دیگر تا سال ۲۰۳۰
- کاهش وابستگی نفتی به ۴۰٪ از TPES و ۸۰٪ در بخش حمل و نقل.

## هفتمین همایش ملی انرژی

کمتر بوده است. بیشترین سهم به میزان ۶۲٪ در سال ۲۰۰۶ به انرژی هسته‌ای اختصاص یافت. دومین دسته بزرگ، بهینه‌سازی و کارایی انرژی با سهم ۱۲٪ بود که این سهم در حال افزایش است. سوخت‌های فسیلی ۹٪، انرژی‌های تجدیدپذیر ۷٪ و فناوری‌های توان و ذخیره‌سازی نیز ۳٪ بودجه را بخود اختصاص داده بودند.

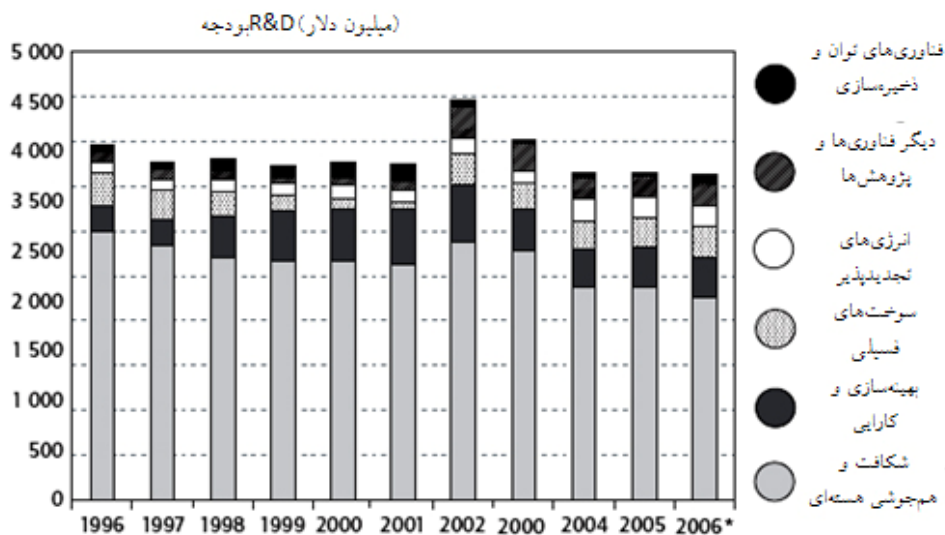
در خصوص بهینه‌سازی و کارایی، بودجه‌ریزی نسبتاً عادلانه و متناسب بوده است، با اینحال کاربردهای مسکونی و تجاری بیشترین سهم را داشته‌اند. در مورد سوخت‌های فسیلی، تمرکز بودجه‌ها بر نفت و گاز و بویژه نفت و سنگ‌های نفتی بوده است. در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر، بخش عمده بودجه به انرژی خورشیدی تخصیص یافته و بیوماس نیز حدود یک‌چهارم بودجه این بخش را جذب کرده است. بودجه دریافتی انرژی باد ناچیز می‌باشد.

سهمی از GDP که به بودجه‌های دولتی R&D انرژی اختصاص می‌یابد، در ژاپن بسیار بالاست. (شکل ۳)

زمین‌شناسی کاربردی؛ و فناوری سنجش و اندازه‌گیری را پوشش می‌دهد. در زمینه محیط زیست و انرژی، AIST تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های پروسه تولید سازگار با محیط زیست، فناوری‌های مدیریت و کاهش ریسک آلاینده‌ها و مواد شیمیایی، انرژی و متنوع‌سازی، و توسعه بررسی‌های یکپارچه سیستم‌های محیط زیست و انرژی را هدایت می‌کند. "سازمان توسعه فناوری‌های جدید انرژی و صنعتی" (NEDO) در سال ۱۹۸۰ بعنوان یک سازمان نیمه دولتی تحت نظر METI تاسیس شد. فعالیت‌های آن عبارتند از: توسعه و ارتقاء فناوری‌های جدید انرژی و بهینه‌سازی انرژی، مدیریت پروژه‌های R&D فناوری صنعتی، و همکاری بین‌المللی در خصوص R&D مشترک و تبادل اطلاعات.

## تامین بودجه

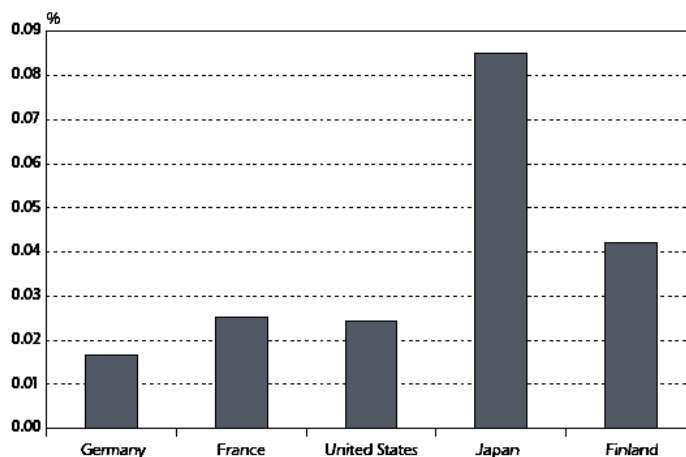
بودجه دولت ژاپن برای R&D انرژی، در سال ۲۰۰۶ بیش از ۳۰۶ میلیارد دلار (شکل ۲) بود که با این رقم نسبت به سال ۲۰۰۲، ۳٪ کمتر و نسبت به بودجه بالای سال ۲۰۰۲، ۱۸٪



شکل ۲- هزینه‌های دولت برای R&D انرژی، ۱۹۹۶-۲۰۰۶

\* تخمین - ماخذ: گزارش کشوری

## هفتمین همایش ملی انرژی



شکل ۳- سهم مخارج تحقیقات انرژی دولتی در GDP در کشورهای منتخب IEA

توضیحات: بدون لحاظ انرژی هسته‌ای، بیشترین مخارج تحقیقاتی انرژی بر GDP در کشور فنلاند و پس از آن سوئد و سوئیس می‌باشد.

ماخذ: سیاست‌های انرژی فنلاند، بررسی ۲۰۰۷، IEA/OECD، پاریس، ۲۰۰۷

## برنامه‌ها و پروژه‌های R&amp;D

بودجه سالانه ۳.۶ میلیارد دلاری ژاپن بین ۵ برنامه تقسیم می‌شود و بودجه‌ای جداگانه برای تحقیقات هم‌جوشی هسته‌ای در نظر گرفته می‌شود. این ۵ زمینه برنامه‌ای در زیر شرح داده شده‌اند و شامل بودجه‌های پژوهش‌های بنیادین و کاربردی می‌باشند.

سازگار با محیط زیست، توسعه سیستم‌های شبکه پرسرعت و با مصرف انرژی کم با استفاده از فناوری دستگاه کوانتوم فوق‌هادی تک شار (SFQ)، پروژه توسعه خازن کربنی نانوتیوب و توسعه فناوری بنیادین سیستم‌های مبدل برای توان وسایل الکترونیکی تامین می‌کند. همچنین NEDO به موفقیت‌هایی در توسعه دیگر فناوری‌های بهینه‌سازی انرژی همچون کوره‌های صنعتی با کارایی بالا، مواد عایق حرارتی خلاء با کارایی بالا و یک سیستم تامین آب‌گرم با کارایی بالا بر اساس یک پمپ حرارتی کوچک که از CO<sub>2</sub> بعنوان مبرد استفاده می‌کند، دست یافته است.

## ۱- برنامه فناوری انرژی تجدیدپذیر

سرمایه‌گذاری ژاپن برای R&D انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۰۶ معادل ۴۸۰ میلیون دلار بود. این برنامه R&D بر روی انرژی‌های خورشیدی، باد و بیوماس و موارد دیگر را حمایت می‌کند. سرمایه‌گذاری بر روی نسل آینده انرژی‌های تجدیدپذیر همچون نسل آینده سوخت‌های زیستی، اولویت بالایی دارد. این برنامه تمرکز ویژه‌ای بر روی پیل‌های سوختی، شامل پیل سوختی الکترولیت پلیمری (PEFC) و پیل‌های سوختی اکسید جامد (SOFC) و همچنین بر روی تحقیقات بنیادین روی دانش هیدروژن دارد.

## ۳- برنامه فناوری پیل سوختی

با سرمایه‌ای بیش از ۳۳۰ میلیون دلار در سال ۲۰۰۶، این برنامه نسل آینده فناوری‌های پالایش نفت، پروژه‌های یکپارچه‌سازی پالایش نفت، توسعه فناوری تبدیل زغال‌سنگ به گاز، شامل توربین‌های سیکل ترکیبی یکپارچه تبدیل به گاز (IGCC) و پیل‌های سوختی یکپارچه تبدیل به گاز (IGFCs)، هیدرات‌های متان و GTL را ارتقاء می‌دهد.

## ۲- برنامه فناوری بهینه‌سازی انرژی

دولت ژاپن ۴۵۰ میلیون دلار برای این برنامه در سال ۲۰۰۶ بودجه صرف کرد. دولت بودجه‌هایی برای توسعه فناوری بنیادین و جدید تولید فولاد کاملاً یکنواخت، ریزدانه و

## ۴- برنامه فناوری هسته‌ای

برنامه فناوری هسته‌ای با بودجه ۱۱۰ میلیون دلار، بر روی R&D سیکل‌های راکتورهای تولید سریع، سیکل سوخت

### هفتمین همایش ملی انرژی

ارزیابی نهاد سرمایه‌گذار و شورای سیاست‌گذاری علوم و فناوری، تخصیص مجدد یابند.

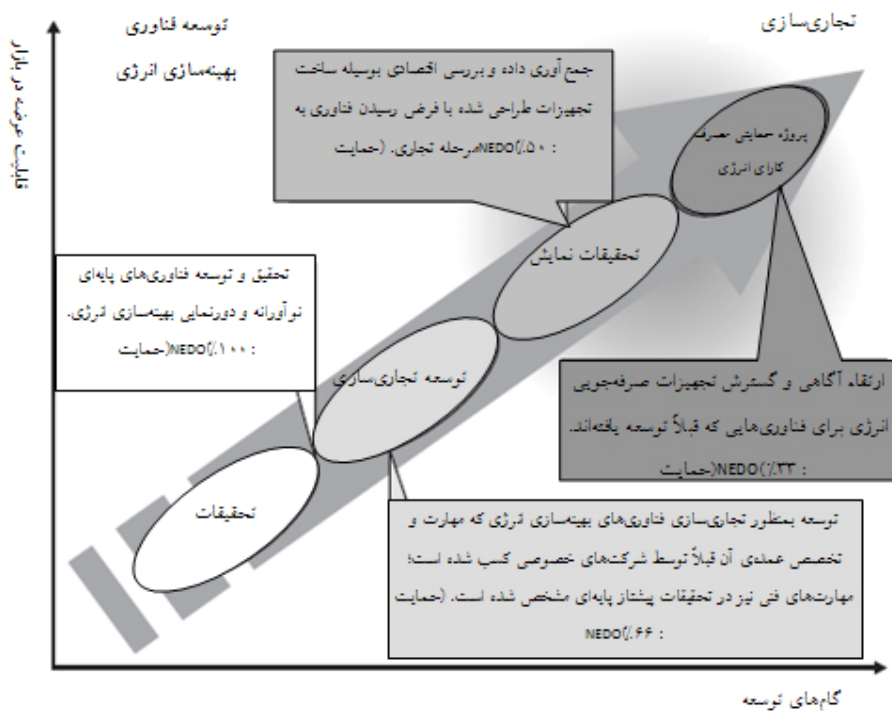
#### همکاری بین‌المللی

ژاپن یکی از اعضای فعال در پروژه‌های در حال انجام بین‌المللی همچون پروژه "FutureGen" که بمنظور توسعه فناوری نیروگاه‌های پیشرفته زغال‌سنگی تلاش می‌کند، همراه با ITER (پروژه بین‌المللی راکتور تجربی حرارت هسته‌ای)، طرح مشارکت جهانی انرژی هسته‌ای (GNEP) و پروژه مجمع بین‌المللی نسل چهارم که همگی در خصوص انرژی هسته‌ای می‌باشند، است. همچنین دولت ژاپن یکی از اعضای مشارکت بین‌المللی برای اقتصاد هیدروژن (IPHE) می‌باشد. ژاپن یکی از اعضای ۲۹ توافق‌نامه اجرایی است. همچنین ژاپن پیش‌تاز تلاش‌ها بمنظور تقویت انتقال فناوری و همکاری در آسیا می‌باشد.

راکتورهای آب سبک نسل آینده و تحقیقات بر روی پروژه‌های نوآورانه فناوری هسته‌ای، سرمایه‌گذاری می‌کند. همچنین این برنامه بودجه تربیت نیروی کار و متخصصان را تامین می‌کند.

#### ۵- برنامه فناوری توان الکتریکی

دولت بر روی R&D سیستم‌های توان الکتریکی به میزان سالانه ۶۰ میلیون دلار سرمایه‌گذاری می‌کند و هدف آن شبکه‌های توان فوق‌هادی و تحقیقات بنیادین بر روی کاربردهای مواد فوق‌هادی می‌باشد. بودجه بطور کلی توسط NEDO به پروژه‌ها داده می‌شود. فرآیند تامین بودجه پروژه‌ها یا برنامه‌های خاص، برای نهادهای مختلف متفاوت است. اغلب بودجه‌ها برای دوره‌های کمتر از ۵ سال تامین می‌شوند و باید بطور منظم بر اساس



شکل ۴- مثالی از سطوح حمایتی بودجه‌ای NEDO برای توسعه فناوری‌های صرفه‌جویی انرژی

ماخذ: NEDO

## هفتمین همایش ملی انرژی

## مشارکت‌های دولتی-خصوصی

دولت بدنبال اطمینان از فعالیت و مشارکت منسجم مراجع مسئول و بخش خصوصی در R&D، در بلندمدت، بوسیله تعیین مسیر پیشرفت‌های تکنولوژیکی در آینده از یک منظر بلندمدت، می‌باشد. بعنوان بخشی از این تلاش، در آوریل ۲۰۰۷ دولت یک استراتژی فناوری انرژی را که نقشه راهبردی فناوری‌های بیست که باید تا سال ۲۰۳۰ محقق شوند، منتشر کرد.

شکل ۴ مثالی از تغییرات سطوح حمایت NEDO از توسعه فناوری‌های بهینه‌سازی انرژی می‌باشد. سطح حمایت از ۱۰۰٪ در مرحله اول تحقیقات پیش‌تلاش آغاز می‌شود و بطور پیوسته تا پژوهش‌های نمایش تجربی کاهش یافته و نصف می‌شود و نهایتاً تا مرحله انتشار و گسترش فعالیت‌ها به یک سوم می‌رسد. دولت ژاپن اولویت بالایی به تهیه نقشه راهبردی R&D انرژی می‌دهد چراکه بدنبال تهیه یک مسیر کلی برای پروژه‌های R&D، تعیین اهداف کلیدی، تعیین فازهای مهم و شفاف‌سازی مشکلات تکنولوژیکی است که باید حل شوند. نقشه‌های راهبردی برای هر پروژه به‌مراه زمینه‌های کلی برنامه که اغلب نگاهی به اهداف فناوری در سال ۲۰۳۰ یا پس از آن دارند، تهیه می‌شوند. با قرار دادن تهیه نقشه راهبردی بعنوان یکی از بخش‌های مهم کل سرمایه‌گذاری R&D انرژی، دولت بدنبال موارد زیر است:

- ایجاد معیاری برای مدیریت موثر دولتی R&D
  - تضمین موفقیت سیکل PDCA (طرح، اجرا، بررسی، بهره‌برداری)
  - خدمات‌دهی بعنوان یک ابزار ارتباطی برای افراد فعال در R&D
  - شریک نمودن بخش خصوصی در دورنمای بلندمدت فناوری
  - مشارکت در پاسخ‌گویی
- فرآیند تهیه نقشه راهبردی توسط کمیته فرعی تحقیق و توسعه تابعه شورای ساختار صنعتی (یک نهاد مشاوره‌ای برای وزیر اقتصاد، تجارت و صنعت)، هدایت و تایید می‌شود. اعضای

کمیته فرعی شامل متخصصین، نمایندگان صنعت و دیگر افراد ذیربط و سرمایه‌گذار است. علاوه بر فرآیند تهیه نقشه راهبردی برای هر پروژه، دولت یک نقشه سیاستی نیز برای کل فعالیت‌های R&D خود تنظیم می‌کند.

تعهد پیوسته و قوی ژاپن به مزایای R&D انرژی، نه تنها برای ژاپن بلکه برای بخش انرژی جهان سودمند است؛ دولت ژاپن باید پیوسته منابع قابل ملاحظه‌ای به این امر اختصاص دهد. جای خوشحالی است که دولت ژاپن سرمایه‌های R&D لازم را برای محدوده وسیعی از زمینه‌های تکنولوژیکی فراهم می‌کند، با اینحال هنوز هم تمرکز زیادی بر چند زمینه کلیدی اولویت‌دار و دارای منابع فراوان تمرکز دارد. مهم‌تر از همه اینکه باید رهبری ژاپن در قلمرو جهانی در زمینه پیشرفت R&D انرژی و انتقال فناوری به کشورهای در حال توسعه جهان و همکاری‌های عمومی - بویژه در آسیا و در زمینه‌های تحقیقات محیط زیستی و کارایی - را ستود. این کشور بخوبی با توجه به شرایط جغرافیایی، محیط سیاسی و تلاش‌ها و موفقیت‌های قوی داخلی بمنظور تداوم این رهبری جهانی تلاش می‌کند. این فعالیت‌ها موجب تحریک و پیشبرد بهبودهای کارایی انرژی در سطح جهانی می‌شود که کلیدی برای تقویت امنیت انرژی بین‌المللی و بویژه در ژاپن می‌باشد. بطور کلی بنظر می‌رسد که سرمایه‌گذاری‌های R&D انرژی ژاپن به اهداف کلی سیاست انرژی پیوند خورده است. اهداف زیست محیطی و کارایی، اولویت بالایی در سیاست انرژی ژاپن داشته و بودجه‌های R&D دولتی قابل توجهی را جذب می‌کنند. بعلاوه بکارگیری صریح برنامه‌ریزی گسترده، اهداف سیاستی دولت را با اولویت‌های R&D آن پیوند می‌دهد. گسترش این فعالیت، که تا حدی با تهیه یک نقشه راهبردی بلندمدت‌تر برای اولویت‌های R&D قابل انجام است، بسیار مفید خواهد بود. حامیان بودجه R&D پیشاپیش برنامه‌ریزی راهبردی بلندمدت را بعنوان بخش مهمی از هر پروژه انجام داده‌اند؛ دولت می‌تواند بر مبنای این کار نقشه بودجه‌بندی کلی خود را گسترش دهد. اینکار اثربخشی کلی بودجه دولت را بهبود می‌دهد. بعلاوه، یک فرآیند مدون برای

## هفتمین همایش ملی انرژی

- پیوند صریح اهداف سیاست ملی انرژی به اولویت‌های R&D انرژی بوسیله یک نقشه راهبردی شفاف و بلندمدت برای بودجه تحقیقات استراتژیک
- اطمینان از اینکه بودجه بر اساس یک فرآیند رسمی و هموار تخصیص می‌یابد، توسعه یک پروتکل استاندارد و شفاف که بودجه‌ها و مناقصات پیشنهادیه‌های پژوهشی را به اولویت‌های R&D پیوند دهد.

▪ تداوم حمایت از توسعه منابع انرژی جایگزین  
تداوم تلاش بمنظور توسعه فناوری‌های پاک زغال‌سنگ، همچون از طریق تکمیل بموقع فازهای نمایش تجاری برای فناوری‌های تولید توان IGCC و IGFC.

## ۳- پژوهش در زمینه بهینه‌سازی انرژی در ایران

در ایران دو وزارتخانه نفت و نیرو متولیان اصلی انرژی کشور می‌باشند. وزارت نفت بیش از ۹۸٪ عرضه انرژی اولیه را در کشور مدیریت می‌کند. با توجه به ضرورت‌های مطرح شده در خصوص بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور، در سال ۱۳۷۹ شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت با هدف تدوین استاندارد مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده تاسیس گردید. مسئولیت پژوهش در زمینه مصرف بهینه سوخت‌های فسیلی بر عهده این شرکت می‌باشد. شرکت‌های ملی گاز و پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی نیز فعالیت‌هایی را در حوزه بهینه‌سازی مصرف انرژی انجام می‌دهند که بیشتر بر روی اجرای راهکارهای صرفه‌جویی انرژی و فرهنگ‌سازی عمومی متمرکز است. وزارت نیرو نیز در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی فعالیت می‌کند که سازمان بهره‌وری انرژی (سابا)، مجری و توسعه دهنده فعالیت‌های بهینه‌سازی انرژی الکتریکی و سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) مسئول توسعه انرژی‌های نو در کشور است. محورهای تحقیق و توسعه در شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در جدول ۱ ارائه شده است: [۴]

تخصیص بودجه‌ها می‌تواند هزینه‌های اجرایی کلی R&D را کاهش داده و از تخصیص بودجه‌ها بطور شفاف، مستقل و هماهنگ اطمینان حاصل شود.

پایداری بودجه R&D پشتیبان اثربخشی آن است. بنابراین دولت باید مطمئن شود که هر بخش از بودجه R&D بطور مناسب با نوع تحقیق مطابقت دارد و در برخی موارد دولت باید بودجه‌های بلندمدت برای پروژه‌های پژوهشی یا زمینه‌های پژوهشی که نتایج آنها احتمالاً تنها پس از چندین سال حاصل می‌شود، تامین نماید. اینکار به محققین بمنظور مد نظر داشتن تحقیقات ضروری و پرهیز از بودجه‌های منقطع که بر نتایج تاثیر منفی می‌گذارند، آزادی می‌دهد. دولت باید از بودجه‌های پایدار مناسب برای R&D اطمینان حاصل نموده و بودجه‌های کوتاه‌مدت را تا حد امکان محدود نماید.

تحقیق و توسعه منابع انرژی نو و جایگزین برای امنیت عرضه بلندمدت و تحقق اهداف بلندمدت سیاست انرژی ضروریست. ژاپن همواره به این زمینه، بویژه بوسیله حمایت از فناوری‌های پژوهشی که در مراحل آغازین R&D قرار دارند، متعهد بوده است.

بعلاوه، دولت ژاپن به انجام R&D ارزشمند در زمینه فناوری‌های پاک زغال‌سنگ ادامه داده و تعدادی پروژه‌های نمایشی را دست اقدام دارد که پتانسیل تحویل فناوری‌های پربازده و کم‌آلاینده تولید برق از زغال‌سنگ را دارند.

بمنظور کاهش انتشارات جهانی CO<sub>2</sub> ضروریست که فناوری‌های پاک‌تری برای زغال‌سنگ توسعه یابد و تلاش‌های ژاپن در این زمینه قابل تقدیر است. ژاپن باید به پیگیری این تلاش‌ها، بوسیله تکمیل بموقع فازهای نمایش تجاری فناوری‌های تولید توان IGCC و IGFC ادامه دهد.  
دولت ژاپن بایستی:

- به ایفای نقش رهبری در همکاری‌های پیشرفته و ترویجی R&D انرژی در آسیا و سراسر جهان ادامه دهد.
- یک چهارچوب کاری R&D انرژی یکپارچه‌تر، کاملتر و شفاف‌تر را با کمک موارد زیر توسعه دهد:



## هفتمین همایش ملی انرژی

جدول ۱- محورهای پژوهشی شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت

|                           |  |
|---------------------------|--|
| صنعت                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• شناسایی، بهبود یا انتقال فناوری‌های بازیافت حرارت و انرژی‌های اتلافی</li> <li>• شناسایی و انتقال دانش فنی در فرایندهای تولیدی انرژی-کارآمد</li> <li>• شناسایی، بهبود یا انتقال تجهیزات انرژی بر صنعتی با راندمان بالا</li> </ul>                                  |
| حمل و نقل                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• شناسایی و امکان‌سنجی بکارگیری دستاوردهای جدید صنعت خودرو در جهان</li> <li>• شناسایی و برنامه‌ریزی بهینه جهت استفاده از سیستم‌های مختلف حمل و نقل</li> <li>• مطالعه، امکان‌سنجی و انتقال فناوری در جهت بهره‌برداری از سوخت‌های جایگزین</li> </ul>                  |
| ساختمان                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• شناسایی، بهبود و انتقال فناوری‌های مطرح در ساختمان با مصرف بهینه انرژی</li> <li>• شناسایی، بهبود و انتقال فناوری‌های مطرح در تاسیسات و لوازم خانگی بمنظور مصرف بهینه انرژی</li> <li>• انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر</li> </ul> |
| انرژی، اقتصاد و محیط زیست | <ul style="list-style-type: none"> <li>• توسعه فعالیت‌های پژوهشی در حوزه انرژی، اقتصاد و محیط زیست</li> </ul>  |

جامع که دربرگیرنده کلیه حامل‌های انرژی در کشور باشد گردیده است. جهت رفع این معضل، شورای عالی انرژی از بیش از ۱۰ سال قبل پیش‌بینی شده است که تاکنون نقش خاصی ایفا ننموده است و عدم وجود سیاست یکپارچه در بخش پژوهش‌های انرژی و علی‌الخصوص بهینه‌سازی انرژی مشهود است. از سوی دیگر، شرکت‌های بهینه‌سازی مصرف سوخت و سابا نیز بعنوان متولیان بهینه‌سازی مصرف انرژی، برای پژوهش‌ها نقشه راهبردی پژوهش ندارند. در زمینه همکاری‌های بین‌المللی، وزارت نیرو نماینده کمیته ملی انرژی در ایران می‌باشد که فعالیت آن تنها به انتشار نشریه انرژی و برگزاری همایش دوسالانه بین‌المللی انرژی (که هفتمین دوره آن با همکاری وزارت نفت برگزار می‌شود) محدود شده است. رویکرد تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها و پژوهش‌های مشتری محور در اظهارات اخیر مسئولان پژوهش شرکت‌ها دیده می‌شود اما بعلافت فقدان مکانیزم‌های حقوقی و مقررات مناسب، مشکلات متعدد تامین مالی پروژه‌های پژوهشی، قیمت نازل حامل‌های انرژی در کشور (که بیشتر پروژه‌های تحقیقاتی، حتی در صورت برآورد خوشبینانه تحقق، دارای توجیه اقتصادی نیستند) این رویکرد چندان موفق نبوده است. از سوی دیگر نهادهای متعددی نظیر معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، بنیاد ملی نخبگان، صندوق تحقیق و توسعه صنایع و معادن، سازمان صنایع کوچک (وزارت صنایع)، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، بنیاد علوم و تکنولوژی ایرانیان، فن بازار ملی ایران، صندوق توسعه فناوری‌های نوین، صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران (بانک مرکزی و بانک‌های تجاری)، سازمان توسعه نوسازی معادن و

همچنین در خصوص تخصیص بودجه پژوهشی در ایران بند ه ماده ۴۶ قانون برنامه چهارم بیان می‌دارد: [۴] افزایش یکنواخت سرمایه‌گذاری دولت در امر پژوهش و فناوری به میزان حداقل ۲٪ تولید ناخالص داخلی، از محل اعتبارات عمومی دستگاه‌های اجرایی و ۱٪ درآمد عملیاتی شرکت‌های دولتی، بانک‌ها (به استثنای سود سپرده‌های بانکی) و موسسات انتفاعی وابسته به دولت و بخش دولتی، تا پایان برنامه چهارم، و سمت‌دهی سرمایه‌گذاری‌های فوق در جهت پژوهش‌های ماموریت‌گرا و تقاضا محور. در راستای تحقق بند فوق دستگاه‌های اجرایی مکلفند ۱٪ و مجازند حداکثر تا ۴٪ از اعتبارات هزینه‌ای خود را به منظور انجام امور پژوهشی هزینه کنند.

با توجه به بند فوق کل بودجه پژوهش در شرکت ملی نفت ایران در سال ۱۳۸۷ حدود ۴۶۰ میلیارد ریال برآورد شده بود که سهمی از آن به اجرای پروژه‌های پژوهشی توسط شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت اختصاص داده شده بود. البته بودجه تخصیص داده شده از محل تنخواه شرکت ملی نفت بر اساس وصول درخواست می‌باشد و پیش‌بینی می‌شود برای سال ۱۳۸۸ این مبلغ افزایش یابد.

## جمع‌بندی

در ایران سیاست یکپارچه ارائه شده‌ای در خصوص پژوهش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی وجود ندارد. عمده فعالیت‌های مدیریت مصرف انرژی در وزارتخانه‌های نفت و نیرو متمرکز می‌باشد. وجود دو مرکز برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری منجر به دوباره‌کاری‌ها و عدم امکان برنامه‌ریزی

## هفتمین همایش ملی انرژی

- در محورهای زیر قابل دسته‌بندی و مقایسه است:
- ۱- تدوین نقشه راهبردی و سیاست یکپارچه
  - ۲- تخصیص بودجه
  - ۳- مشارکتهای بین‌المللی
  - ۴- سازمان‌ها و نهادها
  - ۵- مشارکت بخش خصوصی
  - ۶- تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها
- ۴- نتیجه‌گیری
- بررسی و دسته‌بندی فعالیت‌های پژوهشی بهینه‌سازی انرژی

جدول ۲- نتایج مقایسه تطبیقی در محورهای ارائه شده

| ردیف | عنوان محور                         | ژاپن   | ایران  |
|------|------------------------------------|--|--|
| ۱    | تدوین نقشه راهبردی و سیاست یکپارچه | سیاست یکپارچه پژوهشی و نقشه راهبردی انرژی که بهینه‌سازی مصرف انرژی بخشی از آن است، اساس برنامه‌های ژاپن می‌باشد. | فقدان سیاست یکپارچه انرژی و همچنین تدوین نقشه‌های راهبردی پژوهش‌های بهینه‌سازی انرژی مشهود می‌باشد.  |
| ۲    | تخصیص بودجه                        | میزان و نحوه تخصیص بودجه در زیر بخش‌های مختلف کاملاً شفاف است.   | بودجه پژوهش هرچند در قانون صریحاً ذکر شده است، اما معمولاً جذب بودجه از مقادیر تخصیص داده شده کمتر می‌باشد که از مهمترین دلایل آن، وجود قوانین سختگیرانه و زمانبر بودن پروسه تصویب پروژه‌ها می‌باشد.   |
| ۳    | مشارکتهای بین‌المللی               | حضور فعال در صحنه‌های بین‌المللی   | مشارکت بین‌المللی پژوهش‌های بهینه‌سازی انرژی بسیار کم‌رنگ است.   |
| ۴    | سازمان‌ها و نهادها                 | وجود نهادهای مشخص تصمیم‌گیر، مجری و نظارت‌کننده  | وجود نهادهای بسیار با کارکردها و وظایف متفاوت و گاه دارای اشتراک با اثر بخشی کم در انجام پژوهش‌های کارساز  |
| ۵    | مشارکت بخش خصوصی                   | تلاش در جهت حضور فعال بخش خصوصی  | بخاطر ساختار اقتصادی، نهادهای دولتی بزرگترین کارفرمای پروژه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی محسوب می‌شوند و بخاطر قوانین موجود، تنها بخش خصوصی دارای مجوز انجام فعالیت پژوهشی قابلیت همکاری با نهادهای کارفرمای دولتی را دارد.                             |
| ۶    | تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها          | وجود سازمانی مشخص با بودجه مشخص که از تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها حمایت می‌کند.                                    | با وجود نهادهای مختلف، تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها از مهمترین چالش‌های پژوهش در کشور و علی‌الخصوص در بخش انرژی می‌باشد. تاسیس و توسعه شهرک‌های علمی و تحقیقاتی و مراکز رشد فناوری با این هدف صورت گرفته است که تاکنون موفقیت چشمگیری بدست نیاورده‌اند. |

## هفتمین همایش ملی انرژی

### پیشنهادات

- ۱- فعال‌سازی شورای عالی پژوهش در جهت تدوین سیاست‌های یکپارچه حوزه انرژی
- ۲- تدوین نقشه‌های راهبردی در شرکت‌های متولی پژوهش
- ۳- شفاف‌سازی روند تخصیص و جذب بودجه
- ۴- اصلاح قوانین در جهت مشارکت فعال بخش خصوصی
- ۵- تجمیع نهادهای موازی و تشکیل سازمانی مشخص برای حمایت از تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌ها
- ۶- مشارکت فعال در عرصه‌های بین‌المللی با ارائه برنامه‌های جذب حمایت، صدور دانش فنی و مشارکت در پروتکل‌ها و برنامه‌های بین‌المللی

### مراجع

- [1]- KEY WORLD ENERGY STATISTICS, www.iea.org, 2007
- [۲]- اکبر ترکان، ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۵، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، هزاره سوم اندیشه، تهران- ۱۳۸۶
- [۳]- قاسم عرب، گردآوری و تدوین تجربیات کشورهای دنیا در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، تهران- ۱۳۸۷
- [4]- www.ifco.ir

### علایم اختصاری

|               |  |
|---------------|--|
| <b>CCS:</b>   | Carbon Capture & Storage   |
| <b>AIST:</b>  | National Institute of Advanced Industrial Science and Technology |
| <b>PEFC:</b>  | Polymer Electrolyte Fuel Cell                                    |
| <b>SOFC:</b>  | Solid Oxide Fuel Cell  |
| <b>SFQ:</b>   | Superconducting Single Flux Quantum Device                       |
| <b>IGCC:</b>  | Integrated Gasification Combined Cycle                           |
| <b>IGFCs:</b> | Integrated Gasification Fuel Cell                                |
| <b>ITER:</b>  | International Partnership for the Hydrogen economy               |
| <b>GNEP:</b>  | Global Nuclear Energy Partnership                                |
| <b>IPHE:</b>  | International Partnership for the Hydrogen Economy               |

### سپاسگزاری

از راهنمایی‌های ارزنده آقای مهندس امید شاکری، رئیس محترم پژوهش و فناوری شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، تشکر می‌گردد.